

MATEMATIKAI
ÉS
TERMÉSZETTUDOMÁNYI
ÉRTESITŐ.

A M. TUD. AKADÉMIA III. OSZTÁLYÁNAK FOLYÓIRATA

SZERKESZTI MAURITZ BÉLA OSZTÁLYTITKÁR.

LII. KÖTET.

HÉT TÁBLÁVAL

MATHEMATISCHER
UND
NATURWISSENSCHAFTLICHER
ANZEIGER

DER UNGARISCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

REDIGIERT VON B. MAURITZ KLASSENSEKRETÄR.

BAND LII.

MIT SIEBEN TAFELN

BUDAPEST.

KIADJA A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA.

1935.

50639



TARTALOMJEGYZÉK.

	Lap
ANDERLIK ELŐD: A rácsok mögött keletkező szélárnyék problémája	54—77
BOBEST BÉLA: lásd PUTNOKY LÁSZLÓ.	
CSÁSZÁR ELEMÉR: A Röntgen-sugárzás energiájának mérése I. és II.	1—34
ENTZ GÉZA: Mai felfogásunk a sejt felépítéséről	422
ENTZ GÉZA: A Petalotricha ampulla nevű oligotricha ciliata magvának kérdése	405—406
FEHÉR DÁNIEL: Vizsgálatok az erdőtalaj moszat-flórájának regionális elterjedéséről	489—532
FEHÉR DÁNIEL: Az erdőtalaj baktériumainak regionális elterjedése	533—585
FILARSZKY NÁNDOR: A Chara-félék monografiája a hazánkban eddig megfigyelt fajainak és formáinak elősorolásával ..	459—469
FOLLMANN JENŐ: A Krompecher-rák szerkezetfajtái és keletkezésének elemzése	351—387
FÖLDVÁRI ALADÁR: lásd VENDE ALADÁR.	
FRÖHLICH PÁL: A foszforeszkáló festékkoldatok hőmérsékleti optimuma	789—805
GRÓH GYULA: Vizsgálatok az ovalbumin tirozinkötőképességéről	135—144
GRÓH GYULA: Vizsgálatok a kazein inhomogenitásáról. II.	146—165
GRÓH GYULA és WELTNER MARGIT: Tiszta szérumglobulin előállításáról és a szérumglobulin spektroszkópiai tulajdonságairól	167—177
JÁMBOR RÓZSI: Újabb adatok a keményhájú lucerna-magvak ismeretéhez	474—486
KÖVESSI FERENC: Az élőlények fejlődése szabályosságának a magyarázata	685—690
KUBACSKA ANDRÁS: Patológiai vizsgálatok magyarországi barlangi medvék koponyáján	691—694
MAREK JÓZSEF, WELLMANN OSZKÁR és URBÁNYI LÁSZLÓ: A bél útján kiürülő kalcium, magnézium és foszfor vegyületei és megoszlási viszonyaik	331—332

MAREK JÓZSEF, WELLMANN OSZKÁR és URBÁNYI LÁSZLÓ: A csontok sóinak chemiai szerkezete egészséges és rhachitises állatokban	335—337
SZ. NAGY GYULA: Algebrai és transzcendens egyenletekről	36—51
PODHRADSKY LAJOS: Az együttérző dúcokból eredő velőrostokról	340—348
PUTNOKY LÁSZLÓ és BOBEST BÉLA: Bauzitok kénessavas fel- tárása aluminiiumoxid előállítására céljából.....	133—134
Telegdi RÓTH KÁROLY: Adatok az Északi Bakonyból a magyar Középső Tömeg fiatalmezozoos fejlődéstörténetéhez	205—247
RYBÁR ISTVÁN: Eötvös-féle torziós inga zavarairól. II. ...	586—610
SCHAFFER KÁROLY: A központi idegrendszer neurogén és neurotrop szöveti elváltozásairól	319—328
SCHIEMERT JÁNOS: Szövetani és kísérletes vizsgálatok az arcideg érző és autonóm rostjairól	391—402
SCHUMACHER KÁROLY: Talajok mechanikai analizise a Vendl- féle folytonos p/t-görbét adó szedimentációs készülékkel	188—202
SZENTPÉTERY ZSIGMOND: A Fehérkő aljának eruptív része Lillafürednél	253—283
SZÉKESSY VILMOS: A boreoalpesi bogarak revíziója, össze- hasonlító anatómiai alapon	456—458
TAKÁTS TIBOR: lásd VENDL ALADÁR.	
TUZSON PÁL: lásd ZECHMEISTER LÁSZLÓ.	
URBÁNYI LÁSZLÓ: lásd MAREK JÓZSEF.	
VENDL ALADÁR, TAKÁTS TIBOR és FÖLDVÁRI ALADÁR: A buda- pestkörnyéki löszről	713—787
VITÁLIS ISTVÁN: A Salgótarján-egercsehi szénmedence, tekint- tettel az alsó miocén szén és a «Schlier» földtani viszonyára	287—313
WELLMANN OSZKÁR: lásd MAREK JÓZSEF.	
WELTNER MARGIT: lásd GRÓH GYULA.	
ZECHMEISTER LÁSZLÓ és TUZSON PÁL: A napraforgó-virág festékéről	80—84
ZOMBORY LÁSZLÓ: Adatok a vaskő-dognácskai gránátok kémiai összetételéhez	179—186

INHALTSVERZEICHNIS.

	Seite
ANDERLIK, E.: Beitrag zur Theorie des ebenen Windschatten- problems	78—79
BOBEST, B. v.: Siehe PUTNOKY, L.	
CSÁSZÁR, E.: Die Energiemessung der Röntgenstrahlen. I. u. II. Teil ..	35
ENTZ, G.: Neue Erkenntnisse über den Bau der Zelle.....	409—421
ENTZ, G.: Über das Problem der Kerne und kernähnlichen Einschlüssen bei Petalotricha ampulla Fol.	407— 408
FEHÉR, D.: Untersuchungen über die regionale Verbreitung der Algen in den europäischen Waldböden	503—507
FEHÉR, D.: Die regionale Verbreitung der Bakterien des Waldbodens.....	554— 560
FILARSZKY, N.: Monographie der Characeen mit Aufzählung der bisher in Ungarn beobachteten Arten und Formen	470— 473
FOLLMANN, J.: Strukturtypen des Krompfecher-Krebsees und Analyse seiner Genese	388—390
FÖLDVÁRI, A.: Siehe VENDL, A.	
FRÖHLICH, P.: Das Temperaturoptimum phosphoreszierender Farbstofflösungen	806—807
GRÓH, J.: Untersuchungen über die Tyrosinbindung des Ovalbumins	145
GRÓH, J.: Über die Fraktionierung des Caseins	166
GRÓH, J. und WELTNER, M.: Über die Darstellung reines Serumglobulins und die spektroskopischen Eigenschaften desselben	178
JÁMBOR, R.: Beiträge zur Kenntnis der Hartschaligkeit der Luzernesamen	487—488
KÖVESSI, FR.: Erläuterungen der Gesetzmässigkeiten im Ablaufe der Lebenserscheinungen lebender Wesen	613—684
KUBACSKA, A.: Pathologische Untersuchungen an ungar- ländischen Versteinerungen	695—712
MAREK, J., WELLMANN, O. und URBÁNYI, L.: Die Natur der durch den Darm ausgeschiedenen Verbindungen von Cal- cium, Magnesium und Phosphor und deren Verteilungs- verhältnisse	333—334

	Seite
MAREK, J., WELLMANN, O. und URBÁNYI, L.: Chemischer Aufbau der Knochensalze bei gesunden und bei rhachitischen Tieren.....	338—339
NAGY, J. von SZ.: Über algebraische und transzendente Gleichungen.....	52—53
PODBRADSKY, L.: Postganglionäre markhaltige Fasern des Sympaticus.....	349—350
PUTNOKY, L. v. und BOBEST, B. v.: Bauxitaufschliessungen mittels schwelliger Säure zwecks Gewinnung der Tonerde	86—132
RÓTH, K. v. Telegd: Daten aus dem nördlichen Bakony-Gebirge zur jungmesozoischen Entwicklungsgeschichte der «Ungarischen Zwischenmasse».....	248—252
RYBÁR, ST.: Über die Störungen der Eötvös'schen Drehwage. II.....	611—612
SCHAFFER, K.: Über die neurogenen und neutropen Gewebsveränderungen des Zentralnervensystems.....	329—330
SCHIEMERT, J.: Experimentelle und histologische Untersuchungen über die sensiblen und autonomen Fasern des Nervus facialis.....	403—404
SCHUMACHER, K.: Die mechanische Analyse der Böden mit der zur Aufnahme der stätigen p/t Fallkurve geeigneten Apparatur von Vendl.....	203—204
SZENTPÉTERY, S. v.: Der eruptive Teil des Fehérkö bei Lillafüred.....	284—286
SZÉKESSY, W.: Revision der boreoalpinen Koleopteren auf vergleichend-anatomischer Grundlage.....	423—455
TAKÁTS, T.: Siehe VENDL, A.	
TUZSON, P.: Siehe ZECHMEISTER.	
URBÁNYI, L.: Siehe MAREK, J.	
VENDL, A., TAKÁTS, T. und FÖLDEVÁRI, A.: Studien über den Löss der Umgebung von Budapest.....	788
VITÁLIS, ST. v.: Das Kohlenbecken von Salgótarján-Egercsehi, mit Rücksicht auf die geologischen Verhältnisse der untermiozänen Kohle und des «Schliers».....	314—318
WELLMANN, O.: Siehe MAREK, J.	
WELTNER, M.: Siehe GRÓH, J.	
ZECHMEISTER, L. und TUZSON, P.: Über den Farbstoff der Sonnenblume.....	85
ZOMBORY, L. v.: Daten zur chemischen Zusammensetzung der Granate von Vaskő-Dognácska.....	187

A RÖNTGEN-SUGÁRZÁS ENERGIÁJÁNAK MÉRÉSE

I. ÉS II.

(Különös tekintettel az orvosi dózis-mérésre.)

CSÁSZÁR ELEMÉR I. tagtól.

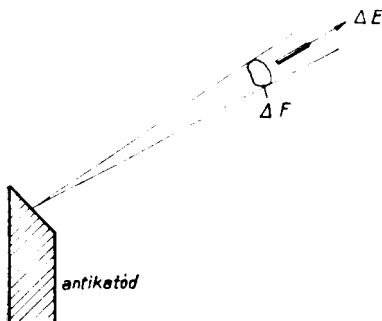
A Röntgen-sugárzás felfedezése után hamarosan kezdtek foglalkozni a sugárzás által szállított energia megmérésével. De hosszú idő telt el, míg a mérési módszerek elég jó eredményekre vezettek. Ennek oka éppen a Röntgen-sugárzásnak egyik legkiválóbb saját-sága: nagy áthatoló ereje. E miatt nem lehet a hő-sugárzás mérése terén jól kidolgozott és jól bevált módszereket minden további nélkül alkalmazni a Röntgen-sugárzás mérésére is. Hosszas kísérletezés után sikerült egy olyan mérőeszközt szerkeszteni, amely megfelel a helyes sugárzásmérés fizikai feltételeinek és kényelmesen használható, úgyhogy az orvosi gyakorlatban is alkalmazni lehet.

1. A sugárzás erősségének meghatározása.

A Röntgen-sugárzás által szállított energia felől a sugárzás erőssége tájékoztat. Ezt a következőképpen határozzuk meg. Tegyük föl, hogy a Röntgen-lámpa gyújtófoltjától olyan nagy távolságban vagyunk, hogy a néhány négyzetcm-nyi területre eső sugarak egymással párhuzamosnak tekinthetők. Ekkor *a sugárzás erőssége alatt értjük azt az energiamennyiséget, amely a terjedési irányra merőlegesen állított 1 négyzetcm-nyi síkfelületre 1 másodperc alatt esik.* A sugárzás erősségét I -vel jelöljük

Ez a meghatározás a gyakorlati céloknak jól megfelel, de szigorúan véve csak teljesen párhuzamos sugarakból álló nyaláb esetében használható. A valóságban a gyújtófoltból kiinduló suga-

rák mindig széttartók és a sugárzás erőssége minden irányban és helyen más és más. Egy irányban és helyen úgy értelmezzük a sugárzás erősségét, hogy erre az irányra merőlegesen állított igen



1. kép. A sugárzás erősségének értelmezése.

kicsiny felületelemre (ΔF) 1 másodperc alatt eső sugárzó-energiát (ΔE) elosztjuk a kis felületelem területével (1. kép) és e hányados határértékét vesszük. (Föltesszük, hogy a sugárzás az időben állandó.) Jelöljük most is a sugárzás erősségét I -vel, ekkor

$$I = \lim_{\Delta F \rightarrow 0} \frac{\Delta E}{\Delta F}.$$

(Ez a mennyiség fénysugarak esetében a megvilágítás erőssége.) Ha az előbb említett 1 négyzetem-es felületdarab elég nagy távolságban van a gyújtófolttól (25—30 cm-nél távolabb), akkor már alig van különbség a sugárzás erősségének kétféle meghatározása között. A következőkben az első meghatározást tartjuk szem előtt.

2. A sugárzásmérés alapelvei.

A sugárzás energiájának megmérése abban áll, hogy megállapítjuk energiaegységben egy másodpercre és egy négyzetem-re vonatkoztatva (erg/sec. cm^2 , vatt/cm^2 vagy $\text{grammkaloria/sec. cm}^2$) a sugárzás erősségét. E célból a sugárzást egy testtel tökéletesen elnyeletjük. Ez azt jelenti, hogy a Röntgensugárzás sem keresztül nem hatol a testen, sem pedig szétszóródva vagy visszaverődve nem jut vissza a környezetbe; sőt a testből kiváló fotoelektronok sem hagyhatják el a testet, hanem az egész beeső Röntgen-sugárzás a test hőenergiájává alakul át és hőmérsékletét igen csekély mértékben (rendszerint $1/100$ — $1/1000$ C°-kal) emeli. Ennek következtében természetesen csekély mértékben megváltozik a test térfogata, esetleg elektromos ellenállása vagy más fizikai tulajdonsága, ellenben kikötjük, hogy a sugárzás kémiai változást, ionozást stb. nem okoz az elnyelő testben. A hőmérséklet-

emelkedés közben igen kis mértékben növekszik az elnyelő test hőkiadása, vagyis környezetének hővezetés és sugárzás útján több hőt ad át, mint a sugárbeesés előtt. Ez a csekély hőmérséklet-emelkedés addig tart, míg a Röntgen-sugárzásból kapott energia éppen akkora lesz, mint a hőkiadás révén elvesztett, szóval amíg *a sugárelnyelő test környezetével hőegyensúlyba jut*. Ekkor egyúttal megszűnik a térfogat további növekedése, az elektromos ellenállás változása is stb., vagyis egy változatlan állapot következik be. Az elnyelt sugárzás által okozott eme változásokról valamilyen műszer vagy esetleg a térfogatváltozás ad hírt.¹

A további lépés az, hogy az elnyelő testtel a Röntgen-sugárzás helyett ismert energia-mennyiséget közlünk mindaddig, míg az elnyelő testben ugyanaz a hőmérsékletemelkedés és egyúttal ugyanazok a változások lépnek föl, mint előbb. (Ismét hőegyensúlyt föltételezve.) Ismert energiaforrásnak jó az elektromos áram, melynek hőtermelését a Joule-féle törvény alapján ki tudjuk számítani; vagy pl. az állandó hőmérsékletű fallal zárt ürből egy kis lyukon át kilépő hősugárzás (fekete sugárzás), továbbá a Hefner-féle lámpa sugárzása. Ilyen módon a Röntgen-sugárzás energiáját helyettesíthetjük más, ismert energiamennyiséggel és minthogy a kétféle energiaközlés ugyanolyan változásokat okoz, jogosan mondhatjuk, hogy a közölt energiamennyiség mindkét esetben ugyanakkora. Megjegyzendő, hogy sokszor nem szükséges az ismert energiamennyiséget éppen akkorának választani, hogy ugyanakkora hőmérsékletemelkedést okozzon, mint a Röntgen-sugárzás, hanem általában elég azt megállapítani, hogy egy bizonyos ismert energiamennyiség mekkora hőmérsékletemelkedést okoz, mekkora kitérést idéz elő a műszeren. Ugyanis tapasztalatilag és elméletileg is kimutatható, hogy a hőmérsékletemelkedés vagy a műszer kitérése egyenesen arányos az elnyelt energiával.

Sajnos, hogy a Röntgen-sugárzás többi hatása (ionozás, fényképező, fluoreszcencia-hatás), amelyek sokkal feltűnőbbek, mint a melegítő hatás, az erősségméréskor nem jöhetnek szóba, mert a sugárzás hullámhosszától függenek, a hőhatás ellenben nem függ.

¹ Megjegyzendő, hogy vannak olyan mérési módszerek is, melyekben nem várják be a hőegyensúly bekövetkezését, csak a sugárzásnak valamilyen hatását figyelik meg bizonyos idő alatt.

3. A sugárzásmérés módszerei.

A fontosabb módszereket négy csoportba sorozhatjuk, bár rajtuk kívül még más eljárások is vannak.

a) A léghőmérős módszer. Alapgondolata az, hogy egy levegővel telt edényben jól elzárt fémdarab a Röntgen-sugarak hatására fölmelegszik és a kapott meleget folyton átadja a környező levegőnek, amely kiterjed és az elzáró edénnyel összeforrasztott hajszálcsőben lévő folyadékseppet odébb tolja. (Ez esetben tulajdonképpen nem is következik be a hőegyensúly.) Azt kellene ismerni, hogy bizonyos eltolódásnak mekkora energiameennyiség felel meg. Ennek ismeretét kiküszöbölik a kettős léghőmérővel. Ez abban különbözik az előbbitől, hogy két egyforma edénye van, melyeket vékony hajszálcső köt össze, benne folyadéksepp van. Az egyik edény tartalmazza a sugárelnyelő fémdarabot, a másik egy ugyanakkora tömegű fémszalagot, amelyen elektromos áramot lehet átvezetni. Miközben az elnyelő fémre a Röntgen-sugárzás ráesik, a másikba elektromos áramot vezetnek és erősségét úgy szabják meg, hogy a folyadéksepp lehetőleg mozdulatlan maradjon. Ekkor a sugárzás által bevitt hőt egyenlőnek tekintik az áram által termelt hővel, amely kiszámítható. Ilyenféle módszerrel dolgozott DORN,¹ GREBE és KRIEGESMANN,² GREBE,³ KRIEGESMANN,⁴ KIRCHER és SCHMITZ.⁵

Módszereikkel szemben mindenekelőtt azt az ellenvetést tehetjük, hogy a teljes sugárelnyelés föltétele nem teljesült, hiszen az elnyelő ólomlemeztől szétszórt sugárzás, a fluorescencia-sugárzás, a fotoelektronok energiája legfeljebb csak részben járult hozzá az ólomlemez melegítéséhez.

b) Kaloriméteres módszer. Kettősfalú üvegedény falközét folyadék tölti ki, melyben ólmgömbök vannak; a folyadék

¹ DORN: Ann. d. Phys. **63**, 160, 1897.

² GREBE und. KRIEGESMANN: Zsch. f. Phys. **28**, 91, 1924.

³ GREBE: Phys. Zsch. **25**, 599, 1924.

⁴ KRIEGESMANN: Zsch. f. Phys. **32**, 542, 1925.

⁵ KIRCHER und SCHMITZ: U. o. **36**, 484, 1926.

az edényhez forrasztott hajszálcsőbe is felhúzódik. A Röntgen-sugárzás az edény belsejébe esik, az ólomgömbök fölmelegszenek, melegüket átadják a folyadéknak s ez a hajszálcsőben kiterjed (tulajdonképpen most sem következik be a hőegyensúly). Hitelesítés végett az edény belsejében elektromos árammal melegített dróttekeresztet lehet elhelyezni. Ilyen módszerrel dolgozott RUMP.¹ Az ő Röntgen-kaloriméterének nagy előnye, hogy a teljes sugár-elnyelést igen nagy mértékben megközelíti vele, hiszen az elnyelő ólomréteg több cm vastag lehet, ezenfelül az elnyelő test *üreges*, tehát a másodlagos jelenségek sem vonnak el energiát. Azonban az eszköz meglehetősen kényelmetlen, mert a folyadékszál a hajszálcsőben állandóan mászik és hosszabb ideig (10—15 percig) kell erős sugárzásnak beesni, hogy a folyadékszál vége elég nagy elmozdulást tegyen.

c) A b o l o m é t e r e s m ó d s z e r. Alapgondolata az, hogy a sugárzás melegítő hatásával elektromos ellenállás-változás jár együtt, melyet ismert sugárzással vagy elektromos árammal való melegítés útján is elő tudunk állítani. A bolométert Wheatstone-féle híd egyik ágába kapcsolják, míg a másik háromba kb. ugyanakkora és a hőmérséklettől független ellenállást iktatnak be. Sugármérés alkalmával a készüléket mindenekelőtt úgy állítják be, hogy az árammutató semmiféle áramot ne jelezzon. Majd a bolométerre ráejtik a sugárzást és az áramot addig gyengítik, míg az árammutató most is nyugalomban marad. Ekkor az áram kevesebb meleget termel a bolométerágban, mint előbb. A hőtermelés csökkenése egyenlő az elnyelt sugárzás energiájával (másodpercenként). A léghőmérős módszer kapcsán említett ellenvetések a bolométerrel szemben is fennállnak, sőt vékonyabb bolométerszalagon a kemény sugarak még keresztül is hatolnak. Ezenfelül az árammutató mérés közben rendszerint mászik, ami bizonytalanságot okoz. Ilyen módszerrel dolgozott SCHÖPS,² RUTHERFORD és Mc CLUNG,³ LEININGER,⁴

¹ RUMP: Zsch. f. Phys. 43, 254, 1927.

² SCHÖPS: Halle-i disszert. 1899.

³ RUTHERFORD a. Mc CLUNG: Proc. Roy. Soc. 67, 245, 1900.

⁴ LEININGER: Phys. Zsch. 2, 691, 1901.

WIEN,¹ ANGERER és CARTER,² WEEKS,³ BOOS,⁴ TERRIL⁵ és KEGERREIS.⁶

d) A hőelektromos oszlop módszere. Ez abban áll, hogy a Röntgen-sugárzást magát használjuk fel elektromos áram termelésére: ugyanis hőelektromos oszlopra ejtjük. Előbb a keletkező gyenge áram erősségét mérjük meg, amely arányos a hőelektromos oszlopra eső sugárzás erősségével. Majd másféle ismert sugárzást ejtünk a hőelektromos oszlopra és ismét megfigyeljük az áram erősségét. Ilyen módszerrel mérte a sugárzás erősségét WIEN,⁷ HOEPNER,⁸ AURÉN⁹ és KULENKAMPPF.¹⁰ Az ő hőoszlopa nyolc darab vas-bizmut elemből állott. A hideg helyek nagyobb vörösrézlemezekkel érintkeztek. A sugárzásnak kitett forrasztási helyeket 0·1 mm vastag és 4·5 négyzetmm területű ezüstlemezek fedték, melyek zsindeyszerűen következtek egymásra. Ezek a vékony ezüstlemezek természetesen nem nagyon nyelik el a kemény sugárzást, ezért KULENKAMPPF a 0·56—2 Å-ig terjedő színeképi tartományban volt kénytelen maradni. Ha a hőoszlopra másodpercenként $7\cdot5 \times 10^{-9}$ grammkalóriát szállító sugárzás esett, a galvanométer 1 osztályzattal tért ki 3 m-es osztályzat-távolság esetén. Az érzékenységet Hefner-lámpával határozta meg.

KULENKAMPPF e hőelektromos oszloppal megállapította, hogy a 0·56—2 Å-ig terjedő színeképi tartományban a levegőben egy ionpár képzéséhez szükséges energiamennyiség középértéke független a hullámhosszúságtól s értéke 35 ± 5 volt ionpáronként (kb. 0·1 erg). Tehát e színeképi tartományban egyenlő mennyiségű elnyelt Röntgen-sugárzás egyenlő elektromos töltést tesz szabaddá. Ez az eredmény

¹ WIEN: Ann. d. Phys. 18, 991, 1905.

² ANGERER und CARTER: U. o. 21, 87 és 955, 1906.

³ WEEKS: Phys. Rev. (2), 10, 564, 1917.

⁴ BOOS: Zsch. f. Phys. 10, 1, 1922.

⁵ TERRIL: Phys. Rev. (2), 28, 438, 1926.

⁶ KEGERREIS: Phys. Rev. (2), 29, 775, 1927. Ő üres ólomhengert használt sugárelnyelőnek és reá vékony drótot tekercselt, melynek ellenállása melegedés közben megváltozott.

⁷ WIEN: Ann. d. Phys. 18, 991, 1905.

⁸ HOEPNER: U. o. 46, 577, 1915.

⁹ AURÉN: Acta Rad. 6, 105, 1926.

¹⁰ KULENKAMPPF: Ann. d. Phys. 79, 97, 1926.

a Röntgen-sugárzás erősségének iónos kamrával való mérése szempontjából nagyon jelentős.

A hőelektromos módszernek még egy másik alakja is van. Ez abban különbözik az előbbtől, hogy a sugárzás nem közvetlenül a hőelektromos oszlop forrasztási helyeire esik, hanem egy nagyobb tömegű fémszalagra, melyet hátulról majdnem érint egy igen érzékeny hőelektromos oszlop. Erre most nem esik Röntgen-sugár, hanem csak az előtte álló fémszalagtól kap hőt, részint vezetés, részint sugárzás útján. A szalagot elektromos áramkörbe kapcsoljuk és bevárjuk a hőegyensúly bekövetkezését. Majd ráejtjük a Röntgen-sugárzást és az áramot annyira gyengítjük, hogy a hőelektromos oszlophoz kapcsolt galvanométer kitérése változatlan maradjon. Ekkor az áram hőtermelésének csökkenése éppen egyenlő a sugárzás által a szalagra szállított energiával (1 mp-re vonatkoztatva). Ilyen módon mért GAERTNER.¹ Sugárfelfogónak 10 cm hosszú, 3 mm széles és $\frac{1}{4}$ mm vastag platina-iridium-szalagot használt, amely mögött 35 elemből álló hőoszlopot helyezett el. Ő a levegőn kívül oxigénben, nitrogénben és argonban is megmérte az iónképzési munka középértékét egy iónpárra vonatkozólag.

A hőelektromos módszerrel való méréskor a galvanométer mászása elmarad, ha a hőegyensúly bekövetkezett. Azonban az eddigi alakjában ez sem alkalmas a teljes sugárzás megmérésére, mert a sugárbeesést kísérő másodlagos energiaveszteséget az eddigi kutatók elhanyagolták. Igaz, hogy ez néha kicsiny is volt.

e) Ezenkívül közvetett úton (a Röntgen-sugárzás iónozó, fényképező és fluoreszcencia-hatásából) is igyekeztek a sugárzás erősségére következtetni. A radiométert használták méréseikben BUMSTEAD² és ADAMS.³

4. Méréseim irányelvei.

Szemlét tartva a Röntgen-sugárzás mérési módszerei fölött és a bolométeres és hőelektromos módszerrel hosszantartó előzetes

¹ GAERTNER: Zsch. f. techn. Phys. **9**, 363, 1930. és **15**, 59, 1934; Ann. d. Phys. **2**, 94, 1929. (0.05 mm vastag platinaszalag és egy hőelem);

² BUMSTEAD: Phil. Mag. **11**, 292, 1906.

³ ADAMS: Proc. Amer. Acad. **42**, 671, 1907.

vizsgálatokat végezve, arra az eredményre jutottam, hogy a *hőelektromos módszer* érzékeny, biztos és kényelmes, tehát ilyen mérőeszköz szerkesztését tűztem ki célul.

Az első feladat volt *olyan sugárfelfogó készítése, amely a beeső Röntgen-sugárzást nem bocsátja magán keresztül, a másodlagos sugárzásokat szintén fölfogja és tömege a lehető legkisebb.*

Az első kívánságnak eleget tesz bármely nagyobb rendszámú fém (ólom, platina, arany, wolfram stb.), ha elegendő vastag lemezt veszünk belőle. A vastagság az elnyelendő sugárzás keménységétől függ. Mégpedig a vastagságnak olyannak kell lenni, hogy a sugárgyengítési együttható (μ) és a vastagság (d) szorzata (μd) legalább 4.7 vagy ennél nagyobb legyen. Ekkor ugyanis az át-bocsátott sugárzás erőssége:

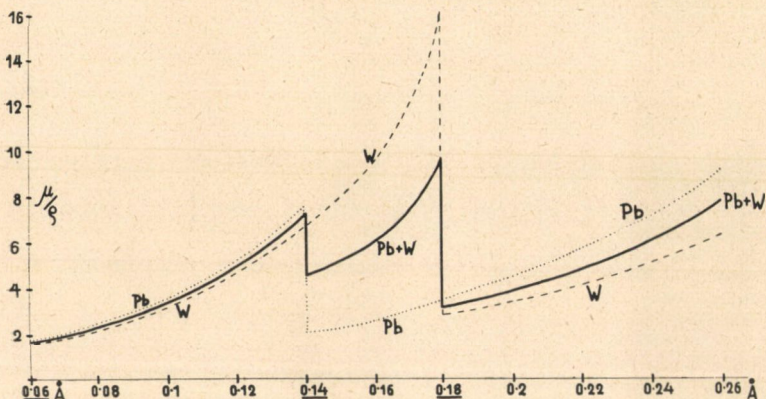
$$I_{\text{átb.}} = I_0 e^{-\mu d} = I_0 e^{-4.7}.$$

A szorzó értéke $1/100$ -nál kisebb, tehát az áthatoló sugárzás erőssége a beesőnek (I_0) 100-ad részénél kisebb. Pl. 180 kilovolt esetén a színekép rövidhullámú határa 0.07 \AA körül van; az ilyen sugárzásból gyakorlatilag semmi sem hatol keresztül a 2 mm-nél (0.2 cm -nél) vastagabb ólomlemezen, mert ekkor $\mu d \doteq 23.9 \times 0.2 = 4.78$. Az ilyen ólomlemez egyúttal az összes lágyabb sugarakat sem bocsátja át, mert az ólom gyengítési együtthatója a 0.07 \AA ngströmnél lágyabb tartományban nem igen süllyed 23.9 alá.

Mint hogy azonban mindegyik fém elnyelési görbájében ugrás van, általában nem mondhatjuk azt, hogyha egy fémlemez bizonyos keménységű sugárzást nem bocsát keresztül, a lágyabbat még kevésbé engedi át. Az ólomnak a 2. képen látható elnyelési görbájéből megtudhatjuk, hogy az olyan ólomlemez, melynek minden négyzet-cm-ére 1 gramm tömeg esik (kb. 1 mm vastag, ugyanis erre vonatkoztatják a tömeggyengítési együtthatót), jól elnyeli a 0.12 \AA -os sugarakat, de nagyon átengedi a 0.14 \AA körülieket, mert itt a $\mu d = \mu/\rho(\rho d)$ csak 2.29. Tehát ha a színekép határa 0.12 \AA -nél van, akkor a keresztülhatolás elkerülése végett *vastagabb, nagyobb tömegű* ólomlemez kell venni, mint amilyen a legkeményebb sugáralkatrész elnyelésére szükséges. De a lemez tömegének növelése hátrányos a melegedés szempontjából.

A tömegnövelést elkerülhetjük, ha nem tiszta fémet (ólomot)

használunk, hanem alkalmas *ötvözetet*. Ugyanis a különböző fémek elnyelési görbéjének ugrása a színek különböző helyeire esik, tehát várható, hogy azokat a sugarakat, amelyeket az egyik fémalkatrész átocsát, a másik elnyeli. A 2. képen a szagatott vonal a wolfram tömeggyengítési együtthatóját ábrázolja, melynek ugrása 0.18 \AA körül van. Ennek alapján kiderült, hogyha a wolframot ólommal ötvözzük, akkor elkerülhetjük a tömegnövelést. Ugyanis nem kell mást tenni, mint az 1 mm -es ólomlemez felét, tehát $\frac{1}{2}$ -ed mm-es ólomlemez ugyanakkora tömegű wolframmal helyettesíteni. Minthogy a wolfram sűrűsége



2. kép. Elnyelési görbék.

19.1 (majdnem 20), e célra elegendő $\frac{1}{4}$ mm-es wolframlemez. Ezt az $\frac{1}{2}$ mm-es ólomlemez mellé tehetjük vagy ötvözhetjük is vele; az ötvözet $50-50\%$ -os lesz. Ebből készítsünk olyan lemezt, melynek minden négyzetem-ére 1 gramm tömeg jut. Ennek tömeggyengítési együtthatója:

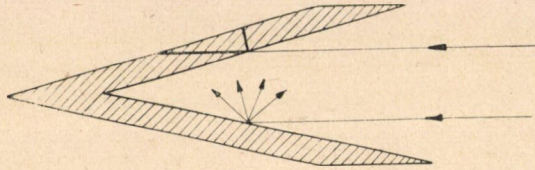
$$\frac{1}{2} \frac{\mu_{Pb}}{\rho_{Pb}} + \frac{1}{2} \frac{\mu_W}{\rho_W}$$

A $Pb + W$ ötvözet tömegelnyelési görbéjét a 2. képen a vastag vonal ábrázolja. Látjuk, hogy ez ötvözetből hengerelt lemez, melynek tömege négyzetem-kint éppen 1 gramm, jól elnyeli a 0.12 \AA -ös, meg a 0.14 \AA -ös sugarakat is, hiszen a μd értéke 4.5 -nél nagyobb. Igaz, hogy a 0.18 \AA -nél a görbének egy kis süllyedése van, de ezt



a hiányt a lemez vastagságának csekély növelésével ki lehet küszöbölni. Ha tiszta ólomból akarnánk ugyanilyen elnyelésű lemezt készíteni, legalább olyan kellene, melynek tömege négyzetem-kint 2 gramm, tehát kb. 2 mm vastag.

Megállapíthatjuk tehát, hogy a megfelelő elemekből készített ötvözet tömegelnyelési görbéjének ugrásai csökkennek: az elnyelési együttható nem süllyed nagyon mélyre és nem vesz fel nagy értékeket sem; az ötvözet elnyelése egyenletesebb, mint egyik alkotórészéé. Természetesen arra is kell ügyelni, hogy valamelyik alkotórész fajhője ne legyen túlságosan nagy, mert ez a melegedés szem-



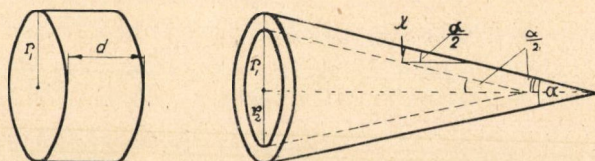
3. kép. A ferde sugárbeesés és az üreges sugárfelfogó előnye.

pontjából ismét hátrányos. Szerencsére a nagy rendszámú fémek fajhője nagyjában megegyezik, számértéke kb. 0·03 körül van.

Megjegyzendő, hogy az ötvözet az elnyelés szempontjából csak addig előnyös a tiszta fémmel szemben, amíg nem nagyon kemény színeképi tartományról van szó. (Pl. az ólom-wolframötvözet esetében a 0·12 Å-ig terjedőről.) Ha azonban azt kívánjuk, hogy sugárfelfogónk pl. a 0·07 Å hullámú sugarakat ne bocsássa keresztül, akkor a tiszta ólomból is, meg az ólom-wolframötvözetből is olyan lemezre van szükségünk, amelynek tömege négyzetem-kint egyenlő, mégpedig kb. 2 gramm.

Fontos dolog, hogy az elnyelő lemez vastagságának csak a *sugár irányában*, csak a sugár mentén számítva kell elegendő nagy lenni; a közönséges értelemben vett lemezvastagság lehet kisebb is. Ugyanis ha a Röntgen-sugár nem merőlegesen esik a lemezre, hanem ferdén, akkor a lemezben megtett út többször hosszabb lehet, mint a lemez tulajdonképpeni vastagsága (3. kép). Ha a sugár majdnem símulva esik a lemezre, akkor a sugár mentén számított vastagság, a sugár útja a lemezben egészen vékony hártya esetében is több mm vagy esetleg cm is lehet.

Ez a körülmény azért fontos, mert módot ad arra, hogy az elnyelő fémlémezből *üreges testet* készítsünk a nélkül, hogy a sugár útja az elnyelő rétegben kisebbednék és hogy az eredeti síklemez tömegét növelni kellene. Az üreges sugárfelfogóra meg éppen azért van szükség, mert a másodlagos sugarakat és a fotoelektronokat is el kell nyelni a sugárfelfogónak, hiszen csak ebben az esetben lehet a teljes sugárelnyelés föltételét jól megközelíteni, ha nem is egészen megvalósítani (3. kép). Úgy találtam, hogy sugárfelfogónak alkalmas az elnyelő fémlémezből készült *kúppalást*, melynek szögnyílása 30° vagy még kisebb. Nézzük meg, miféle előnyöket rejt ez magá-



4. kép. A lemez- és kúppalást tömegének összehasonlítása.

ban (4. kép). Az r_1 sugarú, d vastagságú és ρ sűrűségű körlemezből (m_k) készítsünk *vele egyenlő tömegű* (m_p) és egyenlő alapterületű kúppalástot. Kérdés, mekkora lesz a palást falvastagsága. A körlemez tömege

$$m_k = r_1^2 \pi d \rho.$$

A palást tömege

$$m_p = \frac{1}{3} (r_1^3 - r_2^3) \pi \rho \frac{1}{\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}}.$$

De

$$r_1^3 - r_2^3 = (r_1 - r_2) [3r_1 r_2 + (r_1 - r_2)^2],$$

tehát

$$m_p = \left[r_1 r_2 + \frac{1}{3} (r_1 - r_2)^2 \right] \pi \rho \frac{(r_1 - r_2) \cos \frac{\alpha}{2}}{\sin \frac{\alpha}{2}}.$$

A jobboldali utolsó tört számlálója a palást falvastagsága (x).

Ha $m_k = m_p$, akkor

$$d = \left[\frac{r_2}{r_1} + \frac{1}{3r_1^2} (r_1 - r_2)^2 \right] \frac{x}{\sin \frac{\alpha}{2}}.$$

Ha a palást elég vékony, akkor $r_1 \sim r_2$, tehát

$$x \sim d \cdot \sin \frac{\alpha}{2} \quad (1)$$

és a kúp tengelyével párhuzamosan (a beeső sugár mentén) számított rétegvastagság:

$$\frac{x}{\sin \frac{\alpha}{2}}$$

Ha $\alpha = 30^\circ$, akkor $\sin \frac{\alpha}{2} = \sin 15^\circ = 0.2588 \sim \frac{1}{4}$ és $x \sim \frac{d}{4}$.

Tehát a kúppalást falvastagsága az alapul vett lemezének $\frac{1}{4}$ része, viszont a tengellyel párhuzamosan beeső sugár által megtett út meg kb. 4 x , vagyis a kúppalást falvastagságának négyszerese. Ha a kúp még hegyesebb, nyílásszöge 30° -nál kisebb, akkor az $m_k = m_p$ egyenlőség fennállása esetében vastagsága (x) még kisebb lesz és a tengellyel párhuzamos sugár útja még hosszabb lesz, mint a vastagság négyszerese.

A kis nyílásszög előnyös a másodlagos sugárzások felfogása szempontjából, mert annál kevesebb másodlagos sugár és fotoelektron lép ki a kúp belsejéből, minél kisebb a nyílásszöge. Azonban ne felejtjük el, hogy a másodlagos sugarak a kúppalástot keresztül-kasul járják (nemcsak a tengellyel párhuzamosan), tehát a túlságosan vékony palástfal hátrányos, mert pl. a merőlegesen ráeső sugarak könnyen keresztülmennek rajta és így elvész az üreges felfogó előnye. (Igaz, hogy a Compton-hatás segít egy kicsit: az ismételt szétszóródás közben a sugarak egy része meglágyul.)

A kúppalást-alakú sugárfelfogó melegezésének mérésére legalkalmasabbnak találtam a *hőelektromos eljárást*. E módszer alap gondolata az, hogy hőmérsékletkülönbség legyen a sugárzásnak kitett kúppalást és a védett fémrészek között. Ez úgy érhető el, hogy a sugárzástól védett fémrészeket igen nagy tömegűnek választjuk a sugárfelfogóhoz képest és a hőközlést közöttük a legkisebbre csökkentjük. Minthogy a kemény Röntgen-sugárzás mérésekor a sugárfelfogó tömege legalább néhány gramm, a hidegen tartandó fémrészek tömegének ehhez képest kell nagyoknak lenni.

Bár a sugárfelfogó tömege aránylag nagy, a hőelem mégis nagyon érzékeny lesz, mert az érzékenység legfontosabb föltétele az, hogy a védett fémtömegek hidegen (azaz állandó hőmérsékleten) maradjanak s a legkisebb hőmérsékletkülönbség is kiegyenlítődéssel nélkül fennálljon. Legfeljebb az ilyen hőelem tehetetlensége lesz nagy: vagyis hosszabb ideig tart a sugárfelfogó fölmelegedése és a hőegyensúly bekövetkezése, mint a hőszugárzás mérésére való hőelemeknél, melyeknek sugárfelfogója vékony fémhártya. Hasonló alapelvet használt JOHANSEN,¹ KULENKAMPPF² és MOLL³ hőelektromos elem szerkesztésére, de az ő sugárfelfogójuk tömege sokkal kisebb volt 1 grammnál.

Minthogy a sugárfelfogóhoz csatlakoznak a hőelektromos elem különböző anyagi minőségű alkatrészei, figyelemmel kell lenni a hőelektromos indítóerőre érvényes alaptörvényre, mely szerint két fém közvetlen érintkezésekor a közöttük fellépő hőelektromos feszültségkülönbség ugyanakkora, mintha közbe tetszésszerű más fémeket is (pl. a sugárfelfogót és a forrasztóanyagot) iktatunk be. Föltéve, hogy a hőmérséklet mindkét esetben ugyanakkora.

A hőelektromos indítóerő a melegített és a védett érintkezési vagy forrasztási helyek hőmérsékletének különbségétől és a védett hely abszolút hőmérsékletétől függ. A függés törvényét tapasztalati úton is megállapították, de elméletileg is levezették. Egy új elektronelmélet alapján SOMMERFELD⁴ a következő képletet vezette le két fémből álló hőelektromos áramkörre, melynek érintkezési helyei T_1 és T abszolút hőmérsékletűek:

$$E = \frac{\pi^2}{3} \frac{mk^2}{eh^2} (\lambda^2 - \lambda'^2) (T_1^2 - T^2), \quad (2)$$

melyben E az elektromos indítóerő, m az elektron tömege, e pedig töltése; a h egyenlő 6.55×10^{-27} erg. sec, a $k = 1.37 \times 10^{-16}$ erg/grad; a λ és λ' a két fémben a közepes sebességgel (\bar{v}) mozgó elektronokhoz tartozó de Broglie-féle hullámok hosszát jelentik:

$$\lambda = \frac{h}{m\bar{v}}.$$

¹ JOHANSEN: Ann. d. Phys. 33, 517, 1910.

² KULENKAMPPF: l. c.

³ MOLL: Proc. of the Phys. Soc. of Lond. 35, 1923.

⁴ SOMMERFELD: Zsch. f. Phys. 47, 431, 1928.

E képlet levezetésekor az elektronok közepes sebességét (és az 1 köbcentiméterben lévő elektronok számát is) a fém hőmérsékletétől függetlennek tekintik, ami nem távoli hőmérsékleti határok között megengedhető.

A (2) képletet, első tagját A állandóval jelölve, így is írhatjuk:

$$E = A(T_1 - T)(T_1 + T) = A(T_1 - T)(2T + T_1 - T).$$

Legyen $T_1 - T = \vartheta$, akkor

$$E = 2AT\vartheta + A\vartheta^2. \quad (2a)$$

Látjuk, hogy a hőelektromos indítóerő kifejezésében az érintkezési helyek hőmérsékletkülönbségének első és második hatványa szerepel a hideg hely abszolút hőmérsékletén kívül. Megjegyzendő azonban, hogy szobahőmérsékleten ($T = 300\text{ C}^\circ$) a négyzetes tag együtthatója kb. 600-ad része az elsőfokú tag együtthatójának, tehát ez a második tag elhanyagolható, ha egyébként a ϑ elég kicsiny, mint a mi esetünkben, amikor $1/100\text{ C}^\circ$ körül lévő hőmérsékletkülönbségről van szó.

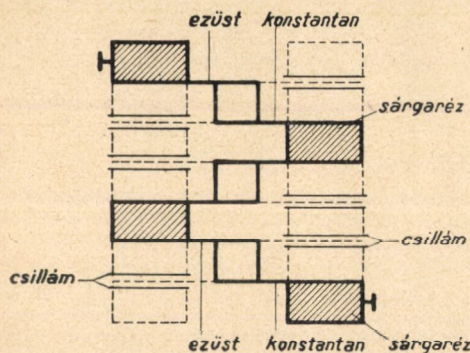
5. Az előzetes vizsgálatokhoz készített hőelektromos oszlopok.

Hosszas kísérletezés után, melyet mintegy 10 évvel ezelőtt kezdtem meg, 1932. tavaszán készült el az imént vázolt elvek alapján az első hőelektromos oszlop, mellyel a színeknek elég nagy tartományában lehetett a Röntgen-sugárzás erősségét mérni.¹

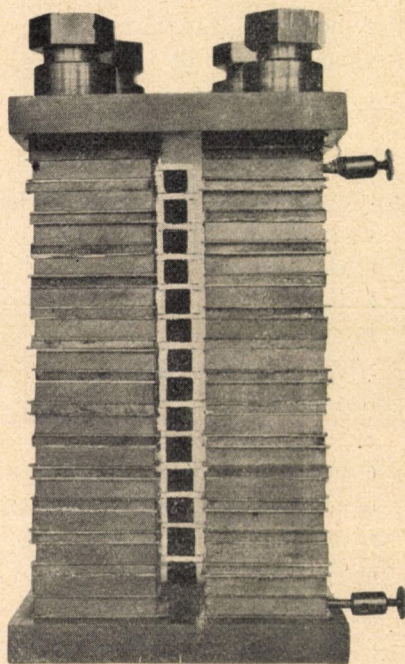
A sugárzás felfogására egyelőre 0,3 mm vastag aranylemezből kis gúlákat készítettem, melyeknek nyílásszöge kb 30° , alapéle pedig kb. 6 mm volt. A gúla tengelyével párhuzamosan beeső sugár a vékony aranylemezben kb. 1,2 mm hosszú utat tett meg. Az ilyen vastag aranyrétegen pedig már a $0,07\text{ \AA}$ körüli sugárzás sem hatol át, sem pedig az arany K elnyelési határánál kissé hosszabb hullámú sugárzás, amiről a $\mu\alpha$ mennyiség kiszámítása után meg lehet győződni. A védett részeket 4 mm vastag sárgarézlemezek alkották, melyeknek tömege igen nagy volt az aranygúla palástjához

¹ Ismertettem a M. T. Akadémia III. osztályának 1932. június 13-án tartott ülésén.

képest. Összekötő drótnak 0·05 mm átmérőjű ezüst és 0·1 mm vastag konstantan-drótot használtam. A hőszlop Kulenkampff szellemében az 5. képen látható módon épült fel. A két különböző drótot mindenekelőtt patkóalakban meggörbített halesont végei között feszítettem ki. Majd közéjük dugtam a kis aranygúlát és a drótokat ennek két szemben eső oldalához hozzáferrasztottam. A vékony drótok közé helyeztem azután a vastag sárgarézelemezeket, vagy staniolpapírral vagy vékony csillámlemezzel befödve, a szerint, hogy a drótot össze kellett-e kapcsolni a lemezzel, vagy éppen



5. kép. Az első hőelektromos oszlop készítése.



6. kép. Az első hőelektromos oszlop.

ellenkezőleg el kellett szigetelni tőle. Az egymásra tett vastag sárgarézelemezeket a rajtuk keresztülyúló és szigetelő csőben futó fémrudak tartják össze, természetesen jó erős csavarokkal ellátva (6. kép). A 14 aranygúla függőleges oszlopban helyezkedik el egymás fölött, alapéleik távolsága 1 mm rendű. A tengelyükkel párhuzamosan beeső sugárzás az elől és hátul nyitott hőszlopot átjárja, csak a gúla nyelik el az alapjukra eső sugárzást. A gúla alapterületének összege kb. 5·2 négyzetem. A hőelektromos oszlop belső ellenállása kb. 12 ohm.

A hőoszlopot igen gondosan kell védeni a külső hőhatásokkal szemben. Ezért mérés közben 6 mm vastag falú, jól zárt sárgarézdobozban állt, melyen 0·01 mm-es alumíniumhártyával elzárt nyílás volt a Röntgen-sugárzás belépésére. A rézdoboz ezenfelül még kettősfalú fadobozban nyugodott, melynek falközét finom tollpelyh hely töltötte ki s a sugáratbocsátó nyílást selyempapír takarta el. A hőoszlop HARTMANN & BRAUN gyártmányú forgótekerceses galvanométerrel állt kapcsolatban, melynek érzékenysége a következő: $0\cdot139 \times 10^{-6}$ volt felel meg 1 mm kitérésnek, 1 m osztályzattávolság és 4 ohm külső határellenállás esetén; belső ellenállása 5·3 ohm. Mérés közben az osztályzattávolság a tükörtől 6·5 m volt, a távcső pedig 1·5 m-re állt a galvanométer tükrétől, hogy nagyobb legyen az osztályzatnak látott képe. A hőoszlop a galvanométerrel együtt nagyobb vaslemezzel borított fadobozban nyugodott a zavaró hatások kiküszöbölése végett. Így azután elérhettem azt, hogy a galvanométer ingadozása órákon keresztül 0·5 osztályrésznél kisebb volt, jóllehet egy nagyon érzékeny hőelektromos oszloppal állt összeköttetésben.

Egy mérés eredménye pl. a következő volt: kb. 140 kilovolt csúcsfeszültség és 4 milliampère közepes Röntgen-áram esetén, 39 cm antikatód-távolságban, 89 osztályrésznyi kitérést kaptam (wolframantikatód). A kitérés 2—2½ perc alatt érte el legnagyobb értékét, azután állandó maradt, mert a hőoszlop környezetével hőegyensúlyba jutott. A sugárzás megszüntetése után a galvanométer néhány tized osztályrésznyi pontossággal visszatért eredeti állásába.

Hogy meg tudjuk mondani, mekkora sugárerősség felel meg az előbbi kitérésnek, e célból az eszközt hitelesíteni kell. A hitelesítés módjáról részletesebben a 24. oldalon emlékezem meg. Most csak annyit említek meg, hogy e célra az állandó hőmérsékletű fallal határolt ürből kilépő ú. n. fekete sugárzást használtam, melynek erőssége régebbi mérések alapján jól ismeretes. A mérőnyílás nagysága $1\cdot17 \text{ cm}^2$, távolsága a sugárfelfogó gúlák alapsíkjától 74·7 cm volt. A hitelesítést négy különböző hőmérsékleten végeztem. Az eredmény szerint az egy osztályrésznyi kitérésnek megfelelő és mp-ként a sugárfelfogóra eső energiamennyiség:

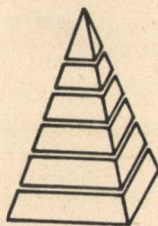
$$7 \times 10^{-8} \text{ gcal/sec.}$$

Tehát 100 osztályrésnyi kitérésnek megfelel 7×10^{-6} gcal/sec. Kb. ennyi volt a sugárfelfogóra eső sugárzás energiája mp-ként az előbbi kísérletkor.

Megjegyzendő, hogy a hitelesítés közben a selyempapírt és az alumíniumhártyát el kellett távolítani a mérőszekőrről. Ez azonban az érzékenységet nem változtatta meg. Erről úgy győződtem meg, hogy megmértem ugyanannak a Röntgen-sugárzásnak beesésekor a kitérést mindkét esetben. Természetesen a vassal bevont nagyobb fadobozon rajta volt az alumíniumablak és fekete kartonlapok is megakadályozták a hősugárzás átjutását. Belátható, hogy a nyitott eszköz nyugtalanabb, mint a zárt; egyensúlyi helyzete nem olyan határozott. (Mindenesetre előnyösebb az olyan hitelesítési eljárás, amely nem kívánja meg a készülék kinyitását; ilyen van, ezt a további vizsgálataimban használni is fogom.)

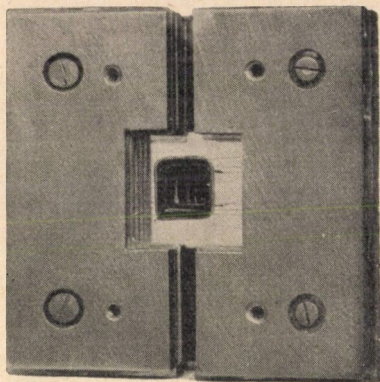
A kitérésnek a beeső sugárzással való arányosságáról, továbbá az alacsonyabb T hőmérséklet állandóságának szükségességéről az újabb eszköz tárgyalásakor emlékezem meg. (Lásd 27. old.)

Mint hogy az ismertetett hőelektromos oszlop elég magas volt: a gúla alapja közel 10 cm hosszú szalag mentén helyezkedett el s így a sugárzás csak a Röntgen-lámpától nagy távolságban esett volna be közelítőleg párhuzamosan a gúla tengelyével, ezért egy újabb hőoszlopot szerkesztettem. Az ismertetett 50—50 % os wolfram-ólm ötvözetből hengerelt 0.4 mm vastag lemezből, amely időközben megérkezett, 30° szögnyílású, de kb. 12 mm alapélű gúlapalástot készítettem, melyet azonban az alapélekkel párhuzamosan 6 szeletre vágtam (7. kép.). Mindegyik szelethez 0.05 mm-es ezüst és 0.1 mm-es konstantandrótot forrasztottam. Majd a drótok végét staniol- és csillámlemezek közbehelyezésével vastag sárgarézlemezek közé fogtam be, úgyhogy az 6 elemet sorba kapcsoltam. A gúlapalást szétvagdalt részei úgy kerültek egymás fölé, hogy a tengely irányában tekintve a palást belsejébe, az ember egy teljes gúlapalástot látott maga előtt (8. kép.). Az egyes palást-részek között persze vékony hézag volt. Ez a hőoszlop is rész-



7. kép.
A szétvagdalt gúlapalást.

dobozba került és hőszigetelő burok vette körül. Most a sugárzás 12×12 négyzetmm-es területre esett, tehát fölvehettem, hogy a sugarak a gúla tengelyével párhuzamosak. Igaz, hogy viszont hát-



8. kép. A második hőelektromos oszlop.

rányok is léptek föl: a palást nem volt eléggé zárt, a készülék nem volt olyan érzékeny, mint az előbbi.

6. Az újabb hőelektromos mérőeszköz. (Röntgen-ergométer.)

Éppen az utóbb leírt hőelektromos oszlop készítése közben támadt az a gondolatom, hogy kár a gúlapalástot szétvagdalni, jobb volna a maga egészében meghagyni s *egyetlen egy hőelemhez* sugárfelfogónak hozzáferrasztani. Valóban sikerült ilyen eszközt szerkesztenem.

A sugárfelfogó. Ezt az említett $Pb+W$ ötvözetből hengerelt 0.4 mm vastag lemezből készítettem. A gúla helyett 30° szögnyílású *kúpot* választottam, melyet sokkal könnyebben el lehetett készíteni, mint a gúlát. (Ugyanis az ötvözet eléggé törékeny.) A kúp belső alapkörének átmérője 1.18 cm (3. kép), tömege kb 2 gramm. A tengellyel párhuzamos sugárút a palást belsejében majdnem 1.6 mm, jóllehet a lemez vastagsága csak 0.4 mm.

Könnyen meggyőződhetünk róla, hogy az 1.6 mm vastag lemez a 0.07 \AA -nél lágyabb sugarakat gyakorlati szempontból nem bo-

csátja magán keresztül. Ugyanis az ötvözet tömegelnyelési együtthatója e sugárzásra:

$$\left(\frac{\mu}{\rho}\right)_{Pb+W} = \frac{1}{2} 2 \cdot 11_{Pb} + \frac{1}{2} 1 \cdot 95_W = 2 \cdot 03.$$

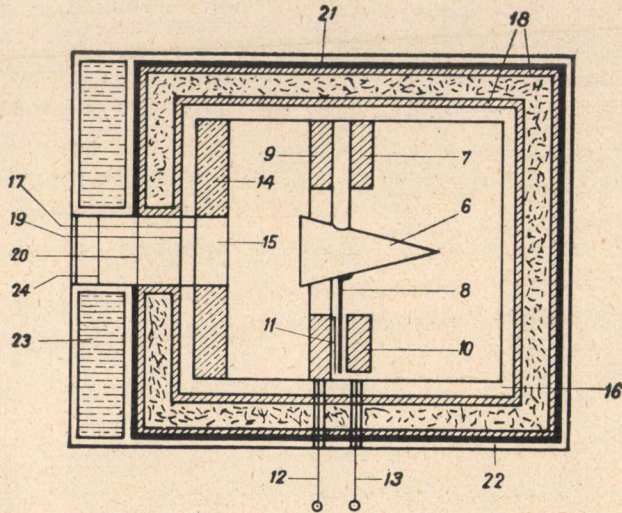
Az ötvözet sűrűsége $14 \cdot 2$, tehát az $1 \cdot 6$ mm-es ($0 \cdot 16$ cm-es) lemez tömege négyzetcm-kint $14 \cdot 2 \times 0 \cdot 16 = 2 \cdot 27$ gramm, mely egyenlő ρd -vel. Így $(\mu/\rho)_{Pb+W} \cdot (\rho d) = 4 \cdot 61$. Tehát az e kitevője az elnyelési képletben elég nagy arra, hogy a $0 \cdot 07 \text{ \AA}$ sugárzásból gyakorlatilag semmi se jusson keresztül a lemezen. Ha vastagabb lemezt veszünk, elérhetjük, hogy az $0 \cdot 05 \text{ \AA}$ -ös sugárzás sem hatol keresztül rajta, pedig ez már nagyon kemény sugárzás. Egyúttal persze a lágyabb sugarak sem hatolnak keresztül. A sugárfölfogó kúp alapterülete most olyan kicsiny, hogy a 25 — 30 cm távolságban lévő antikatódból ráeső összes sugarak a tengellyel párhuzamosnak tekinthetők.

Megjegyzendő, hogy a sugárfelfogó kúpot $0 \cdot 4$ — $0 \cdot 5$ mm vastag arany vagy platinalemezéből készítve, szintén arra az eredményre jutunk, hogy a kúp kb. $0 \cdot 05 \text{ \AA}$ -ig gyakorlatilag semmiféle sugárzást sem bocsát keresztül.

A h ő e l e m. Minthogy egyetlen egy hőelemmel óhajtjuk jelezni a sugárfelfogó csekély hőmérsékletemelkedését, az ezüst-konstantan elempár helyett másikat kellett választani, mert ez erre nem elég érzékeny. Alkalmasnak találtam a *tellur-ezüst* (Te — Ag) és a *tellur-nikkel* (Te — Ni) elempárt, melynek hőelektromos indítóereje kb. tízszer akkora, mint a konstantan-ezüsté, ugyanakkora hőmérsékletkülönbséget véve a meleg és hideg forrasztási helyek között. (Megjegyzendő, hogy a Te — Cu , Te — Pt és Te — Bi elempárok is megfelelnek a célnak az irodalomban található adatok alapján.¹) A tellur-rudat és az ezüstdrótot a sugárfelfogó kúp derekához forrasztottam Wood-féle fémme, melyet elemeiből saját magam olvasztottam össze. A 13. oldalon említett törvényszerűség alapján a hőelektromos indítóerő ugyanakkora volt, mintha a Te — Ag közvetlenül érintkezett volna egymással.

¹ LANDOLT-BÖRNSTEIN: Phys.-Chem. Tabellen, 5. Aufl., II. Ergänzungsband, 2. Teil, 952. o.

Mérés közben gondoskodni kell róla, hogy a $Te-Ag$ másik vége állandó hőmérsékleten (hidegen) maradjon. Ezért a kúp elé 1 cm vastag átfűrt ólomlemez tettem, melyen keresztül csak a kúp belsejébe esett sugárzás (9. kép). Ezenfelül a $Te-Ag$ szabad végét nagy sárgaréz-lemezek közé fogtam, amelyeknek tömege igen nagy a kúpéhoz képest. (Még jobban megfelel a célnak a vörösréz, mert



9. kép. A mérőeszköz keresztmetszete. 6 a sugárfelfogó kúp, 7, 9 és 10 vastag sárgarézlemezek, 8 ezüstdrót, 11 vékony csillámlemez, 12 és 13 a kivezetések, 14 vastag ólomlemez, 15 a nyílás, 16 sárgarézdoboz, 17 belső alumíniumhártya, 18 kettősfalú fadoboz, 19 és 20 selyempapír, 21 vasburkolat, 22 sárgarézburok, 23 vízréteg, 24 külső alumíniumhártya.

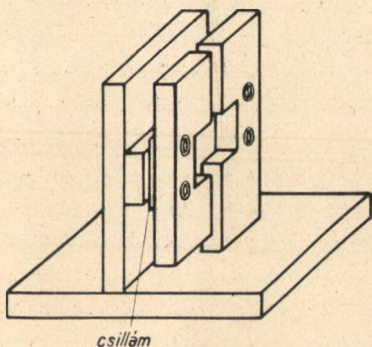
jobb hővezető.) A tartó-sárgarézlemezeket alól egy másik lemezhez erősítettem, kivéve az ezüstdrót egyik tartólemezt, amely az alaphoz nem ért hozzá és amelyet a vele szomszédos lemtől vékony csillámréteg szigetelt el (10. kép). A két lemezt összekötő csavar fejét is szigetelő anyaggal kibélelt nyílásban helyeztem el. Az így felszerelt hőelemet 6 mm vastag falú sárgarézdobozba zártam, melynek falához az alplemezt hozzáerősítettem. Tehát a sugárzástól védett helyek igen nagy fémtömegekkel érintkeztek. A Röntgen-sugárzás a doboz falába vágott nyíláson keresztül esett be, melyet

0.01 mm vastag alumíniumhártya zárt el. A doboz oldalfalán keresztül két elektromos kivezetés futott szigetelőgyűrűk belsejében: egyik az ezüstdrót hideg végétől, a másik a tellurrúd hideg végétől indult ki.

Az egész hidegen (helyesebben állandó hőmérsékleten) tartandó fémtömeg több kilogramm súlyú volt, míg a sugárfelfogó csak kb. 2 gramm. A mérés tartama alatt a sugárfelfogó kúp — a hőegyensúly beálltakor is — valamivel magasabb hőmérsékletű, mint a falak és a hideg rész s állandóan ad is át hőt vezetés és sugárzás útján a falaknak, mert állandóan kap. Azonban, minthogy ez a hőmennyiség csekély és a fémtömeg nagy, ezenfelül a kapott melegmennyiség pillanatok alatt eloszlik benne, a falak és a hőelemnek ú. n. hideg forrasztási helyei állandó hőmérsékletűnek tekinthetők.

A hőszigetelés. A mérési eljárás alap gondolata az volt, hogy a sárgarézdoboz belsejébe kívülről csak a Röntgen-sugárzás által szállított hő juthat be, legalább is a mérés ideje alatt; viszont ki meg

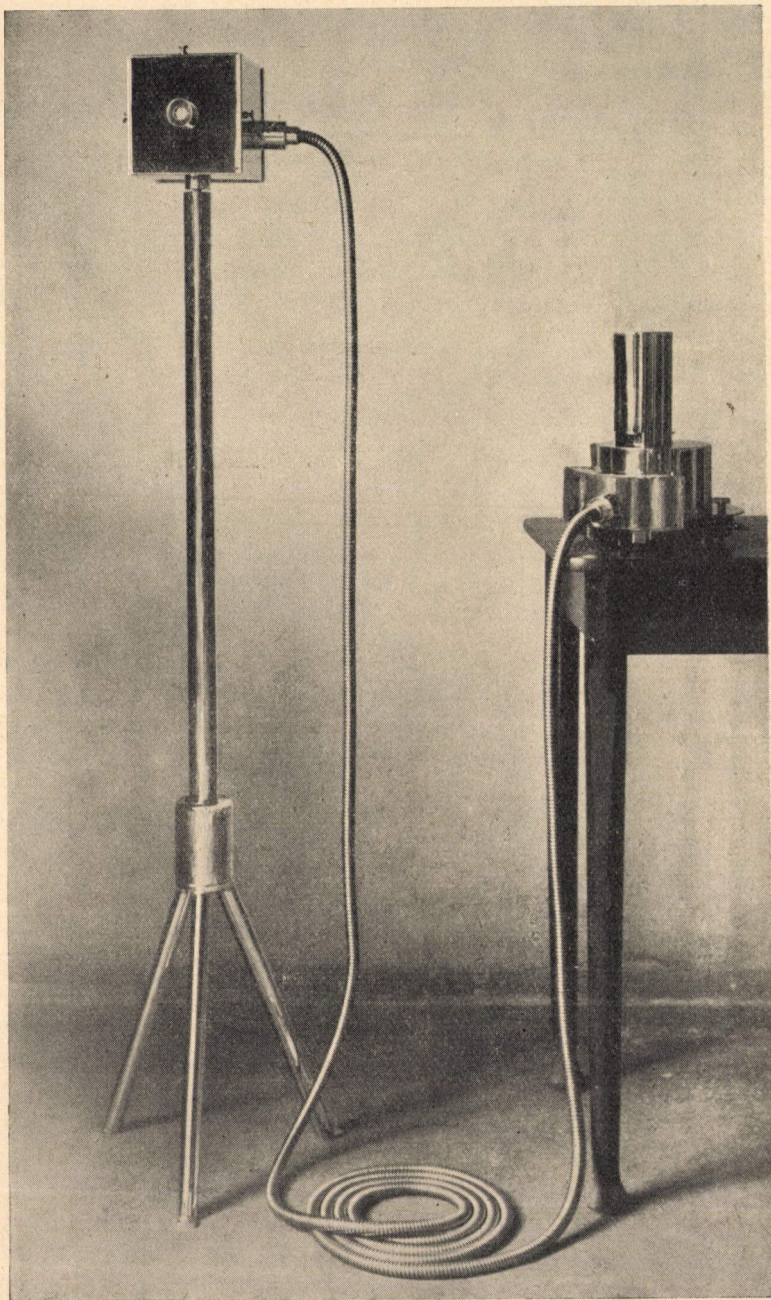
nem juthat belőle meleg. Ezért kitűnő hőszigetelésről kellett gondoskodni (9. kép.) A belső fémdobozt kettősfalú fadoboz veszi körül, melynek falközét pehelytoll tölti ki, a sugárzás belépésére szánt nyílást pedig mindkét oldalon selyempapír takarja. A fadobozt 1 mm vastag falú vasburkolat fedi, mely az indukciós zavarok ellen védi a készüléket. Kívül még 2 mm vastag falú rézdoboz burkolja be a készüléket, melyben a sugárbeesés oldalán 1 cm vastag vízréteg van, hogy a lámpa felől közvetlenül érkező hőt felfogja. E külső sárgarézdobozt tükörfényes krómréteg vonja be, mely a hőszugarakat jól visszaveri. A sugárbelépési nyílást most is 0.01 mm vastag alumíniumhártya zárja el, amely az esetleg kapott meleget azonnal átadja a vízrétegnek. Szóval a Röntgen-sugárzás egy alumíniumhártyán, 2 selyempapíron és ismét egy alumíniumhártyán keresztül



10. kép. A sugárfelfogó kúp tartó-oszlopai.

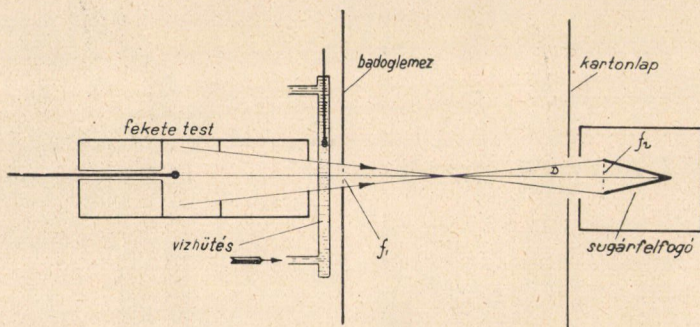
juthat a készülék belsejébe. Hősugárzás a sugárfelfogót egyáltalában nem érheti: a készülék elé tartott izzólámpa sugárzását nem érzi meg. A szigetelőburkolaton áthatoló vékony és külön szigetelt sárgarézkivezetésekhez csatlakozik a hajlékony fémtömlőbe húzott, összefont vezetőzsinór, mely a készüléktől 4—5 m távolságban elhelyezett galvanométerhez vezet. Az egész készülék a 11. képen látható: maga a mérőeszköz szilárd fémállványon nyugszik; a hajlékony fémtömlő olyan hosszú, hogy a galvanométert a Röntgen-lámpától távol, esetleg egy másik szobában lehet felállítani; célzerű az épület egyik főfalához erősített faliasztalkára tenni.

A galvanométer. Ez HARTMANN & BRAUN gyártmányú forgótekerceses eszköz, külön hőelektromos áramok mérésére készült. Tekercsének ellenállása 2·4 ohm, a külső határellenállás, melynek bekapcsolásakor a galvanométer lengés nélkül foglalja el egyensúlyi helyzetét, 1·9 ohm. Érzékenysége az említett határellenállás bekapcsolásakor a következő: 1 m osztályzat-távolság alkalmával 1 mm kitérésnek megfelel $0\cdot09 \times 10^{-6}$ volt és 230×10^{-10} ampère. A lengési idő fele nyitott tekercs esetében 15 sec. A galvanométert sárgaréz-lemezből készült és bekrómozott tükörfényes burkolat veszi körül és védi a külső zavaró hatásokkal szemben. Megjegyzendő, hogy a galvanométer eredeti belső védőburkolata vasból készült. A hajlékony fémtömlőben futó vezetőzsinór jó hőszigetelő dugasszal csatlakozik a galvanométernek ugyancsak jól szigetelt szorítócsavarjaihoz. Minthogy a Röntgen-sugárzás beesésekor a galvanométer tükrenek szögelfordulása nagyon csekély, az osztályzatot a tükörtől 8—10 m távolságra kellene állítani, hogy jól leolvasható kitéréssekert kapjunk. Ennek laboratoriumi méréskor nincsen akadály, de kényelmetlen, ha az eszközt pl. az orvosi gyakorlatban óhajtjuk használni. Ezért egy olyan tükörleolvasási módszert alkalmaztam, amelyhez nem szükséges az említett nagy távolság, hanem a leolvasó műszert ráerősítettem a galvanométer alzatára, a tükörtől nem messze, tehát a leolvasó műszer mintegy kiegészítő része a galvanométernek. Ennek ellenére körülbelül ugyanannyi osztályzat kitérést észlelhettem, mint távcsöves leolvasáskor az előbbi nagy osztályzattávolság esetén. Egy osztályzat felét jól meg tudtam becsülni. A leolvasó berendezés arra is alkalmas, hogy vele a kitérést regisztrálni lehessen.



11. kép. A mérőeszköz (balról) és a galvanométer (jobbról).

Hitelesítés. Hogy a Röntgen-sugárzás erősségét a sugárfelfogó kúp nyílásának helyén erg/sec.cm^2 egységben meg tudjuk mondani, az eszközt előbb hitelesíteni kell, vagyis meg kell állapítani, hogy egy osztályrésznyi kitérésnek mekkora energiameennyiség felel meg az említett egységben mérve. Nyilvánvaló, hogy e hitelesítésnek csak akkor van értelme, ha a kitérés arányos a sugárzás erősségével és ha a védett (hidegen tartott) forrasztási helyek meghatározott hőmérsékleten vannak. Később részletesen megvizsgáljuk majd e körülmények szerepét a hitelesítésben, most csak annyit bocsátunk előre, hogy az arányosság fennáll, a védett fémtömegek hőmérséklete pedig az érzékenység szempontjából



12. kép. A mérőeszköz hitelesítése.

mindaddig nem játszik szerepet, míg ez a hőmérséklet a szoba-hőmérséklet közelében van. Ez nagy előny, mert mellőzhetjük a hőmérsékleti alappontot.

A hitelesítésre a fekete sugárzást használtam. A fekete test kb. 20 cm hosszú és 8 átmérőjű máztalan agyaghenger volt, melybe eternit-palából kivágott sugárhatárolókat tettem (12. kép). A hengerre kívül konstantan-drótot tekereszttem, melyet elektromos áram melegített. A hőmérsékletet vas-konstantan hőelektromos hőmérővel és ellenőrzött higanyhőmérővel mértem. (Az elkövetett hiba 0.5° -nál kisebb volt.) A fekete test nyílása előtt kettősfalú befeketített sugárfogó állt, melyen víz folyt keresztül lassú áramban és amelyet könnyen el lehetett tolni a sugárzás útjából. A benne lévő víz hőmérsékletét, mely alig különbözött a szobahőmérséklettől, higanyhőmérővel mértem. Ezután következett az ú. n.

mérési sugárhatároló: nagy bádoglemezbe vágott 1·12 cm átmérőjű köralakú nyílás. Tőle 41·95 cm távolságban volt a sugárfelfogó kúp alapköre, mégpedig úgy, hogy a középpontjukat összekötő egyenes mindkét kör síkjára jó megközelítésben merőlegesen állt. Természetesen most a sugárfelfogó védőburkolatát ki kellett nyitni, mert a hőszugarak különben nem hatolhattak volna belsejébe. Tehát mindkét alumínium-hártyát és a selyempapírokat is eltávolítottam. Besötétített szobában teljesen kielégítő volt a hőegyensúly: a galvanométer nyugodtan állt. A sugármérőt még átlukasztott fekete kartonlap is védte a hőhatásoktól.

A hitelesítés a következőképpen folyt le. Mindenekelőtt a fekete test sugárzó nyílását elzártam a vízhűtéses sugárfogóval és bevártam a hőegyensúly bekövetkezését, minek jeléül a fekete testben lévő és a sugárfogóban álló hőmérő állása változatlan lett. Ekkor leolvastam a galvanométer állását és a hőmérőket is. Majd eltoltam a sugárfogót és bevártam, míg a galvanométer kitérése elérte a legnagyobb értékét és állandóvá vált. Ezután újra elzártam a sugárzó nyílást, mire a galvanométer ismét elfoglalta eredeti egyensúlyi helyzetét. Végül még egyszer leolvastam a fekete test és a vízhűtéses sugárfogó hőmérőjének állását, amelyet pár tizedfokig mindig állandónak találtam.

Ezután hátra volt annak a kiszámítása, hogy a fekete testből mekkora energiameennyiség esik 1 sec alatt a sugárfelfogóra. Ugyanis ezt elosztva a galvanométer kitéréseivel, megkapjuk az 1 osztályrésznyi kitéréshez szükséges beeső energiát mp-ként. A képlet, mely a sugárfelfogóra mp-ként beeső fekete sugárzás energiáját kifejezi, a következő:

$$E_f = \frac{\sigma}{\pi} (T_f^4 - T_s^4) \frac{f_1 f_2}{l^2} \quad (3)$$

E képletben a σ a fekete sugárzási állandó: jelenti azt az energiameennyiséget, amelyet az 1 abszolút fok hőmérsékletű fekete test felületegysége 1 mp alatt kisugároz,

$$\sigma = 5.774 \times 10^{-5} \frac{\text{erg}}{\text{cm}^2 \text{sec grad}^4} \cdot 1$$

¹ MÜLLER: Zsch. f. Phys. 82, 1, 1933.

T_f a fekete test, T_s a sugárfogó abszolút hőmérséklete; f_1 a sugárzó nyílás területe, f_2 a sugárfelfogó kúp alapjáé; D az f_1 és f_2 távolsága egymástól. Környílások esetében a képlet így is írható:

$$E_f = \pi \sigma (T_f^4 - T_s^4) \left(\frac{r_1 r_2}{D} \right)^2. \quad (3a)$$

A képlet levezetésekor föl vesszük, hogy a T_s hőmérsékletű jól befeketített sugárfogó is fekete sugárzást bocsát ki magából. Ha ezt eltoljuk, a sugárzás útjából akkor csak a fekete sugárzás hőmérsékletét emeltük T_s -ről T_f -re.

Az f_1 környílás sugara katetométerrel mérve $r_1=0.56$ cm és az f_2 sugárfelfogóé $r_2=0.59$ cm; továbbá a $D=41.95$ cm.

A hitelesítést három különböző hőmérsékleten végeztem. Az eredményeket az 1. táblázatban foglaltam össze; a pontosság pár %-os.

1. Táblázat.

T_f	C_f°	T_s	C_s°	A galvanom. kitéréseinek középértéke	A galv. 1 oszt. résznyi kitérésének megfelelő energia/sec		
447	174	296	23	85	4,2 erg/sec.	$4,20 \cdot 10^{-7}$ watt	$1,04 \cdot 10^{-7}$ cal/sec
402	129	296	23	49	4,22 „ „	$4,22 \cdot 10^{-7}$ „	$1,08 \cdot 10^{-7}$ „ „
368,5	95,5	295	22	28,5	4,2 „ „	$4,20 \cdot 10^{-7}$ „	$1,04 \cdot 10^{-7}$ „ „

Hogy ez az érzékenység a Röntgen-sugárzás szempontjából mit jelent, arra nézve megemlítjük, hogy kb. 140 kilovolt csúcsfeszültség és 4 milliampère közepes lámpaterheléskor, wolfram antikatódú lámpa sugárzása, 25 cm antikatód-sugárfelfogó távolság esetén, 120 osztályzatnál nagyobb kitérést okozott, úgyhogy a leolvasó műszer látóterében a mozgó jel egyik szélső helyzetéből kiindulva a másik oldalon eltűnt. Egy kis WULF-féle gyűszűkamrával mért dózis e helyen 1.5 r/sec volt.

A táblázat adataiból egyúttal az is következik, hogy a galvanométer kitérése arányos a beeső sugárzás erősségével (a sugárfelfogó védett részének egy bizonyos hőmérséklete mellett).¹

¹ Kísérleteket fogunk végezni arra nézve is, hogy ugyanazon sugárzás beesésekor mennyire függ a kitérés a sugárfelfogó hideg helyének hőmérsékletétől. A kísérlet egyszerűen úgy végezhető, hogy az észlelő helyiséget előbb kihűtjük, majd 30—35 C°-ra befűtjük.

A kitérés nagysága jelentékenyen függ a hőelektromos elem belső ellenállásától is. Ugyanis ennek nem szabad nagyon túllépni a galvanométer részére előírt külső határellenállást, viszont alatta sem szabad maradni. A galvanométer külső határellenállása $r_g=1.9$ ohm. A hőelemét (r_e) könnyű volt vele megmérni, hiszen nem kellett mást tenni, mint a hőelektromos elem és a galvanométer áramkörébe valamilyen ismert külső ellenállást (r_k) bekapcsolni és megfigyelni a galvanométer kitérésének csökkenését. Föltéve persze, hogy a sugárfelfogóra állandó sugárzás esik és így a hőelektromos indítóerő változatlan. Ekkor az OHM-féle törvény alapján az elektromos indítóerő a két esetben így fejezhető ki:

$$i_1(r_g + r_e) = i_2(r_g + r_e + r_k),$$

hol i_1 és i_2 a két esetben az áramerősséget jelenti, mellyel a galvanométer kitérése arányos. Ebből az egyenletből

$$r_e = \frac{r_k}{\frac{i_1}{i_2} - 1} - r_g. \quad (4)$$

Az i_1/i_2 hányados egyenlő a galvanométer két kitérésének hányadosával; a többi mennyiség meg mind ismeretes a (4) egyenlet jobb oldalán, tehát r_e kiszámítható. A fekete testet 176°C -on tartva és $r=5$ ohm-ot bekapcsolva a kapott adatokból a sugárfelfogó hőelektromos elem belső ellenállása $r_e=3.8$ ohm. Ez az 1.9 ohm külső határellenállás kétszerese. Tehát kb. felére lehet kisebbiteni, mikor is a mérőeszköz érzékenysége jelenlékenyen növekszik. Ebből látjuk, hogy a hőelektromos mérőeszköz szerkesztésekor fontos szerepet játszik a galvanométer belső ellenállása is.

A hitelesítés ismertetett módja ellen azt az ellenvetést is lehetne tenni, hogy a Röntgen-sugárzás és a hőszugárzás nem egyenlő módon melegíti a sugárfelfogót, hiszen az egyik a fémréteg mélyébe hatol, a másik meg csak a felszín melegíti. Erre vonatkozóan megjegyezzük, hogy a sugárfelfogó fémkúp jó hővezetőképessége biztosítja a gyors hőkiegyenlítődést.

Megjegyzések a hitelesítéshez. Azt a tapasztalati igazságot, hogy a kitérés arányos a beeső sugárzás erősségével, elméletileg is megindokolhatjuk. Föltesszük, hogy a védett fém-tömegek hőmérséklete állandó, csak a sugárzás erőssége változik.

A sugárfelfogó kétféleképpen ad át hőt környezetének: vezetés és sugárzás útján. (A konvekciótól eltekintünk.) A *vezetés* útján átadott hő (q_v) arányos a sugárfelfogó és a környezet hőmérsékletének különbségével:

$$q_v = a(T_1 - T),$$

ahol a T_1 a sugárfelfogó és T a környezet abszolút hőmérséklete. Legyen a T állandó, a T_1 pedig a beeső sugárzás erősségétől függ.

Vajjon a *sugárzási veszteség* mit eredményez. Föltesszük, hogy a sugárfelfogó kisugárzására a fekete sugárzás törvényei alkalmazhatók. Tehát hőegyensúly alkalmával bizonyos sugárzás beejtésekor a mp-ként kiadott sugármennyiség növekedése

$$q_s = sT_1^4 - sT^4 = s(T + \Delta T)^4 - sT^4 = 4sT^3 \Delta T = 4sT^3(T_1 - T),$$

ugyanis a sugárfelfogó sT^4 sugármennyiséget ad át a környezetnek Röntgen-sugár beesése nélkül. Tehát a sugárzás útján kiadott energiátöbblet arányos a hőmérséklet-emelkedéssel, míg ez kicsi.

Az egész hőkiadás a Röntgen-sugárzás beesésekor

$$q_v + q_s = (a + 4sT^3)(T_1 - T). \quad (5)$$

Ha kétszer olyan erős sugárzás esik be, a hőegyensúly bekövetkezésekor kétszer akkora hőmennyiséget kell a sugárfelfogónak átadni a környezetébe. De ez csak úgy lehet, ha a $T_1 - T$ különbség kétszer akkora lesz. Igen, de ez esetben kétszer akkora lesz a hőelektromos indítóerő és az áram erőssége is, tehát kétszer akkora lesz a kitérés.

Föltehetjük, hogy a sugárfelfogó nagyrészt vezetés útján adja át a hőt környezetének és elhanyagolható kicsiny a sugárzás útján bekövetkező hőveszteség. E föltevésre az a körülmény jogosít, hogy a tapasztalat szerint a hőelemek érzékenysége légiüres térben nagyon megnövekszik.

Most fölvetjük a másik kérdést: vajjon a védett, a hideg helyek hőmérséklete milyen befolyással van a hőmérséklet emelkedésére változatlan erősségű sugárzás beesésekor. T alaphőmérséklet esetén legyen a sugárfelfogó emelkedett hőmérséklete T_1 . Változék meg az alaphőmérséklet T' -re, ekkor az emelkedett hőmérséklet legyen T'_1 . Hőegyensúly esetén az első és a második eset-

ben a vezetés és sugárzás útján kiadott hőmennyiségek összege egyenlő:

$$(a + 4sT^3)(T_1 - T) = (a + 4sT'^3)(T'_1 - T'). \quad (6)$$

Ugyanis mindkét esetben ki kell adni a sugárfelfogónak az egész ráeső sugárzást.

Természetesen a (6) egyenletből következik, hogy általában

$$T_1 - T \neq T'_1 - T'.$$

Mégpedig minél magasabb a kiindulási hőmérséklet (T ill. T'), annál kisebb lesz az emelkedés, mert annál erősebb a kisugárzás. Viszont alacsonyabb hőmérsékleten meg fordítva van a dolog. Eppen ezért a hőelem érzékenységet úgy is lehet fokozni, hogy pl. folyékony levegővel vesszük körül: ekkor a sugárzási veszteség kicsiny lesz. A két hőmérsékletkülönbség hányadosa:

$$\frac{T'_1 - T'}{T_1 - T} = \frac{a + 4sT^3}{a + 4sT'^3} = \frac{1 + \frac{4s}{a} T^3}{1 + \frac{4s}{a} T'^3}.$$

Legyen T és T' a szobahőmérséklet körül. Minthogy ekkor vezetés útján nagyobb a hővesztés, mint sugárzás útján,¹

$$\frac{4s}{a} T^3 \text{ és } \frac{4s}{a} T'^3 < 1.$$

Tehát geometriai sorba fejthetünk:

$$\begin{aligned} \frac{T'_1 - T'}{T_1 - T} &= \left(1 + \frac{4s}{a} T^3\right) \left(1 - \frac{4s}{a} T'^3 + \dots\right) = \\ &= 1 + \frac{4s}{a} T^3 \left(1 - \frac{T'^3}{T'^3}\right) - \left(\frac{4s}{a}\right)^2 T^3 T'^3 + \dots \end{aligned}$$

Fölvehetjük, hogy $\frac{4s}{a} T^3 \sim \frac{1}{24}$, mert a vezetés útján való hő-

kiadás a tapasztalat szerint a sugárzási veszteségnek 24-szerese is lehet szobahőmérsékleten.¹ Minthogy ekkor elhanyagolhatunk,

$$\frac{T'_1 - T'}{T_1 - T} \sim 1.$$

¹ LEBEDEV: Ann. d. Phys. 9, 209, 1902.

Szóval tehát elhanyagolható csekély az a változás, melyet a hőmérsékletemelkedésben a hőelektromos elem védett részeinek alaphőmérséklete okoz, ha ez a szobahőmérséklet körül van. De a (2a) képletben a hőmérsékletkülönbségen kívül a védett helyek absz. hőmérséklete (T) is szerepel szorzóképen (a négyzetes tagtól eltekintünk). Ha a T a szobahőmérséklet körül van, ez a körülmény sem jelentős. Egyébként laboratoriumi méréskor olvadó jéggel is körül lehet venni az eszközt.

Tudományos alkalmazások. Nem óhajtjuk részletezni azokat a tudományos kérdéseket, melyeknek vizsgálatában az új sugármérőnek szerepe van, csak azt említjük meg, hogy a Röntgen-sugárzásnak bármilyen hatását vizsgáljuk is, legelsősorban a beeső sugárzás erősségét kell ismernünk, vagy az elnyelt sugárzás energiáját. Ezt pedig sugármérőnkkel kényelmesen és jól meg tudjuk mérni.

Orvosi alkalmazás. (Dózis-mérés.) Az új eszköz egyik nevezetes alkalmazási területének látszik az orvosi Röntgen-sugáradag (dózis) mérése. Az emberi testbéli dózis jelenti azt a Röntgen-sugármennyiséget, amelyet a testnek egy köbcm térfogatnyi része elnyel. (Ez lényegesen különbözik a test felszínének egy négyzetcm-es darabjára eső sugárzó-energiától: a sugárzás erősségétől.) Ezt az elnyelt sugármennyiséget kellett volna energia-egységben megmérni, pl. a sugárzás hőhatása alapján. Minthogy ez a Röntgen-gyógykezelés előrehaladásakor is még kivihetetlennek vagy legalább is igen nagy nehézségekbe ütközőnek látszott, e miatt az orvosi gyakorlatban teljesen lemondtak az elnyelt energia megméréséről és a Röntgen-sugáradagot a sugárzásnak ionozó hatása alapján mérték meg s így határozták meg a sugármennyiség egységét is. A Röntgen-sugárzás egysége a *röntgen* (jele «r»): az a sugármennyiség, amely 1 köbcm 0 C°-ú és 760 mm nyomású levegőt járva át, telített áram esetében 1 elektrosztatikai elektromos töltés-egységet tesz szabaddá. (A korlátozó föltételeket elhagytuk.)¹

A dózisméréskor rendszerint a levegőben elnyelt sugáradagot mérik meg ionos kamrával az előbbi egységben. A levegőben elnyelt sugáradagtól persze lényegesen különbözik az emberi test lágy

¹ HOLTHUSEN gem. mit. BRAUN: Grundlagen und Praxis der Röntgenstrahlen-Dosierung, Leipzig, 1933. 51. o.

részeinek 1 köbcm-ében elnyelt sugármennyiség, ha az előbbi köbcm levegő helyére tesszük. Azonban részint a tapasztalat, részint föltevés alapján arányosságot vesznek föl a két sugáradag között, mégpedig az arányossági tényezőt függetlennek tekintik a sugárzás minőségétől. Jó megközelítésben megkapjuk az emberi test lágy részeiben elnyelt sugáradagot, ha a levegőben elnyeltet megszorozzuk az emberi test lágy részének a levegőéhez viszonyított közepes sűrűségével. E számítás eredménye persze csak a felől tájékoztat, hogy hány r az emberi testben elnyelt sugármennyiség, de nem fejezi ki ezt energiaegységben. Minthogy azonban a sugárzás erősségének energiaegységben való megmérése útján megállapították, hogy a 0.13 \AA -tól 2 \AA -ig terjedő színképi tartományban az 1 r -nek megfelelő energiamennyiség eléggé független a hullámhosszúságtól és kb. egyenlő $1/10$ erg-gel, akár erg-ben is kiszámíthatjuk az emberi testben bizonyos idő alatt elnyelt sugármennyiséget, ha ezt r -ben kifejezve ismerjük.¹ Az út amint látjuk, eléggé kerülő.

Nekünk már nem kell ezt a közvetett (kerülő) utat követni, hogy az emberi testben elnyelt sugáradagot energiaegységben megismerjük, hanem közvetlenül is megmérhetjük ezt. Ebben van az új mérési módszernek egyik előnye. E célból csak olyan anyagra van szükségünk, amely jó megközelítésben mindenféle Röntgen-sugárzást úgy nyel el, mint az emberi test lágy részei. Ilyet lehet mestersegesen előállítani pl. szárított és őrölt húsból, de elég jó e célra a paraffin is, meg a víz. Ilyen anyagból vékony lemezt készítünk (néhány mm vagy 1 cm vastagot) és megmérjük a ráeső sugárzás gyengülését. Vagyis előbb megmérjük a beeső sugárzás erősségét, majd a mérőeszköz elé állítjuk az elnyelő lemezt, és ismét megmérjük a keresztüljutó sugárzás erősségét. A kettő különbségét elosztva a lemeznek a sugárzás által átjárt térfogatával, megkapjuk az 1 köbcm térfogatú tömeg által okozott sugárgyengítést. Persze az egész sugárvesztésnek kisebb része szétszóródik. Ezt kiszámíthatjuk a szórási együttható közepes értékével. A szórt rész levonása után megkapjuk a beeső sugárzásnak elnyelt részét: a tulajdonképpeni beesési dózist az emberi test felszíni lágy részeiben, mégpedig erg/sec.cm³-ben kifejezve.

¹ KIRCHNER: Hb. d. Experimentalphysik. XXIV. 1., 396. o.; továbbá KULENKAMPPF: 1. c., GAERTNER: 1. c., RUMP: 1. c.

Megmondhatjuk azt is, hogy ennek az erg/sec.cm^3 -ben mért dózistnak az ionozó hatás alapján levegőben mérve hány r felel meg. E végett el kell osztani az erg/sec.cm^3 -ek számát az elnyelő anyagnak (az emberi test lágy részeinek) a normális levegőre vonatkoztatott sűrűségével; ekkor megkapjuk az 1 köbcm levegőben elnyelt sugárzást, de energiaegységben. Minthogy azonban $\frac{1}{10}$ erg-nek kb. 1 r felel meg, az erg-ek számát tízzel kell megszorozni és megkapjuk az r -ek számát mp-ként, vagyis a másodperc-dózist r -ben kifejezve.

Tehát megteremtettük a kapcsolatot a régi r -ek és az új sugármérő adatai között. Ez azért fontos, mert az eddigi orvosi táblázatokban r -ben fejezik ki a sugáradagokat.

Azonban erre a kapcsolatra nincs is szükségünk, ha a sugáradagot erg-ben mérjük és új táblázatokat készítünk, melyekben a gyógykezeléshez szükséges adatokat is erg-ben fejezzük ki. Ezt meg is tehetjük. Éppen ezért DAUVILLIER francia fizikus nyomán javasoljuk egy új Röntgen-sugárzasegység bevezetését: ez a Röntgen-erg, jele «*rex*»; ez jelenti azt a Röntgen-sugármennyiséget, melynek energiaegyenértéke 1 erg. Ez az egység. kb. tízszerese az eddigi r -nek. Az új készüléket pedig, amellyel Röntgen-erg-ben tudjuk mérni a dózist, Röntgen-ergométernek óhajtjuk elnevezni.

Eszközünk azonban csak a beesési felszíni dózist méri meg, éppen úgy, mint a nagy ionos kamra. Pedig a valóságban a valódi felszíni dózistra van szükségünk, vagyis a beesési dózishoz még hozzá kell adni a test belsejéből származó visszasugárzásból eredő dózist is. Ezt a valódi felszíni dózist a Röntgen-ergométerrel közvetlenül nem tudjuk megmérni, — legalább is mostani alakjában nem — úgyszintén a nagy ionos kamrával sem, hanem csak a kicsiny gyűszűkamrával, vagy valamilyen más nevű kicsiny kamrával. Azonban a beeső sugárzás közepes keménységét (vagy az aluminium, vagy a réz felező-rétegvastagságát) és a sugárzási mezőt ismerve, táblázatokból vagy grafikonokból kiolvashatjuk, hogy a visszasugárzási pótlék hány százalékát teszi ki a beeső sugárzásnak.

A Röntgen-ergométert föl lehet használni a gyűszűkamra hitelesítésére is, persze erg/sec.cm^3 -ben. E célból nem kell mást tenni, mint egyetlen egy esetben megmérni, hogyha az elnyelő paraffinréteg helyére a gyűszűkamrát tesszük, mekkora lesz az 1 mp alatt mérhető szabaddá vált elektromos töltés. Minthogy tudjuk, hogy ez

hány erg/sec-nak felel meg köbcm-enként, kiszámíthatjuk az 1 erg/sec-ra eső töltést.¹ (Ez kb. 10-szer akkora mint az 1 r-nek megfelelő.) Ha most föltesszük, hogy a paraffin elnyelése mindenféle sugárzásra arányos a levegőével, mondhatjuk, hogy amilyen mértékben megváltozik a paraffinréteg elnyelése, ugyanolyan mértékben változik meg a gyűszűkamra adata is.² Az így hitelesített gyűszűkamra alkalmas a valódi felszíni dózis mérésére is, mégpedig erg/sec. cm³-ben.

Az eddig ismertetett mérésekben a Röntgen-ergométert helyettesíteni lehet az iónos kamrával, sőt a visszasugárzás mérése végett szükség is van a gyűszűkamrára. Van azonban a Röntgen-gyógykezelésnek olyan területe is, ahol csak az ergométer használható. Ha azt a kérdést akarjuk eldönteni, hogy *a különböző keménységű sugárzásokból vett egyenlő elnyelt adagoknak milyen a hatása az élő szervezetre*, akkor az iónos kamrát nem használhatjuk, legfeljebb csak jó közelítő mérésre. Ugyanis eddig csak a 0.13—2 Å-ig terjedő színekpi tartományban sikerült eldönteni, hogy megegyező, szabadrádó tett elektromos töltésnek egyenlő elnyelt sugárzás is felel meg a levegőben és néhány gázban. Azonban a kemény tartományban a mérés már eddig is eléggé bizonytalan. S nagy kérdés, hogy a 0.1 Å-nél rövidebb hullámú sugarakra igaz-e ez a tétel. Ezt magát kísérletileg eldönteni is nagyon nehéz, mert ilyen kemény, de a mellett eléggé egyenlő sugárzást előállítani nehéz feladat. Ebben a nagyon kemény tartományban nem mondhatjuk azt, hogyha olyan az iónozó hatás, mint valamilyen lágy sugárzásé, akkor mindkét esetben egyenlő a levegőben elnyelt sugárzás is (1 köbcm-re vonatkozólag). Tehát azt sem tudjuk biztosan, hogy egyenlő iónozó hatáskor az emberi testbeli dózisok egyenlők-e vagy sem. A Röntgen-ergométerrel ez esetben is pontosan megmérhetjük a sugárgyengülést és a szórás leszámítása után az elnyelt sugáradagot. Hasonlóképpen tájékozatlanok vagyunk a viszonyok felől a 2Å-nél lágyabb tartományban is, hiszen itt sem tudjuk biztosan, hogy egyenlő

¹ Hallgatagon föltesszük, hogy a szabaddá vált töltés arányos a levegő által elnyelt sugárzás energiájával, minőségére való tekintet nélkül. Ez éppen a nagy kérdés, hogy ez általában így van-e; l. a köv. részt.

² Ez szigorúan véve nincs így.

ionozáskor egyenlő-e az elnyelt energia is. (Sőt a tapasztalat szerint az $1.5\text{--}2\text{\AA}$ színeképi tartományban az ionozó hatás alapján mért bőrpirosító-dózis is nagyon bizonytalan.¹ Alapvető kérdés, hogy az ergométerrel való méréskor is ugyanilyen-e.)

Bár az orvosi gyakorlatban elfogadott álláspont szerint a Röntgen-sugárzás biológiai hatása teljesen «párhuzamosan» halad — mint mondják — az ionozó hatással akármilyen színeképi tartományban (eltekintve az utóbb említettől), mégsem szabad tisztán az ionozó hatásra támaszkodnunk, mert ezzel általában nem tudjuk eldönteni, hogy ugyanazt a biológiai hatást egyenlő vagy különböző elnyelt Röntgen-sugárenergia okozza-e.

*

E vizsgálatokat a kir. magy. Pázmány Péter tudományegyetem gyakorlati fizikai intézetében végeztem. Hálás köszönetemet fejezem ki RYBÁR ISTVÁN r. tag úrnak, ez intézet igazgatójának értékes tanácsaiért és támogatásáért. Úgyszintén őszinte köszönettel tartozom KELEN BÉLA egyetemi tanár úrnak, az egyetemi Központi Röntgen-Intézet igazgatójának, aki évek hosszú során át nemcsak szakavatott tanácsaival támogatott, már régen kiemelve a Röntgen-energiamérés fontosságát, hanem a vezetése alatt álló intézet eszközeit is rendelkezésemre bocsátotta. Köszönetet mondok CZUNFT VILMOS egyetemi m. tanár úrnak is becses tanácsaiért.

Végül köszönetemet fejezem ki LINDENMAYER KÁROLY úrnak, az egyetemi gyakorlati fizikai intézet műszerészének, aki a Röntgen-ergométert terveim szerint elismerésre méltó ügyességgel elkészítette.

¹ HOLTHUSEN gem. m. BRAUN: l. c. 195. o.

DIE ENERGIEMESSUNG DER RÖNTGENSTRAHLEN I. UND II. TEIL.

(Mit besonderer Rücksicht auf die medizinische Dosimetrie.)

Von E. CSÁSZÁR, korresp. Mitglied der Akademie.

Nach kurzer Beschreibung der bisherigen Messmethoden der Röntgenstrahlenenergie findet der Verfasser die thermoelektrische Methode als die am meisten geeignete. Die Vorversuche hat er mit einer Thermosäule ausgeführt, welche aus 14 Silber—Konstantan Elementen mit kleinen Goldpyramiden als Strahlungsempfängern besteht. Im neuen Apparat gibt es *ein einziges Thermoelement aus Silber-Tellur* mit einem konischen Strahlungsempfänger aus Blei-Wollframlegierung. Die 0.4 mm Wanddicke erlaubt die Messung ziemlich harter Strahlen (bis 0.07 Å, sogar noch bis 0.05 Å, wenn der Absorber dick genug ist). Der hohlraumartige Absorber empfängt auch den grössten Teil der sekundären Strahlungen. Der Empfänger ist ausgezeichnet isoliert gegen Wärmewirkungen und doch ist der Apparat leicht transportabel. Er ist durch einen gut isolierten Kabel mit einem empfindlichen Galvanometer verbunden, welcher mit einer neuen Ablesungsmethode ausgerüstet wurde. Die Eichung wurde mit Hilfe schwarzer Strahlung ausgeführt; einem Skalenteil entspricht ca. $1 \cdot 10^{-7}$ gcal. sec.

Der Apparat kann auch in der medizinischen Dosimetrie eine Anwendung finden, und zwar kann man die absorbierte Energie z. B. im Paraffin unmittelbar messen. Die Rückstrahlung wird aus Tabellen ausgelesen. Der Verfasser schlägt nach DAUVILLIER vor als *Röntgen-Einheit diejenige Menge der Röntgenstrahlen anzunehmen, welche mit der Energie 1 Erg äquivalent ist*. Der Name dieser Einheit ist der «Röntgenerg (re)». Der neue Apparat wurde «Röntgen-ergometer» genannt.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 11. Juni 1934.)

ALGEBRAI ÉS TRANSZCENDENS EGYENLETEKRŐL.

SZÓKEFALVI NAGY GYULÁ-tól.

1. Bevezetés.

Egy egész függvény akkor reális, ha a valós tengely minden pontjában valós értéket vesz fel. Ha $f(z)$ reális polinom vagy legfeljebb elsőfajú reális egész függvény, akkor PÓLYA GYÖRGY után¹ az

$$F(z) = e^{-\gamma z^2} \cdot f(z) \quad (1)$$

függvényt, ahol γ nem negatív valós szám, 1^* -fajú egész függvénynek, a γ nem negatív számot pedig a függvény magasságának vagy exponensének fogjuk hívni.

A komplex síknek egy $\xi + i\eta$ vagy $\xi - i\eta$ pontjában az $F(z)$ 1^* -fajú egész függvény kritikus értékén a

$$K(\xi + i\eta) = K(\xi - i\eta) = \frac{1}{2i\eta} \left[\frac{F'(\xi + i\eta)}{F(\xi + i\eta)} - \frac{F'(\xi - i\eta)}{F(\xi - i\eta)} \right] \quad (2)$$

differencialhányadost fogjuk érteni.

A komplex sík egy valós ξ pontjában a kritikus érték a (2) alatti differencialhányados határértéke $\eta \rightarrow 0$ esetre, vagyis az $\frac{F'(\xi)}{F(\xi)}$ függvény ξ szerinti differencialhányadosa. A kritikus érték ilyen értelmezését egy előző dolgozatban adtuk meg.²

¹ PÓLYA Gy.: «Some problems connected with Fourier's work on transcendental equations», The Quarterly Journal of math. Oxford Series Vol. 1 (1930), 24. old.

² Sz. NAGY Gy.: «Vizsgálatok reális polinomok és bizonyos egész függvények komplex zéróhelyeinek helyzetéről», Math. és Term. tud. Értesítő 50. kötet (1934), 167—194. old.

A komplex sík olyan $\xi+i\eta$ pontjait, amelyekben a kritikus érték nem negatív, az $F(z)$ 1^* -fajú egész függvény *kritikus pontjainak* nevezzük, azok a $\xi+i\eta$ pontok pedig, amelyekben $K(\xi+i\eta)+2\gamma \geq 0$, az $F(z)$ 1^* -fajú egész függvény *felemelt kritikus pontjai*.

A kritikus pontok értelmezéséből következik, hogy $\xi-i\eta$ is kritikus pont, ha $\xi+i\eta$ kritikus pont, és megfordítva. Az $F(z)$ függvény minden nem valós zéróhelye nyilvánképpen kritikus pontja az $F'(z)$ 1^* -fajú egész függvénynek. Az $F'(z)$ függvénynek azok a többszörös zéróhelyei, amelyekben az $F(z)$ függvény nem tűnik el, az $F(z)$ függvénynek akkor is kritikus pontjai, ha azok valósak.

Feladatunk: meghatározni a kritikus pontok helyét, ha ismerjük az $F(z)$ függvény komplex zéróhelyeit, azonkívül vagy egy pontban a függvény kritikus értékét, vagy a függvény magasságát, exponensét, vagy pedig a függvény néhány valós zéróhelyét.

Az eddig ismert tételek közül a következők tartoznak ide:

Az $F(z)$ 1^* -fajú egész függvény deriváltjának bármely nem valós zéróhelye rajta van legalább egy JENSEN-körlápon.³ Az $F'(z)$ függvény bármely olyan valós zéróhelye, amely az $F(z)$ függvénynek kritikus pontja, rajta van legalább egy JENSEN-körlápon;⁴ az ilyen pontok az $F(z)$ függvénynek elsőrendű FOURIER-féle kritikus pontjai. Az $F'(z)$ függvénynek bármely valós vagy nem valós kritikus pontja rajta van legalább egy JENSEN-körlápon.⁵

³ Legfeljebb elsőfajú egész függvényekre vonatkozólag a tételt bizonyítás nélkül L. W. JENSEN mondotta ki «Recherches sur la théorie des équations» c. dolgozatában, Acta Mathematica Bd. 36 (1913), 190. old. A tétel bizonyítását I. SZ. NAGY Gy.: «Zur Theorie der algebraischen Gleichungen» c. dolgozatában, Jahresbericht d. DMV. Bd. 31 (1922), 240—251. old.

⁴ I. PÓLYA György-nek az ¹ lábjegyzetben idézett dolgozatát, 30. old.

⁵ Sz. NAGY Gyula: «Über die Lage der nichtreellen Nullstellen von reellen Polynomen und von gewissen reellen ganzen Funktionen», Journal f. die r. u. angew. Math. 170 (1933), 140. old., ahol a tétel valós kritikus pontokra van bebizonyítva és a ² lábjegyzetben idézett dolgozat, ahol képzetes kritikus pontokra is be van a tétel bizonyítva.

Ezekben a tételekben bármely olyan kör, amelynek átmérője az $F(z)$ 1*-fajú egész függvény valamely konjugált komplex zérőhelypárját összekötő egyenes vonaldarab, JENSEN-kör.

2. Összefüggés a kritikus érték, a függvény zérőhelyei és exponense között.

Ha $F(z)$ 1*-fajú (reális) egész függvény, akkor mindig előállítható

$$F(z) = e^{-\gamma z^2 + \delta z + \epsilon} \cdot z^m \prod \left(1 - \frac{z}{a_k}\right) e^{\frac{z}{a_k}} \quad (3)$$

alakban, ahol m nem negatív egész szám, γ nem negatív szám, δ és ϵ valós számok, és ahol az $a_k = x_k + iy_k$ zérőhelyek valóság vagy páronként konjugált képzetesek.

Ha erre az $F(z)$ függvényre vonatkozólag a $\xi + i\eta$ pontban kiszámítjuk a kritikus értéket, akkor a következő egyenletet kapjuk:

$$K(\xi + i\eta) + 2\gamma + \sum \frac{(\xi - x_k)^2 + \eta^2 - y_k^2}{[(\xi - x_k)^2 + \eta^2 - y_k^2]^2 + 4(\xi - x_k)^2 y_k^2} = 0, \quad (4)$$

amelyben az összegezés kiterjesztendő az $F(z)$ függvény valamennyi $a_k = x_k + iy_k$ zérőhelyére, az esetleges $a_0 = 0$ zérőhelyre is. Az összegezésben egy zérőhelyre vonatkozó tag annyiszor szerepel, mint ahányszoros zérőhely. Ha az $a_k = x_k + iy_k$ zérőhely képzetes, akkor $x_k - iy_k$ is zérőhelye az $F(z)$ függvénynek, az összegnek e két zérőhelyre vonatkozó tagjai pedig egymással egyenlők. Ha tehát a_k az $F(z)$ függvénynek h -szoros képzetes zérőhelye, akkor az a_k -ra és konjugáltjára vonatkozó $2h$ tag a (4) összegben egyenlő.

A (4) egyenleten látható, hogy a $K + 2\gamma > 0$ esetben az összeg legalább egy tagjának negatívnak kell lennie. Ha pedig $K + 2\gamma = 0$, akkor az összeg vagy tartalmaz negatív tagot, vagy valamennyi tagja zéró értékű. Minthogy a (4) alatti egyenletben foglalt összeg egy tagjának számlálója akkor negatív, amikor a $\xi + i\eta$ pont a megfelelő JENSEN-kör belsejében van, azért ezzel be vannak bizonyítva a bevezetésben idézett tételek, sőt kimutattuk a következő tételt:

I. Az $F(z)$ 1^* -fajú egész függvény bármely felemelt kritikus pontja rajta van legalább egy JENSEN-körlápon, csak akkor nem esik egy JENSEN-körnek sem a belsejébe, ha valamennyi-
nek a kerületén van. Ez utóbbi esetben a függvény kétszeres
exponensének és az illető pontban felvett kritikus értékének
összege zéró.

A (4) alatti összegnek azok a tagjai, amelyek az $F(z)$ függ-
vény valós zéróhelyeire vonatkoznak, pozitívok. Ezeknek a tagok-
nak összegét Σ_1 -gyel fogjuk jelölni. Az összegnek azok a tagjai,
amelyek az $F(z)$ függvény konjugált komplex zéróhelypárjaihoz
tartoznak, negatívok, zérók, illetőleg pozitívok a szerint, amint
a $\xi + i\eta$ pont az illető zéróhelypárokhoz tartozó JENSEN-körök
belsejébe, kerületére, illetőleg azokon kívül esik. A (4) egyenlet-
ben szereplő összegben az $F(z)$ függvény konjugált komplex
zéróhelypárjaihoz tartozó tagokat, mivel azok egyenlők, össze-
vonjuk, azután a negatív, pozitív, illetőleg eltűnő tagok összegét
 $2\Sigma_-$, $2\Sigma_+$, illetőleg a $2\Sigma_0$ jelekkel jelöljük. Ezekkel a jelölésekkel
a (4) alatti egyenlet

$$K + 2\gamma + \Sigma_1 + 2\Sigma_+ = -2\Sigma_- \quad (5)$$

alakban írható, ahol a baloldali összegeknek minden tagja és
-2-vel való szorzás után a jobboldali összegnek minden tagja
pozitív.

Ha $\xi + i\eta$ kritikus pont, illetőleg felemelt kritikus pont,
akkor $K \geq 0$, $\gamma \geq 0$, illetőleg $K + 2\gamma \geq 0$.

Bevezetjük a következő jelöléseket:

$$\left. \begin{aligned} U(x_k, y_k) &\equiv U_k \equiv (\xi - x_k)^2 + \eta^2 - y_k^2 \\ V(x_k, y_k) &\equiv V_k \equiv [(\xi - x_k)^2 + \eta^2 - y_k^2]^2 + 4(\xi - x_k)^2 y_k^2 \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

Ezeknek a jelöléseknek bevezetése után a Σ_+ és a Σ_- összegek
tagjainak alakja

$$\begin{aligned} &\frac{(\xi - x_k)^2 + \eta^2 - y_k^2}{[(\xi - x_k)^2 + \eta^2 - y_k^2]^2 + 4(\xi - x_k)^2 y_k^2} = \\ &= \frac{(\xi - x_k)^2 + \eta^2 - y_k^2}{[(\xi - x_k)^2 + \eta^2]^2 + 2y_k^2[(\xi - x_k)^2 - \eta^2] + y_k^4} = \frac{U_k}{V_k}. \end{aligned} \quad (7)$$

Ha a $\xi + i\eta$ pontban az (5) egyenlet jobboldalán álló Σ_-
összegnek q számú tagja van, akkor a $\xi + i\eta$ pont q számú

JENSEN-körnek van a belsejében, amikor minden JENSEN-kört annyiszor számítunk, ahányszoros zéróhelypárhoz tartozik. Ha az $K(z)$ függvénynek ezekhez a JENSEN-körökhöz tartozó konjugált komplex zéróhelypárjait úgy indexezzük, hogy a $-\Sigma_-$ összeg tagjai között a

$$-\frac{U_1}{V_1} \geq -\frac{U_2}{V_2} \geq \dots \geq -\frac{U_q}{V_q} > 0 \quad (8)$$

egyenlőtlenség álljon fenn, akkor az (5) egyenlet a következőképp írható:

$$S = K + 2\gamma + \Sigma_1 + 2\Sigma_+ = -2 \left(\frac{U_1}{V_1} + \frac{U_2}{V_2} + \dots + \frac{U_q}{V_q} \right). \quad (9)$$

Ebből az egyenletből a (8) egyenlőtlenségek alapján következik az

$$S \leq -2q \frac{U_1}{V_1}, \quad \text{vagy a} \quad V_1 + 2 \frac{q}{S} U_1 \leq 0 \quad (10)$$

egyenlőtlenség, amelyben az egyenlőségi jel csak akkor érvényes, ha a (9) egyenlet jobboldalán levő q számú tag mind egyenlő.

A (9) egyenletből következnek még az

$$S \geq -2 \frac{U_1}{V_1} \quad \text{vagy a} \quad V_1 + 2 \frac{1}{S} U_1 \geq 0 \quad (11)$$

és az

$$S \geq -2q \frac{U_q}{V_q} \quad \text{vagy a} \quad V_q + 2q \frac{1}{S} U_q \geq 0 \quad (12)$$

egyenlőtlenségek.

Ezeknek az egyenlőtlenségeknek értelmezése végett meg kell vizsgálnunk azokat a görbéket, amelyeknek egyenlete (ξ, η) derékszögű koordinátákban

$$\text{vagyis} \quad \left. \begin{aligned} V_k(\xi, \eta) + 2pU_k(\xi, \eta) &= 0, \\ [(\xi - x_k)^2 + \eta^2]^2 + 2y_k^2 [(\xi - x_k)^2 - \eta^2] + \\ + 2p [(\xi - x_k)^2 + \eta^2] + y_k^4 - 2py_k^2 &= 0. \end{aligned} \right\} \quad (13)$$

3. Bizonyos bicirkuláris negyedrendű görbékről.

Ha a (13) egyenletben $\xi - x_k = x$, $\eta = y$ és $y_k = b$ tesszük, akkor a kapott

$$G(x, y; p) \equiv (x^2 + y^2)^2 + 2b^2(x^2 - y^2) + \\ + 2p(x^2 + y^2) + b^4 - 2b^2p = 0 \quad (14)$$

egyenlet olyan bicirkuláris negyedrendű G görbét állít elő, amelynek középpontja van a koordinátarendszer kezdőpontjában, és amely keresztülmegy a $(0, b)$ és $(0, -b)$ pontokon, a görbe két *alappontján*. A G görbe egyenlete poláris koordinátákban

$$\begin{aligned} & (r^2 - b^2)^2 + 2p(r^2 - b^2) + 4b^2r^2 \cos^2\varphi \equiv \\ & \equiv (r^2 - b^2)(r^2 - b^2 + 2p) + 4b^2r^2 \cos^2\varphi = 0 \end{aligned} \quad (15)$$

alakban írható. Ezen egyenlet baloldala első alakjában előforduló három tag közül csak a középső lehet negatív. Ebből következik, hogy pozitív p paraméter mellett a G görbének egy pontja sem lehet a középpont körül b sugárral leírt körön, a görbe *alapkörén* kívül, negatív p paraméter mellett a G görbének egy pontja sem lehet az alapkörön belül. A G görbe pontjaira nézve pozitív, illetőleg negatív p mellett a

$$K(x, y) \equiv x^2 + y^2 - b^2 \leq 0 (p > 0), \text{ illetőleg } K(x, y) \geq 0 (p < 0) \quad (16)$$

egyenlőtlenség áll fenn.

Mínt hogy $\lim_{p \rightarrow \infty} \frac{1}{2p} G(x, y; p) = K(x, y)$, azért a G görbe annál jobban megközelíti az alapkört, minél nagyobb a paraméter számértéke.

A $G(x, y; p) = 0$ egyenlettel bíró G görbe a

$$3x^2 - y^2 + b^2 - 2p = 0 \quad (17)$$

hiperbolának azon az oldalán fekszik, amelyen a két alappont. Ha $b^2 - 2p > 0$, akkor a G görbe érinti ezt a hiperbolát, az érintéspontok a hiperbolának $(0, \sqrt{b^2 - 2p})$ és $(0, -\sqrt{b^2 - 2p})$ csúcspontjai.

A (17) egyenlettel előállított hiperbolának poláris koordinátákban ugyanis

$$r^2 - b^2 + 2p = 4r^2 \cos^2\varphi \quad (18)$$

az egyenlete. Ennek az egyenletnek felhasználásával a (15) egyenlet második alakjának segítségével a hiperbola és a G görbe metszéspontjaira nézve a

$$4r^4 \cos^2\varphi = 0$$

egyenletet kapjuk. A metszéspontok poláris koordinátái tehát eleget tesznek a $\cos\varphi = 0$ és az $r^2 = b^2 - 2p$ egyenletnek. Ezzel

állításunk igazolva van, mivel a közös pontokban a két görbe nem metszi egymást.

Ha $b^2 - 2p > 0$, akkor a G görbe egyszersmind abban a körgyűrűben fekszik, amelynek középpontja a görbe középpontja, és amelynek b és $\sqrt{b^2 - 2p}$ a sugarai. Ez az állítás a (15) egyenlet második alakjából következik, amelynek baloldalán álló két tag közül csak az első nem pozitív.

Azokról az (x, y) pontokról, amelyekre vonatkozólag $G(x, y; p) < 0$, illetőleg $G(x, y; p) > 0$, azt mondjuk, hogy a görbén belül, illetőleg kívül vannak. A görbe egyenletéből következik, hogy (véges p mellett) a sík végtelen távoli pontjai a G görbén kívül vannak.

Ugyanazon előjelű p_1 , illetőleg p_2 paraméterhez tartozó G_1 , illetőleg G_2 görbe közül, a kisebb számértékű paraméterhez tartozó G görbe a másikon belül van. Ha tehát $0 < p_1 < p_2$ vagy $0 > p_1 > p_2$, akkor a G_1 görbe a G_2 görbén belül van.

A G_2 görbe egyenlete ugyanis a G_1 görbe és az alapkör egyenleteivel

$$G(x, y; p_2) = G(x, y; p_1) + 2(p_2 - p_1)K(x, y) = 0 \quad (19)$$

alakban fejezhető ki. Ebből következik állításunk igazsága.

Ha ugyanis (x_1, y_1) a $G(x, y; p_1) = 0$ görbének egy pontja, akkor

$$G(x_1, y_1; p_2) = 2(p_2 - p_1)K(x_1, y_1) < 0.$$

A pozitív p paraméterű G görbék alakjára vonatkozólag a következő megjegyzéseket tehetjük. Ha $p=0$, akkor a G görbe két izolált kettőspontra, a két alappontra esik szét. Ha p zéró és $\frac{b^2}{2}$ között van, akkor a G görbe (az alapkörön belül fekvő és azt az alappontokban érintő) két oválisból áll. A nagyobb p paraméterű G görbe két oválisa a kisebb paraméterű görbe egy oválisát körül fogja. Ha $p = \frac{b^2}{2}$, akkor a két ovális a G görbe középpontjában egyesül és ott kettőspontot alkot. A görbe ekkor nyolcas alakú, kettőspontjának érintői 60° szöget alkotnak, amelynek az y tengely szögfelezője. Ha p nagyobb, mint $\frac{b^2}{2}$,

akkor a G görbe egy menetből áll, amely annál inkább megközelíti az alapkört, minél nagyobb p értéke.

Ha p negatív, akkor a G görbe mindig két menetből áll, amelyek az alapkörön és egymáson kívül vannak azokban az esetekben, amikor $0 > p > -4b^2$, mivel ekkor az x tengely nem metszi valós pontban a görbét. Ha $p = -4b^2$, akkor a görbe két olyan körre esik szét, amelyeknek középpontjai az alappontok, közös sugaruk pedig $b\sqrt{3}$. Ha $p < -4b^2$, akkor a görbe két menete közül az egyik körülfogja a másikat és mindkettő az alapkört. Ekkor a G görbén belül fekvő pontok a síknak a két menet közé eső pontjai. Ha p negatív marad, de számértéke mindjobban növekedik, akkor a két menet közül a belső az alapkörhöz közeledik, míg a külsőnek pontjai mindjobban távolodnak a középponttól.

Azt a G görbét, amelynek az (x_k, y_k) és az $(x_k, -y_k)$ az alappontjai és p a paramétere, amelynek egyenlete tehát a (ξ, η) derékszögű koordinátarendszerben a (13) egyenlettel van előállítva, a következőkben $C(x_k + iy_k; p)$ görbének, és azt a pontthalmazt, amelyet a görbén és azon belül fekvő pontok alkotnak, $T(x_k + iy_k; p)$ tartománynak fogjuk nevezni.

4. A kritikus pontok helyzetére vonatkozó tételek.

Az $F(z)$ 1^* -fajú egész függvény kritikus $\xi + i\eta$ pontjaiban $S \geq K + 2\gamma \geq K \geq 0$ lévén a $q = 1$ esetben a (10) egyenlőtlenségből a következő egyenlőtlenségek következnek:

$$V_1 + \frac{2}{K} U_1 \leq 0, \quad V_1 + \frac{1}{\gamma} U_1 \leq 0, \quad V_1 + \frac{2}{K+2\gamma} U_1 \leq 0.$$

Ezek az egyenlőtlenségek a következőképp fejezhetők ki:

II. Ha $x_k + iy_k$ az $F(z)$ 1^* -fajú egész függvénynek egy olyan komplex zéróhelye, amelyhez tartozó JENSEN-körlapnak más JENSEN-körlappal nincs közös pontja, akkor a függvénynek azok a kritikus pontjai, amelyekben a kritikus érték legalább K , mind benne vannak a $T(x_k + iy_k; \frac{1}{K})$ tartományban.

III. Ha $x_k + iy_k$ az $F(z)$ 1^* -fajú és γ exponensű egész

függvénynek egy olyan komplex zéróhelye, amelyhez tartozó JENSEN-körlapnak más JENSEN-körlappal nincs közös pontja, akkor a függvénynek ebben a körben fekvő kritikus pontjai benne vannak egyszersmind a $T\left(x_k + iy_k; \frac{1}{2\gamma}\right)$ tartományban is. A függvénynek azok az ebben a körben fekvő kritikus pontjai pedig, amelyekben a kritikus érték legalább K , benne vannak a $T\left(x_k + iy_k; \frac{1}{K+2\gamma}\right)$ tartományban is.

Ebből a tételből a (17) alatti hiperboláról mondottak alapján következik a következő tétel:

IV. Ha $x_k + iy_k$ az $F(z)$ 1^* -fajú és γ exponensű egész függvénynek egy olyan komplex zéróhelye, amelyhez tartozó JENSEN-körlapnak más JENSEN-körlappal nincs közös pontja, akkor a függvénynek ebben a JENSEN-körben fekvő kritikus pontjai a

$$3(x - x_k)^2 - y^2 + y_k^2 - \frac{1}{\gamma} = 0$$

hiperbolának a komplex sík $x_k + iy_k$ pontját tartalmazó oldalán vannak.

Ha az $F(z)$ függvénynek $x_k + iy_k$ zéróhelyéhez tartozó JENSEN-körlapon kívül van legalább m olyan valós zéróhelye, amelyeknek ezen JENSEN-kör legtávolabbi pontjától való távolsága sem nagyobb, mint d , akkor a (9) egyenlet alapján

$$S = K + 2\gamma + \Sigma_1 + 2\Sigma_+ \geq K + 2\gamma + \frac{m}{d^2} \geq \frac{m}{d^2}.$$

Ennek alapján a (10) egyenlőtlenségből következnek a

$$V_1 + \frac{2q}{K + 2\gamma + \frac{m}{d^2}} U_1 \leq 0 \quad \text{és} \quad V_1 + 2q \frac{d^2}{m} U_1 \leq 0$$

egyenlőtlenségek.

A $q=1$ esetre tehát kimondhatjuk a következő tételt:

V. Ha az $x_k + iy_k$ az $F(z)$ 1^* -fajú egész függvénynek egy olyan komplex zéróhelye, amelyhez tartozó JENSEN-körlapnak más JENSEN-körlappal nincs közös pontja, és ha a függvénynek van legalább m olyan valós zéróhelye, amelyeknek a fölött

JENSEN-kör legtávolabbi pontjaitól való távolságuk d -nél nem nagyobb, akkor az $F(z)$ függvénynek a felvett JENSEN-körben fekvő kritikus pontjai benne vannak egyszersmind a $T\left(x_k + iy; \frac{d^2}{m}\right)$ tartományban. A γ exponensű $F(z)$ függvénynek ebben a JENSEN-körben fekvő azok a kritikus pontjai, amelyekben a kritikus érték legalább K , benne vannak egyszersmind a $T\left(x_k + iy_k; \frac{1}{K + 2\gamma + \frac{m}{d^2}}\right)$ tartományban.

Ha az (5) vagy (9) alatti Σ_+ összegnek egy tagja az $x'_s + iy'_s$ komplex zéróhelyhez tartozik, akkor

$$S = K + 2\gamma + \Sigma_1 + 2\Sigma_+ \geq 2 \frac{U(x'_s, y'_s)}{V(x'_s, y'_s)} = 2H(\xi, \eta). \quad (22)$$

Ha ρ , illetőleg φ jelöli a $\xi + i\eta$ pontnak az $F(z)$ függvény $x'_s + iy'_s$ zéróhelyéhez tartozó J'_s JENSEN-kör x'_s középpontjától való távolságát, illetőleg azt a hegyes szöveget, amelyet ez a távolság a valós tengellyel alkot, akkor a J'_s körön kívül fekvő (ξ, η) pontokban

$$\begin{aligned} H(\xi, \eta) &= \frac{U(x'_s, y'_s)}{V(x'_s, y'_s)} = \\ &= \frac{\rho^2 - y_s'^4}{\rho^4 + 2\rho^2 y_s'^2 \cos 2\varphi + y_s'^2} \geq \frac{\rho^2 - y_s'^2}{(\rho^2 + y_s'^2)^2} = h(\rho). \end{aligned} \quad (23)$$

Ebből az egyenlőtlenségből következik, hogy a J'_s körrel koncentrikus nagyobb körön a $H(\xi, \eta)$ függvény minimumát ennek a körnek a valós tengelyre eső két pontjában veszi fel. Mivel a $h(\rho)$ függvény minimumát a $\rho = 0$ pontban, vagyis a J'_s kör középpontjában, maximumát pedig a $\rho = y'_s \sqrt{3}$ pontokban, vagyis a valós tengely $x'_s \pm \sqrt{3} \cdot y'_s$ pontjaiban veszi fel, azért a valós tengelynek a J'_s körön kívül fekvő (ρ_1, ρ_2) intervallumán vagy $g(\rho_1)$, vagy $g(\rho_2)$ a $g(\rho)$ függvény minimuma.

Tegyük fel, hogy a J'_s JENSEN-körlapnak nincs közös pontja azzal a J_1 JENSEN-körlappal, amely a (8) alatti jelölésekkel az $F(z)$ függvény $x_1 + iy_1$ zéróhelyéhez tartozik, és tegyük fel, hogy ebben a körben es ennek kerületén H a $H(\xi, \eta)$ függvénynek minimuma, akkor az előbb mondottak alapján ez a minimum a $g(\rho)$ függvénynek a J_1 kör és a valós tengely két metszés-

pontjában felvett két értéke közül a kisebbik. A (22) egyenlőtlenség alapján tehát $S \geq 2H$. A (10) egyenlőtlenség alapján tehát írhatjuk, hogy

$$V_1 + \frac{q}{H} U_1 = 0. \quad (24)$$

Ha J'_1, J'_2, \dots, J'_n az $F(z)$ függvénynek olyan JENSEN-körei, amelyeknek a J_k JENSEN-körlappal nincs közös pontjuk, és ha ezekre a körökre vonatkozólag az előbb értelmezett H minimum értéke H_1, H_2, \dots, H_n , akkor

$$S = K + 2\gamma + \Sigma_1 + 2\Sigma_+ \geq K + 2\gamma + \Sigma_1 + H_1 + H_2 + \dots + H_n \geq H_1 + H_2 + \dots + H_n \quad (25)$$

lévén a (24) helyett a többet mondó

$$V_1 + \frac{q}{\Sigma H_n} U_1 \geq 0 \quad (26)$$

egyenlőtlenség is írható.

Ha $q = 1$, akkor a (24) egyenlőtlenség alapján a következő tételt mondhatjuk ki:

VI. *Legyen $x_k + iy_k$ az $F(z)$ 1^* -fajú egész függvénynek egy olyan nem reális zéróhelye, amelyhez tartozó J_k JENSEN-körlapnak más JENSEN-körlappal nincs közös pontja, legyen továbbá ρ_1 , illetőleg ρ_2 ezen J_k kör pontjainak az r' sugarú J' JENSEN-kör középpontjától való legkisebb, illetőleg legnagyobb távolsága, és legyen végül*

$$H = \min \left[\frac{\rho_1^2 - r'^2}{(\rho_1^2 + r'^2)^2}, \frac{\rho_2^2 - r'^2}{(\rho_2^2 + r'^2)^2} \right],$$

akkor az $F(z)$ függvénynek a J_k körben fekvő kritikus pontjai benne vannak egyszersmind a $T\left(x_k + iy_k; \frac{1}{2H}\right)$ tartományban is.

A (22)–(26) összefüggések alapján kimondható a következő tétel:

VII. *Legyen $x_k + iy_k$ az $F(z)$ 1^* -fajú egész függvénynek egy olyan egyszeres nem reális zéróhelye, amelyhez tartozó J_k JENSEN-körlapnak más JENSEN-körlappal nincs közös pontja, legyen továbbá H_n a J'_n JENSEN-kör középpontjára és a J_k*

körre vonatkozólag az előbbi tételben értelmezett minimum ($n = 1, 2, \dots$), akkor az $F(z)$ függvénynek a J_k körben fekvő kritikus pontjai benne vannak a $T\left(x_k + iy_k; \frac{1}{2\Sigma H_n}\right)$ tartományban is. Ha pedig d_1, d_2, \dots jelöli az $F(z)$ függvény J_k JENSEN-körén kívül fekvő valós zéróhelyeinek a J_k kör pontjaitól való maximális távolságát és γ a függvény exponensét, akkor az $F(z)$ függvénynek a J_k körben fekvő kritikus pontjai benne vannak egyszersmind a $T\left(x_k + iy_k; \frac{1}{2\gamma + 2\Sigma H_n + \Sigma \frac{1}{d_m^2}}\right)$

tartományban. Ezek közül a kritikus pontok közül azok, amelyekben a kritikus érték legalább K benne vannak $T\left(x_k + iy_k; \frac{1}{K + 2\gamma + 2\Sigma H_n + \Sigma \frac{1}{d_m^2}}\right)$ tartományban is.

Az V—VII. tételekben szereplő $T(x_k + iy_k; p)$ tartományok is helyettesíthetők a IV. tételnek megfelelően a J_k kör és egy (17) alakú hiperbola által határolt tartománnyal, amely a megfelelő $T(x_k + iy_k; p)$ tartományt magában foglalja.

Abban az esetben, amikor az $x_k + iy_k$ az $F(z)$ függvénynek q -szoros zéróhelye, de a hozzátartozó q -szoros JENSEN-körlapnak más JENSEN-lappal nincs közös pontja, akkor a II—VII. tételek csak annyiban módosulnak, hogy a bennük szereplő $C(x_k + iy_k; p)$ görbék, illetőleg az azok által határolt $T(x_k + iy_k; p)$ tartományok paramétere qp -vel helyettesítendő.

E nélkül a módosítás nélkül az eredeti tételek nem maradnak érvényben.

Ha az $F(z)$ függvénynek $x_k + iy_k$ nem valós zéróhelyéhez tartozó JENSEN-körlapnak van ugyan más JENSEN-körlappal közös pontja, de van olyan T_0 területrésze, amely a többi JENSEN-körökön kívül fekszik, akkor az $F(z)$ függvénynek ezen a T_0 területen fekvő kritikus pontjaira a II—VII. tételek érvényesek maradnak. Ezekben a tételekben azonban a J_k teljes JENSEN-kör ezzel a T_0 tartománnyal helyettesítendő. Megfelelő módosítás mellett a II—VII. tételek arra az esetre is érvényben tarthatók, ha T_0 a q -szoros J_k JENSEN-körlapnak egy monodott tulajdonságú tartománya.

Egy ilyen T_0 tartománynak határvonala nyilvánvalóan JENSEN-körök íveiből áll. A T_0 terület egy belső pontjából a J_k JENSEN-körhöz tartozó köríveket leszámítva a T_0 határvonalának más JENSEN-körhöz tartozó ívei mind a konvex oldalukon érhetők el.

Abban az esetben, amikor a J_k JENSEN-kör vagy annak egy T_0 tartománya több JENSEN-körben fekszik, akkor a J_k JENSEN-körlapon vagy annak a T_0 tartományában fekvő $\xi + i\eta$ kritikus pontok helyzetének vizsgálata végett nem elég a (9) alatti egyenlet jobboldalának csak a legnagyobb számértékű tagját vizsgálni, mert a $\xi + i\eta$ kritikus pontot magában foglaló az a JENSEN-kör, amelyhez a (9) baloldalán álló legnagyobb számértékű tag tartozik, a $\xi + i\eta$ kritikus pontnak a felvett tartományban való változásával szintén megváltozhat.

A (9) alatti S összeg egy felső korlátjának megadásával a (11) és (12) egyenlőtlenség alapján egy JENSEN-körben meghatározhatunk olyan tartományokat, amelyekben kívül is van abban a körben kritikus pont és olyan tartományokat is, amelyekben kívül van az abban a JENSEN-körben fekvő valamennyi kritikus pont.

5. Reális együtthatójú speciális polinomok deriváltjára vonatkozó néhány tételről.

Ha az $F(z)$ 1^* -fajú és γ exponensű, magasságú egész függvény, akkor az $F'(z)$ deriválnak valamennyi képzetes zéróhelye az $F(z)$ függvényre vonatkozólag kritikus pont. A II—VII. tételek tehát az $F'(z)$ függvény képzetes zéróhelyeire is fennállanak. Hasonlóképp igazak maradnak a VII. tétel után kimondott általánosítások is.

Különös polinomokra vonatkozik a következő tétel:

VIII. *Ha az $f(z)$ reális együtthatójú polinomnak $x_1 \pm iy_1$, m_1 -szeres és $x_2 \pm iy_2$, m_2 -szörös konjugált komplex zéróhelypárja, és ezeken kívül más zéróhelye nincs, akkor az $f'(z)$ polinom képzetes zéróhelyei abba a két körgyűrűbe vagy azoknak a határára esnek, amelyet az első JENSEN-kör és a vele*

koncentrikus $|y_1| \sqrt{\frac{m_2}{m_1+m_2}}$ sugarú kör, továbbá a második JENSEN-kör és a vele koncentrikus $|y_2| \sqrt{\frac{m_1}{m_1+m_2}}$ sugarú kör alkotnak. Ha van közös területrésze a két körgyűrűnek, akkor ennek belsejében az $f(z)$ polinomnak képzetes zéróhelye nincs.

Az ismert GAUSS-féle tétel szerint az $f(z)$ függvény zéróhelyei belesznek egyszersmind abba a trapézba vagy annak határára, amelynek az $x_1 \pm iy_1$ és az $x_2 \pm iy_2$ pontok a szög-pontjai.

A tétel kimutatása végett felhasználjuk az

$$\frac{f'(z)}{f(z)} = \frac{m_1}{z-x_1-iy_1} + \frac{m_1}{z-x_1+iy_1} + \frac{m_2}{z-x_2-iy_2} + \frac{m_2}{z-x_2+iy_2} = 0,$$

vagyis az

$$\frac{f'(z)}{f(z)} = \frac{2m_1(z-x_1)}{(z-x_1)^2+y_1^2} + \frac{2m_2(z-x_2)}{(z-x_2)^2+y_2^2} = 0 \quad (27)$$

egyenletet. Ennek az egyenletnek még a következő alakot is adhatjuk:

$$\frac{(z-x_1)^2+y_1^2}{m_1(z-x_1)} + \frac{(z-x_2)^2+y_2^2}{m_2(z-x_2)} = 0,$$

vagy

$$\frac{m_2 y_1^2}{z-x_1} + \frac{m_1 y_2^2}{z-x_2} + (m_1+m_2) \left[z - \frac{m_2 x_1 + m_1 x_2}{m_1+m_2} \right] = 0.$$

Ha ebbe az egyenletbe $z = x + iy$ értéket teszünk, akkor a kapott egyenlet képzetes részére az

$$\frac{m_2 y_1^2}{(x-x_1)^2+y_1^2} + \frac{m_1 y_2^2}{(x-x_2)^2+y_2^2} - (m_1+m_2) = 0 \quad (28)$$

egyenlet áll fenn.

Tegyük

$$r_1^2 = (x-x_1)^2 + y_1^2 \quad \text{és} \quad r_2^2 = (x-x_2)^2 + y_2^2, \quad (29)$$

ahol r_1 , illetőleg r_2 a $P = (x, y)$ pontnak az y_1 sugarú első, illetőleg az y_2 sugarú második JENSEN-kör középpontjától való távolságát jelenti, akkor az

$$m_2 \frac{y_1^2}{r_1^2} + m_1 \frac{y_2^2}{r_2^2} = m_1 + m_2 = n \quad (30)$$

egyenletet kapjuk.



Ebből az egyenletből következik, hogy nem állhatnak fenn egyszerre a következő egyenlőtlenségek:

$$r_1^2 \leq y_1^2 \text{ és } r_2^2 < y_2^2 \quad \text{vagy} \quad r_1^2 < y_1^2 \text{ és } r_2^2 \leq y_2^2; \quad (a)$$

$$r_1^2 \leq \frac{m_2}{m_1 + m_2} y_1^2 \quad \text{vagy} \quad r_2^2 \leq \frac{m_1}{m_1 + m_2} y_2^2; \quad (b)$$

$$r_1^2 \geq y_1^2 \text{ és } r_2^2 > y_2^2 \quad \text{vagy} \quad r_1^2 > y_1^2 \text{ és } r_2^2 \geq y_2^2; \quad (c)$$

$$r_1^2 \leq \frac{m_2}{m_1} y_1^2 \text{ és } r_2^2 < \frac{m_1}{m_2} y_2^2 \quad \text{vagy} \quad r_1^2 < \frac{m_2}{m_1} y_1^2 \text{ és } r_2^2 \leq \frac{m_1}{m_2} y_2^2; \quad (d)$$

$$r_1^2 \geq \frac{m_2}{m_1} y_1^2 \text{ és } r_2^2 > \frac{m_1}{m_2} y_2^2 \quad \text{vagy} \quad r_1^2 > \frac{m_2}{m_1} y_1^2 \text{ és } r_2^2 \geq \frac{m_1}{m_2} y_2^2. \quad (e)$$

Az $f'(z)$ polinomnak nem lehet képzetes zéróhelye a két JENSEN-körlap közös területrészenek belsejében az (a) egyenlőtlenségek miatt, mindkét JENSEN-körön kívül a (c) egyenlőtlenségek miatt, a VIII. tételben jellemzett két körgyűrűn kívül a (b) egyenlőtlenségek miatt.

A (d) és (e) egyenlőtlenségek a következő tételben fejezhetők ki:

X. Ha J_1 , illetőleg J_2 jelöli az

$$f(z) = [(z-x_1)^2 + y_1^2]^{m_1} [(z-x_2)^2 + y_2^2]^{m_2}$$

polinom $x_1 \pm iy_1$, illetőleg $x_2 \pm iy_2$ képzetes zéróhelypárjaihoz tartozó JENSEN-kört és J_1^* , illetőleg J_2^* azt a J_1 , illetőleg J_2 körrel koncentrikus kört, amelynek sugara a J_1 kör sugarának $\sqrt{\frac{m_2}{m_1}}$ -szerese, illetőleg a J_2 kör sugarának $\sqrt{\frac{m_1}{m_2}}$ -szöröse, akkor az $f'(z)$ polinomnak az $f(z)$ polinom zéróhelyeitől különböző képzetes zéróhelyei nem fekdhetnek a J_1^* és J_2^* körök közül mindkettőn belül vagy mindkettőn kívül.

Ennek a tételnek bizonyos módon kiegészítése az $m = 1$ esetben J. L. WALSH-tól származó⁶ es $m > 1$ esetben tőlünk kimutatott következő tétel:⁷

⁶ J. L. WALSH: «On the location of the roots of the derivative of a polynomial», Annals of Math., Ser. II. 22. köt. (192), 128–144. old.

⁷ SZ. NAGY GYULA: «Zur Theorie der algebraischen Gleichungen», Jahresbericht d. DMV. 31. köt. (1922). 249–250. old.

Ha az $f(z)$ n -edfokú reális együtthatójú polinomnak egy m -szeres komplex zérőhelypárján kívül valamennyi zérőhelye valós, akkor az $f'(z)$ polinomnak az $f(z)$ polinom m -szeres képzetes zérőhelyeitől különböző esetleges két komplex zérőhelye rajta van az $f(z)$ polinom egyetlen JENSEN-körével koncentrikus és $\sqrt{\frac{n-2m}{n}}$ -szer kisebb sugarú körlapon.

Abban az esetben, amikor az $f(z)$ valós zérőhelyei mind összeesnek, az $f'(z)$ polinom mondott esetleges két képzetes zérőhelye a tételben jellemzett kisebb körnek kerületére esik.

Ennek a tételnek a IX. tétellel való egybevetéséből következik, hogy egy reális együtthatókkal bíró n -edfokú $f(z)$ polinom JENSEN-köreihez általában nem adható meg egy olyan egynél kisebb $\mu(n)$ pozitív szám, hogy az $f'(z)$ polinomnak az $f(z)$ polinom többszörös zérőhelyeitől különböző képzetes zérőhelyeit az $f(z)$ polinom JENSEN-köreivel koncentrikus és azoknál $\mu(n)$ -szer kisebb sugarú körlapok mind tartalmazzák. Nem adható meg olyan egynél kisebb $\nu(n)$ pozitív szám sem, hogy az $f'(z)$ komplex zérőhelyeit mind tartalmazzák azok a körgyűrűk vagy határvonalai, amelyeket az $f(z)$ polinom JENSEN-körei és a velük koncentrikus $\nu(n)$ -szer kisebb sugarú körök határolnak.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1934. április 23-án tartott üléséből.)

ÜBER ALGEBRAISCHE UND TRANSZENDENTE GLEICHUNGEN.

Von JULIUS v. SZ. NAGY.

Ist $f(z)$ ein reelles Polynom oder eine reelle ganze transzendenten Funktion vom Geschlechte Null oder Eins und ist γ eine nichtnegative reelle Konstante, so wird die Funktion

$$F(z) = e^{-\gamma z^2} f(z)$$

eine Funktion vom Geschlecht 1^* und die nichtnegative Zahl γ die Höhe oder der Exponent von $F(z)$ genannt werden.

Der Differenzenquotient der logarithmischen Derivierten von $F(z)$ für das konjugiert komplexe Argumentenpaar $a + ib$ und $a - ib$ wird der kritische Wert der Funktion $F(z)$ im Punkte $a + ib$ oder $a - ib$ genannt und mit $K(a + ib)$ oder $K(a - ib)$ bezeichnet werden.

Die Punkte der komplexen Ebene, in denen der kritische Wert der Funktion $F(z)$ nichtnegativ ist, werden kritische Punkte der Funktion $F(z)$ genannt.

Es wurde in einer vorigen Arbeit¹ die Lage der nichtreellen Nullstellen von $F(z)$ in bezug auf einen kritischen Punkt untersucht. Es wird hier die umgekehrte Frage: die Lage der kritischen Punkte untersucht, wenn man in einem Punkte den kritischen Wert und ausserdem die komplexen Nullstellen, oder den Exponent, oder einige der reellen Nullstellen von $F(z)$ kennt.

Es gilt z. B. folgender Satz:

¹ Math. u. Naturwiss. Anzeiger der Ungarischen Akademie d. Wiss. Bd. 50, S. 167--194.

Ist $x' \pm iy'$ ein konjugiert komplexes Nullstellenpaar der Funktion $F(z)$ vom Geschlecht 1^* und vom Exponenten γ und hat das diesem Nullstellenpaar zugehörige JENSENSCHE Kreisinnere K' keinen gemeinsamen Punkt mit dem Innern eines anderen JENSENSCHEN Kreises, so liegen die in K' liegenden kritischen Punkte alle an derjenigen Seite der Hyperbel

$$3(x^2 - x'^2) - y^2 + y'^2 - \frac{1}{\gamma} = 0,$$

wo die Punkte $x' \pm iy'$ liegen.

In den übrigen Sätzen spielen die bizirkularen Kurven vierter Ordnung

$$(x^2 + y^2)^2 + 2b^2(x^2 - y^2) + 2p(x^2 + y^2) + b^4 - 2b^2p = 0$$

eine Rolle. Die Arbeit enthält auch eine Diskussion dieser Kurven.

Endlich wird die Lage der nichtreellen Nullstellen des Polynoms $f'(z)$ untersucht, wenn $f(z)$ ein reelles Polynom ist, dessen Nullstellen in zwei konjugiert komplexe Nullstellenpaare zusammenfallen.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 23. April 1934.)

A RÁCSOK MÖGÖTT KELETKEZŐ SZÉLÁRNYÉK PROBLÉMÁJA.

ANDERLIK ELŐD-től.

Bevezetés.

A valóságos folyadék mozgásának a vizsgálata ma a Navier-Stokes-féle parciális differenciálegyenletek alapján történik. Ha e differenciálegyenletek megoldásának formális nehézségeit nem tekintjük, akkor is e differenciálegyenletekkel szemben az a tény hozható fel, hogy az általuk nyert áramformák, bár bizonyos határokon belül a kísérleti adatokkal jól megegyeznek (pl. a folyadéknak körkeresztmetszetű csőben történő, ú. n. Hagen-Poiseuille-féle áramlása), a valóságban ezek az áramlások nem stabilisok, hanem változó, quasi stacionárius áramlásba mennek át, melyet turbulens áramlásnak nevezünk.

A turbulens áramlásra vonatkozó ismereteink ma még semmiképpen nem tekinthetők lezártak. A maga egészében tisztázatlan, hogy a folyadéksurlódás ellenére hogyan tarthatók fenn a turbulens áramlás folyamán keletkező mellékmozgások. Kétségtelen, hogy ha a folyadékreszerekre ható surlódás a tehetetlenségi erőknél lényegesen nagyobb, akkor az áramlás a Navier-Stokes differenciálegyenletek által meghatározott áramformát veszi fel. Abban az esetben, ha a surlódás és tehetetlenségi erők nagyságrendje egyezik, akkor az áramlás turbulens. A turbulencia problémájának egyik legfontosabb kérdése a lamináris áramlások instabilitásának kutatása.

Egy másik, nem kevésbé fontos kérdése a turbulencia problémájának annak a kutatása, hogy a kifejlődött turbulens áramlásnak milyenek a törvényszerűségei. Bár ennek a problémának a megoldása elsősorban kísérleti jellegű, azonban a

modern aerodinamika módszerei szerint még ilyen kísérleti jellegű problémáknál sem nélkülözhetők bizonyos általánosabb, elméleti szempontok, amelyek körül a kísérleti adatok tömöríthetők és amelyek a szükséges empiriát kritikával kísérik és annak irányt szabnak.

A gyakorlatilag fontos turbulens áramlások nagy része olyan, hogy az áramlást jellemző adatok (sebesség, feszültségek) bizonyos középérték körül ingadoznak, ez a középérték az, amely a mérés-technika részére elsősorban hozzáférhető. Így a turbulens mozgás mintegy két részre bontható, az előbb említett középmozgásra, amely stacionárius áramlás esetén csak a hely függvénye, és a mellékmozgásra, mely szabálytalan képet mutat és valószínűleg a statisztika törvényeit követi.

Osborne Reynolds vizsgálatai szerint a középmozgásra vonatkozólag is alkalmazhatók a folyadékáramlásnak dinamikai alap-egyenletei, azonban ezekbe az egyenletekbe a Navier-Stokes egyenletekben szereplő surlódáson kívül a turbulens mellékmozgás által keltett surlódó erőket is be kell vezetni. Kétméretű áramlás esetén, ha azt a maga teljességében nem teljesülő feltevést vezetjük be, hogy a mellékmozgások sebességei egy irányban 0-val egyenlők, akkor ez a járulékos nyírófeszültség

$$\tau = \rho \overline{u'v'}$$

ahol u' és v' jelentik a mellékmozgás két egymásra merőleges irányú sebességi összetevőit, ρ a folyadéksűrűség, és a vízszintes jel azt jelenti, hogy az $u'v'$ szorzatnak időbeli középértéke képezendő, a középérték képezésénél húzamosabb idő (elméletileg ∞) veendő tekintetbe. A legújabb vizsgálatok szerint a turbulens-áramlás középsebességei és az előbb bevezetett nyírófeszültségek között Reynolds vizsgálatain túlmenőleg tényleg található törvényszerűségek. Reynolds vizsgálataiból még nem derül ki, hogy maguk a turbulens nyírófeszültségek hogyan függenek a közepes áramlás adataitól.

Az első, aki e kérdéssel foglalkozott, L. PRANDTL, (1) aki szerint kétméretű áramlás esetén

$$\tau = \rho l^2 \left(\frac{dl}{dy} \right)^2,$$

ahol az áramlás az xy sikkal párhuzamos, az áramlás sebessége az x irányban U , az y irányban v , továbbá a v összetevő nagyságrendileg lényegesen kisebb, mint az U összetevő. Az l hossz a keveredési hosszúságot jelenti, amely analóg a gázelméletből ismert szabad úthosszal. Ezt az összefüggést PRANDTL heurisztikus megfontolásokkal indokolja, újabban KÁRMÁN(2) bizonyos feltevések alapján ezt az eredményt a folyadékmozgás dinamikai alapegyenleteiből is levezette.

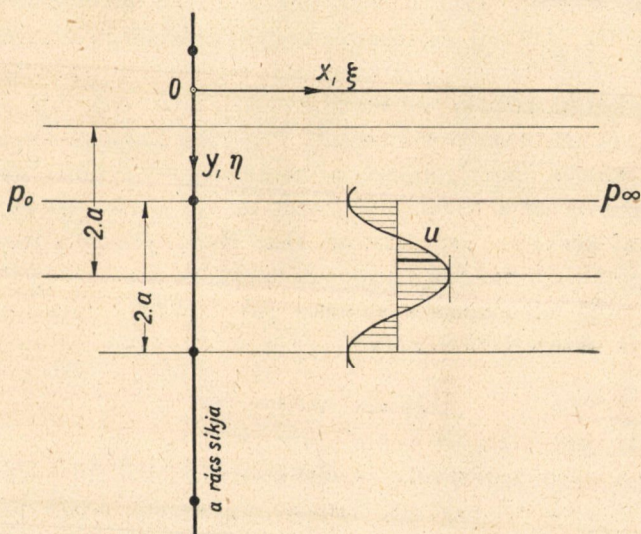
A PRANDTL-féle összefüggés különféle áramlási problémák vizsgálata kapcsán igen hatásosnak bizonyult. E helyen főleg az ú. n. szélárnyékproblémák kapcsán akarunk ez összefüggéssel foglalkozni. Ha egyenletes légáramlásba valamilyen kis testet helyezünk, akkor e mögött örvénylő tér keletkezik, amely a test mögött mintegy csóvaszerűen, diffuz módon terjed tova, a test ellenállása és e szélárnyék között igen szoros a kapcsolat. Drótalakú test mögött keletkező turbulens áramlást (szélárnyékot a PRANDTL-féle összefüggés alapján SCHLICHTLING(3) és TOLLMEN(4) vizsgálták, forgástest mögött keletkező szélárnyékproblémával SWAIN(5) foglalkozott.

Értekezésünk célja a turbulens szélárnyékokra vonatkozó vizsgálatok kiterjesztése arra az esetre, amikor a szélárnyékot nem egyes testek, hanem kétméretű rács — amely igen hosszú, párhuzamos testekből (pl. drótokból) áll — gerjesztik. Ez a probléma nemcsak elméleti értékű, hanem bizonyos gyakorlati fontossággal is bír. Az aerodinamikai kísérletekre szolgáló mesterséges légáramlások lokális egyenetlenségeit szűrőkkel egyenlítik ki. E szűrők lényegben két egymásra merőleges sík rácsnak tekinthetők és a sík áramlás vizsgálata, melyet a kétméretű rács gerjeszt, a térbeli (három méretű) rács vizsgálatának előtanulmánya.

Az értekezés alapjául szolgáló mérések a göttingeni aerodinamikai intézetben készültek, azok eredményeiről egy a Technika(6) című folyóiratban közölt összefoglaló ismertetés kapcsán röviden megemlékeztünk.

1. Elméleti rész.

E dolgozat tárgya egy turbulens áramformának a vizsgálata, amely úgy keletkezik, hogy eredetileg egyenletes sebességű és nyomású folyadékáramlásba az áramlás irányára merőlegesen egyenlő távolságban igen hosszú testeket (pl. drótokat) helyezünk. Az áramlásnak nagy vonásokban történő jellemzésére megjegyezzük, hogy az áramlás, ha a turbulens ingadozásoknak három



1. ábra.

dimenziós jellegét nem tekintjük, két dimenziósnak, sík áramlásnak tekinthető, az áramlás síkja a rács síkjára merőleges. Az áramlás síkja kongruens szalagokra bontható olyan egyenesek segítségével, melyek az áramlás síkjával párhuzamosak és a rácselemek közötti felezőpontokon mennek át (1. ábra).

A rácsnak egyes elemei mögött örvénylő és turbulens folyadékreszekből álló csóva (szélárnyék) keletkezik. A ráctól kisebb távolságban ez a csóva ahhoz az örvénylő térhez hasonlít, amely egyetlen test mögött keletkezik, később az egyes testek mögött keletkezett szélárnyékok szétterjednek és egymással keverednek.

A csóvákban levő folyadékrészek lassulnak (e csóvákat holt-térnek is szokás nevezni), így a drótok közötti részben a folytonosság miatt a folyadékrészek sebessége növekedni fog. Végeredményben az eredetileg egyenletes sebességű folyadékáramlás a rács hatása alatt úgy módosul, hogy az eredeti x irányú sebesség a drótok mögötti környezetben az eredeti U sebességhez viszonyítva csökken, a drótok közötti részben növekszik, így az egyenletes x irányú U sebesség a rács hatása alatt hullámszerűen módosul, ezek az eltérések a rácstól távolodva erősen csökkennek. Meg kell jegyeznünk, hogy az eredetileg párhuzamosan mozgó folyadékrészek y irányú sebességekre is szert tesznek.

A következőkben az áramlás vizsgálatát elegendő egy, az előbb jellemzett sávra korlátozni. Egyszerű impulzusmegfontolásból világos, hogy messze a rács mögött nyomáscsökkenés keletkezik és ez a nyomáscsökkenés az egyes rácselemek ellenállásával közvetlen kapcsolatban van. Ha a nyomást a rács előtt és mögött nagy távolságban (∞ -ben) p_0 és p_∞ -vel jelölve, a rácselem W ellenállása a szokásos jelölésekkel a rácselem egy-egynyi hosszára vonatkozólag

$$W = \frac{\rho}{2} d U^2 c_w,$$

ahol ρ a levegő sűrűsége, d a drót átmérője, U a folyadékrészek sebessége a rácstól nagy távolságban, c_w az ellenállási tényező. Az impulzus tétele szerint ez az ellenállás a sáv elején és végén keletkező nyomások különbségéből keletkezik, tehát

$$W = 2a \cdot (p_0 - p_\infty),$$

ahol $2a$ a rácselemek távolsága és így a nyomáskülönbség $\Delta p = p_0 - p_\infty$

$$\Delta p = \frac{\rho}{4} \left(\frac{d}{a} \right) U^2 c_w, \quad (1)$$

A rács mögötti áramlás pontosabb vizsgálata céljából az eredetileg egyenletes és párhuzamos sebességeloszlástól való eltérés x és y irányú összetevőit jelöljük u és v -vel. Mivel a rács mögötti szélárnyékot csak a rácstól nagyobb távolságban vizsgáljuk, tehát a sebességeloszlásnak nagy x értékeknél fellépő

aszimptotikus törvényszerűségét keressük, azért első közelítésben a nyomásváltozást elhanyagolhatjuk. Részletesebb vizsgálat arról győz meg, hogy ha az u és v sebességtéréseket elsőrendű kis mennyiségeknek tekintjük, akkor a p nyomás változása másodrendű végtelen kicsiny.

Sík mozgás esetében a rács mögötti folyadékmozgás differenciálegyenletei:

$$\rho \left[(U + u) \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} \right] = \frac{\partial \sigma_x}{\partial x} + \frac{\partial \tau}{\partial y} \quad (2)$$

$$\rho \left[(U + u) \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} \right] = \frac{\partial \tau}{\partial x} + \frac{\partial \sigma_y}{\partial y} \quad (3)$$

Ehhez járul a folytonosság egyenlete:

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} = 0. \quad (4)$$

Itt σ_x , σ_y és τ jelentik a normális és nyíró feszültségeket. Előbb tett megjegyzésünk szerint σ_x és σ_y állandónak tekinthető első közelítésben.

PRANDTL teorema szerint a nyíró feszültségre a következő összefüggés adható meg:

$$\tau = \rho l^2 \left(\frac{\partial u}{\partial y} \right)^2, \quad (4a)$$

ahol l jelenti a keveredési úthosszúságot, amely PRANDTL szerint azzal a távolsággal arányos, amelyen egy folyadékrezecske együtt marad, tehát individualitását megtartja, mielőtt más részekkel keverednék. Egyesek szerint e hossz csupán korrelációs faktornak tekintendő.

Ha a mozgás differenciálegyenletében csak az u és v -ben elsőfokú tagokat vesszük figyelembe, akkor a mozgás (2) alatti differenciálegyenlete

$$\rho U \frac{\partial u}{\partial x} = \rho \frac{\partial}{\partial y} \left(l^2 \frac{\partial u^2}{\partial y} \right). \quad (5)$$

Az egy drót mögött keletkező szélárnyék esetében PRANDTL szerint (1. SCHLICHTLING (3) alatt idézett dolgozatát) a keveredési hossz a szélárnyék szélességével arányos. E feltétellel számítva, a

magános drót mögötti szélárnyék részletei a kísérletekkel való kiváló egyezés mellett számíthatók. A magános drót mögötti sebességeloszlásra vonatkozólag (SCHLICHTLING szerint (3))

$$\frac{u}{U} \sim x^{-q} f\left(\frac{y}{x^p}\right), \quad l \sim x^p, \quad p + q = 1, \quad p = q.$$

A jelen esetben a szélárnyék szélessége egyenlő a drótok távolságával (a ráctól nagyobb távolságban) és így formálisan a következő összefüggést nyerjük:

$$p = 0, \quad q = 1, \quad \text{és} \quad \frac{u}{U} \sim x^{-1} f(y).$$

Ezt az összefüggést abból a követelésből is lezármatthatjuk, hogy az u sebességeloszlások egymáshoz hasonlóak, tehát

$$\frac{u}{U} = \varphi(x) f(y), \quad (6)$$

ahol φ és f x , illetve y -nak ismeretlen függvényei. Ezt az összefüggést az (5) alatti differenciálegyenletbe bevezetve

$$-\sigma f \varphi' = 2\rho l^2 \varphi^2 f' f'' \quad \text{vagy} \\ -\frac{f}{f' f''} = \frac{2l^2 \varphi^2}{\varphi'}. \quad (7)$$

Mivel a legutóbbi egyenlet baloldala csak y , a jobboldala csak x -től függ, ezért mindegyik oldal, (így a jobboldal) egy állandóval egyenlő, melyet $-C$ -vel jelölve és az így nyert differenciálegyenletet integrálva

$$\frac{1}{\varphi} = \frac{C}{2l^2} x + k \quad (8)$$

eredményre jutunk, ahol k integrálási állandó. Mivel $x = 0$ hely (a koordinátarendszer választása szerint a drót helye) az áramlásnak feltétlenül szinguláris helye, ebből következik, hogy $k = 0$. Első eredményként megállapítható, hogy az egyenletes sebességhez viszonyított u eltérések a ráctól való távolsággal fordított arányban térnek el.

Az f függvény meghatározására, hogy a további számítást

lehetőleg egyszerűsítsük, az x és y koordináták helyett a dimenzió nélküli

$$\xi = \frac{x}{a}, \quad \eta = \frac{y}{a}$$

számokat vezetjük be, ahol $2 \cdot a$ jelenti a rács egyes elemeinek távolságát.

Ezek szerint

$$\frac{u}{U} = \frac{1}{\xi} f(\eta), \quad (9)$$

tehát az arányossági tényezők az f függvénybe foglaltattak és az (5) alatti differenciálegyenlet az η változóra vonatkoztatva

$$-f = 2c^2 f' f'', \quad (10)$$

ahol

$$c = \frac{l}{a}.$$

Ez a differenciálegyenlet egyszer integrálható:

$$-\frac{f^2}{2} + \text{Const} = \frac{2}{3} c^2 \cdot f'^3.$$

Az integrálási állandó közelebbi meghatározására szolgál, hogy az $f' = 0$ feltételhez tartozó extrémális függvényértéket f_0 bevezetjük. Ennek segítségével az

$$\frac{f_0^2}{2} - \frac{f^2}{2} = \frac{2}{3} c^2 f'^3$$

eredményre jutunk, mely még egyszer integrálható:

$$\left[\frac{3}{4} \frac{f_0^2}{c^2} \right]^{\frac{1}{3}} \cdot \eta = \int_0^{\eta} \frac{df}{\sqrt[3]{1 - \frac{f^2}{f_0^2}}} = \int_0^{\alpha} \cos^{1/3} a da \quad (11)$$

ha a $\sin a = \frac{f}{f_0}$ helyettesítést bevezetjük. Az integrálási állandót úgy határoztuk meg, hogy $f = 0$, $\eta = 0$ összetartozó értékek legyenek, ami a koordináta-rendszer megfelelő választásával elérhető. A (10) és (11) differenciálegyenletből, illetve eredmény-

ből az f függvénynek következő szimmetriatulajdonságai állapíthatók meg:

$$f'(\eta) = f'(-\eta) \text{ és } f(\eta) = -f(-\eta).$$

A (11) egyenletből valamilyen numerikus vagy grafikus módszer segítségével az f függvény értékei meghatározhatók. Ha az U egyenletes sebességtől való maximális eltérést x irányban U_0 -val jelöljük, akkor arra való tekintettel, hogy f_0 , $\sin \alpha = 1$ és $\eta = \frac{1}{2}$ összetartozó értékek, továbbá grafikus integrálás útján

$$\int_0^{\frac{\pi}{2}} \cos^{1/2} \alpha \, d\alpha = 1,2824\dots,$$

a következő összefüggést nyerjük:

$$\left[\frac{3}{4} \frac{f_0^2}{c^2} \right]^{\frac{1}{2}} \cdot \frac{1}{2} = 1,2824, \quad (12)$$

melyből f_0 értéke

$$f_0 = 4,7407 \cdot c$$

ezt (9)-be bevezetve

$$\frac{u_0}{U} = \frac{4,7407 \cdot c}{\xi} \quad (13)$$

összefüggésre jutunk, melyet az elmélet kísérleti vizsgálatánál fogunk felhasználni.

A ψ áramfüggvény és a v sebességi összetevő a következőképpen határozható meg. Az

$$u = U \frac{1}{\xi} \cdot f(\eta)$$

összefüggésből integrálás útján nyerjük, hogy

$$\psi = aU \cdot \frac{1}{\xi} F(\eta), \quad (14)$$

ahol

$$F(\eta) = \int f(\eta) \, d\eta$$

az integrálási állandót később határozzuk meg. A (12) egyenlet szerint

$$v = - \frac{\partial \psi}{\partial x} = U \frac{1}{\xi^2} F(\eta).$$

Mivel $\eta = \pm \frac{1}{2}$, $v = 0$ összetartozó értékek, ebből az integrálási állandó meghatározható és így

$$F(\eta) = \int_{\eta}^{\frac{1}{2}} f(\eta) d\eta.$$

A további alkalmazások miatt az F és f függvények között más kapcsolatot is keresünk. A 9 és 2 szerint a nyírófeszültségre vonatkozólag

$$\tau = \rho \frac{U^2}{\xi^2} F. \quad (16)$$

E helyen is érdemes megemlítenünk, hogy mind az egyes, mind a rácsban levő drótok mögötti áramlásra a nyíró feszültség a

$$\tau = \rho Uv$$

alakban fejezhető ki.

Ha a nyírófeszültségnek (4 a) és (16) alatti kifejezéseit összehasonlítjuk, akkor a

$$c^2 F''^2 = F \quad (17)$$

differenciálegyenletet nyerjük, melyet integrálva

$$c \frac{F'^2}{2} = \frac{2}{3} \left[F_0^{\frac{3}{2}} - F^{\frac{3}{2}} \right], \quad (18)$$

ahol F_0 és $F' = 0$ összetartozó értékek. Mivel $F' = f$, a (18) a következő alakban fejezhető ki:

$$f^2 = \frac{4}{3c} \left[F_0^{\frac{3}{2}} - F^{\frac{3}{2}} \right], \quad (19)$$

ami a keresett F és f közötti kapcsolatot szolgáltatja.

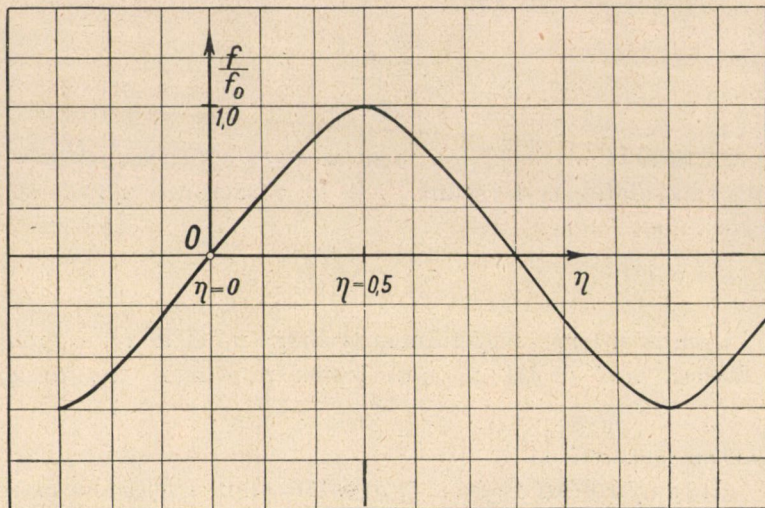
A (19)-ből következik, hogy

$$F_0 = \left(\frac{3}{4} c f_0^2 \right)^{\frac{2}{3}}.$$

Az u és v sebességi összetevők a 2. és 3. ábrákon láthatók.

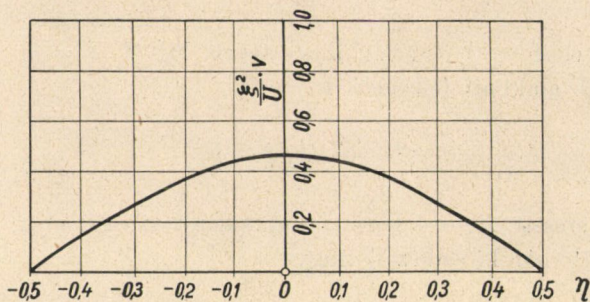
Az általánosított PRANDTL-féle összefüggés segítségével a nyomás változása is meghatározható. Ez a probléma, mely az

ismert u és v sebességi összetevők alapján feszültségi problémának tekinthető, az egyes drót esetében SCHLICHTLING (3) által



2. ábra.

már elvégeztetett. A rács esetében a számítás teljesen analóg és ezért e helyen ezt nem közöljük azért is, mert a nyomás-



3. ábra.

változások ξ^3 -al fordítva arányosak és így olyan kicsinyek, hogy a rács mögött nagyobb távolságban kísérletileg igen nehezen mutathatók ki.

A turbulens mellékmovgások hasonlósága.

Az utóbbi időben a PRANDTL-féle teorámát KÁRMÁN (2) továbbfejlesztette. Ezirányú munkásságának eredménye az, hogy bizonyos, később részletezendő feltevések segítségével a PRANDTL-féle teoréma a hidrodinamikai alapegyenletekből származtatható le, továbbá a PRANDTL-féle eredményeken túlmenőleg a keveredési hosszra egy differenciális teorémát adott.

Feltevéseinek legfontosabbika az, hogy a turbulens mellékmovgások hasonlóak olyan értelemben, hogy a turbulens mellékmovgások áramfüggvénye a helytől csak egy hossz és időlépték útján függ. Egy másik feltevése az, hogy a középértékek képezése szempontjából a mellékmovgások bizonyos időtartamig stacionárius képződményeknek tekinthetők. Véleményünk szerint ez a feltevés annak a követelésével egyenértékű, hogy az időbeli és helybeli középértékek egymással egyeznek.

Ezek a feltevések úgy használatnak fel, hogy a közepes sebességeloszlás egy másodfokú hatványsorkifejtéssel közelíthető meg, ezt az úgynevezett örvényegyenletbe (mely a két irányra vonatkozó mozgásegyenletből a nyomás kiküszöbölésével nyerhető) helyettesítve bizonyos arányosságok nyerhetők, melyek a REYNOLDS-féle turbulens surlódások kifejezéseinél felhasználhatók. Ezúton az eddigi jelölésekkel a következő kifejezést nyerjük a nyírófeszültségre:

$$\tau = \rho k^2 \frac{\left(\frac{du}{dy}\right)^3}{\left(\frac{d^2u}{dy^2}\right)^2} \left| \frac{du}{dy} \right|,$$

amely az $l = k \frac{dy}{d^2k}$ helyettesítéssel az ismert PRANDTL-féle

$$\tau = \rho l^2 \frac{du}{dy} \left| \frac{du}{dy} \right|$$

teorémába megy át (k a turbulens folyadékmozgásnak univerzális állandója).

Ezeknek az előbb felsorolt, a turbulens mozgás strukturájára

vonatkozó feltevéseknek behatóbb kísérleti és elméleti vizsgálata a Széchenyi Tudományos Társaság segítségével és támogatásával előkészület alatt áll. Amíg közvetlen módszerek még a turbulens struktúra vizsgálatára nem alakultak ki, addig a feltevések helyességének vizsgálatára a közvetett út kínálkozik, amely szerint a (21) alatt adott nyírófeszültségi hipotézis segítségével minél több áramlás vizsgálandó. A csőben, a lemez mentén, az egyes test mögötti szélárnyékban keletkező turbulens áramlásra az eredmények igen kedvezőek, amennyiben a számított és kísérletileg megállapított sebességeloszlások igen jól egyeznek.

E vizsgálatokat ki akarjuk terjeszteni a rács mögötti turbulens szélárnyékokra is. Az egyes testre vonatkozó vizsgálatot TOLLIEN (4) végezte el, azonban bizonyos kiegészítő feltevések árán. E feltevések szükségessége onnan ered, hogy a (21) alatti értéke a nyírófeszültségnek hasznavehetetlen lesz, ha $\frac{du}{dy}$ vagy $\frac{d^2u}{dy^2}$ differenciálhányadosok eltűnnek. Ezért TOLLIEN szerint $\frac{du}{dy} = 0$ esetében a keveredési hossz állandónak veendő, továbbá a $\frac{d^2u}{dy^2} = 0$ inflexióspontok «flexiós» pontokkal helyettesítendők, ahol $\frac{d^2u}{dy^2}$ -nek véges ugrása van.

Mivel a rácsra vonatkozó szélárnyék, mint láttuk, a maga egészében az állandó keveredési hossz felvételével meghatározható, ezért az első feltevés a mi esetünkben azzal egyenértékű, hogy a szélső értékek környezetében a TOLLIEN-féle feltevésekkel számítandó megoldásnak a mienkhez érintőlegesen kell csatlakoznia. A mi problémánknál a flexióspontok helye előre meg van határozva, e helyeken $u = 0$, és e helyeken $\frac{d^2u}{dy^2}$ előjelváltozást szenved.

A sebesség x irányú összetevőjének eloszlására vonatkozólag a már ismert hasonlósági feltevést vezetjük be, mely szerint

$$\frac{u}{U} = \frac{1}{\xi} F'(\eta). \quad (22)$$

Ezt a nyírófeszültségnek (21) alatti kifejezésébe bevezetve

$$\tau = \rho k^2 \frac{F''^3 \cdot |F''|}{F''^2}. \quad (23)$$

Ha ezt a kifejezést a (16)-al összehasonlítjuk, továbbá az előjelekre vonatkozólag figyelembe vesszük, hogy a $0 \leq \eta \leq 0.5$ intervallumban $F > 0$ esetében $F', F'' < 0, F''' > 0$ kell hogy legyen, a következő differenciálegyenletet nyerjük

$$k^2 \frac{F''^4}{F''^2} = F, \text{ vagy}$$

$$k \frac{F''^2}{F''} = \sqrt{F}. \quad (24)$$

Mielőtt ennek a megoldásával foglalkoznánk, meg kell jegyeznünk, hogy e differenciálegyenlet megoldását általában három kezdeti vagy kerületi feltétel határozza meg egyértelműen. Ezekhez járul az a további követelmény, hogy e megoldásnak az $\eta = \pm 0,5$ helyek környezetében a (11) alatti megoldáshoz érintőlegesen kell csatlakozni. Ez a követelés csak a c és k értékek megfelelő választásával érhető el, ha három kezdeti értéket írunk elő és így azt kell vizsgálnunk, hogy az így meghatározott értékek mennyiben egyeznek az eddigi kísérletek által meghatározott értékekkel.

A megoldás meghatározására a flexióspontokból indulunk ki ($\eta = 0$), amelyekre vonatkozólag a (11) megoldást felhasználva, az $F'F''F'''$ kezdeti értékek előírhatók, ezek c és f_0 -vel kifejezve és 0-indexsel ellátva:

$$F_0 = \left(\frac{3}{4}cf_0^2\right)^{\frac{2}{3}}, \quad F'_0 = f_0, \quad F''_0 = \left(\frac{3}{4c^2} \cdot f_0^2\right)^{\frac{1}{2}}. \quad (25)$$

A szukcesszív közelítés módszerének segítségével F és f részére a következő közelítő kifejezést nyerjük:

$$F = F_0 + F''_0 \frac{\eta^2}{2} + \frac{kF''_0^2}{\sqrt{F_0}} \cdot \frac{\eta^3}{6} + \dots$$

$$f = F'_0 \eta + k \frac{F''_0}{\sqrt{F_0}} \cdot \frac{\eta^2}{2} + k^2 \frac{F''_0^3}{F_0} \cdot \frac{\eta^3}{3} + k^3 \frac{F''_0^4}{F_0^{\frac{3}{2}}} \cdot \frac{\eta^4}{12} + \dots \quad (26)$$

E két kifejezés harmadik tagja egy konvergens függvénysorozatnak, ezek hasznavehetőségét nagyban elősegíti az a körülmény, hogy az általunk meghatározandó megoldás csak a $0 \leq \eta \leq 0,5$ intervallumra terjed ki. Természetesen nem akarjuk ezzel azt állítani, hogy a (24) differenciálegyenlet megoldása η egészszámú összetartó hatványsoraként előállítható, már a közelítés negyedik lépésénél a megoldás függvénysorában transzcendens függvények szerepelnek.

Így a sebességeloszlás egyik része állandó keveredési hossz, a másik része a (21) alatti nyírófeszültség alapján határozottatott meg. Az F , F' stb. görbék megfelelő részeit az 1 és 2 indexsel fogjuk megjelölni. A csatlakozó pontban a két görbe folytonosan kell, hogy egymásba átmenjen, tehát e pontokban

$$\begin{aligned} F_1' &= F_2', \\ F_1'' &= F_2''. \end{aligned} \quad (27)$$

Mivel a sebességeknek is folytonos érintővel kell csatlakozniuk,

$$F_1''' = F_2''' \quad (28)$$

Ezenkívül azt is követeljük, hogy az l keveredési hossznak, illetve $\frac{l}{a}$ -nak (21) alatti kifejezése a csatlakozási pontban a c értéket vegye fel, tehát

$$c = k \frac{F_2''}{F_2'''} \quad (29)$$

végül azt kívánjuk, hogy ez az átmenet folytonos érintő mellett történjék, tehát

$$\frac{dl}{dy} = k \frac{d}{dy} \left(\frac{F_2''}{F_2'''} \right) = 0. \quad (30)$$

(Ugyanis a csatlakozási pont és az $\eta = 0,5$ szakaszon $l = c$ és így e szakaszon $\frac{dl}{dy} = 0$.)

E két feltételből a (24) differenciálegyenlet felhasználásával a következő összefüggés származtatható le:

$$F_2' = \frac{c}{2k} \cdot F_2'. \quad (31)$$

A (29) összefüggésből a (24) differenciálegyenlet tekintetbevételével a

$$cF_2'' = \sqrt{F_2}$$

kapcsolatra jutunk. Ezt a (17) differenciálegyenlettel összehasonlítva, mely a csatlakozó pontra felírva

$$cF_1'' = \sqrt{F_1} \text{ eredményt adja.}$$

Innen felismerhető, hogy ha az $F_1 = F_2$ és $F_1' = F_2'$ feltételek teljesítve vannak, akkor ezek következtében a (28) feltétel is teljesül.

A csatlakozó pontra vonatkozó első két feltételnek (27) a kielégítése a következő egyenletrendszerre vezet:

$$F_2 = \frac{c}{2k} \cdot F_2'$$

$$c \frac{F_2^2}{2} = \frac{2}{3} (F_2^3 - F_2^3). \quad (32)$$

Mint említettük, a (24) differenciálegyenlet megoldása a három kezdeti feltétel előírásával teljesen meg van határozva és így csak annak a vizsgálatára szorítkozhatunk, hogy az eddigi kísérletekből megállapított c és k értékekből a csatlakozási pont a $\gamma = \pm 0,5$ hely környezetében tényleg létezik-e. E helyen meg kell jegyeznünk, hogy matematikai szempontból a szabatosabb eljárás az lenne, ha csak egy kezdeti feltételt veszünk alapul ($F' = 0$), mely a probléma természetéből kifolyólag adottnak tekinthető és a másik két feltétel a (32) alatti egyenletrendszer. Azonban az itt ismertetett KÁRMÁN-féle elmélet, bár több esetben igen jó eredménnyel volt alkalmazható és a legutóbbi három év folyamán az aerodinamika irodalmának egyik legtöbbet tárgyalt kérdése volt, mégis a felvételei alapján nem tekinthető a kérdés végleges elintézésének.

Az elmélet kiindulását képező feltevések a turbulens áramlás szerkezetére vonatkozólag igen messzemenő követeléseket jelentenek, melyek, nem tekintve a velük szemben felhozott aggályokat, elsősorban a turbulens áramlás szerkezetének a tüzetesebb kutatása alapján értékelhetők csak. Ilyen körülmények mellett e

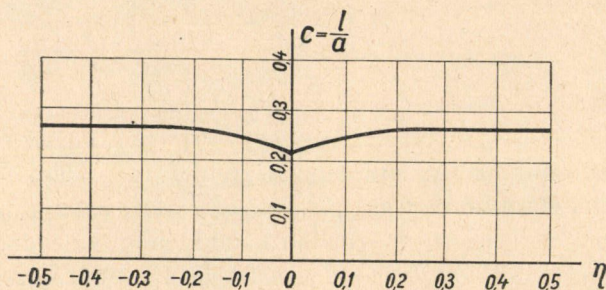
helyen beértük a kérdésnek matematikailag kevésbé szabatos, de gyakorlatilag kielégítő vizsgálatával.

Visszatérve a csatlakozópont tényleges numerikus meghatározásához, a $k = 0,40$ és $c = 0,158$ értékeket vettük alapul kísérleti eredmények kapcsán, ezekkel a következőkben még foglalkozunk.

A csatlakozási pontra numerikus számítás útján a következő értékeket kapjuk:

$$f = 0,775, \frac{f}{f_0} = 0,616, 2\eta = 0,490.$$

A (24) és (10) differenciálegyenletek megoldása számításunk szerint olyan kis eltérést mutat, hogy az a grafikus ábrázolás-



4. ábra

nál jóformán fel sem tűnethető. A numerikus számítás folyamán a keveredési hosszúságot, illetve $\frac{l}{a}$ -t is meghatároztuk η függvényeként, melyre az $\eta = 0$ és a csatlakozási pont által meghatározott intervallumban az

$$\frac{l}{a} = \frac{+\sqrt{F}}{F''}$$

összefüggés áll fenn. Értéke a csatlakozási pontban és az e pont és $\eta = 0,5$ által meghatározott intervallumban $\frac{l}{a} = 0,158$ állandó. Az $\frac{l}{a}$ értéket az η függvényeként a 4. ábra tünteti fel.

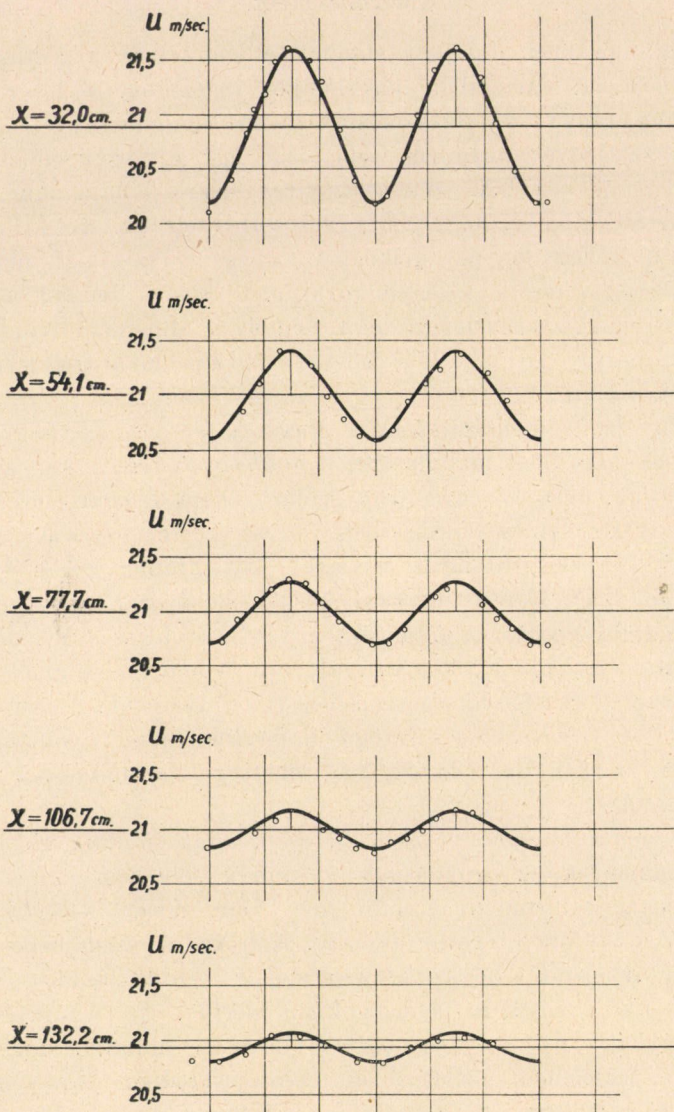
Kísérleti rész.

Ez előzőkben kifejtett elmélet ellenőrzésére a göttingeni aerodinamikai intézetben kísérleteket végeztünk, a kísérletek bizonyos irányú folytatása most van előkészületben.

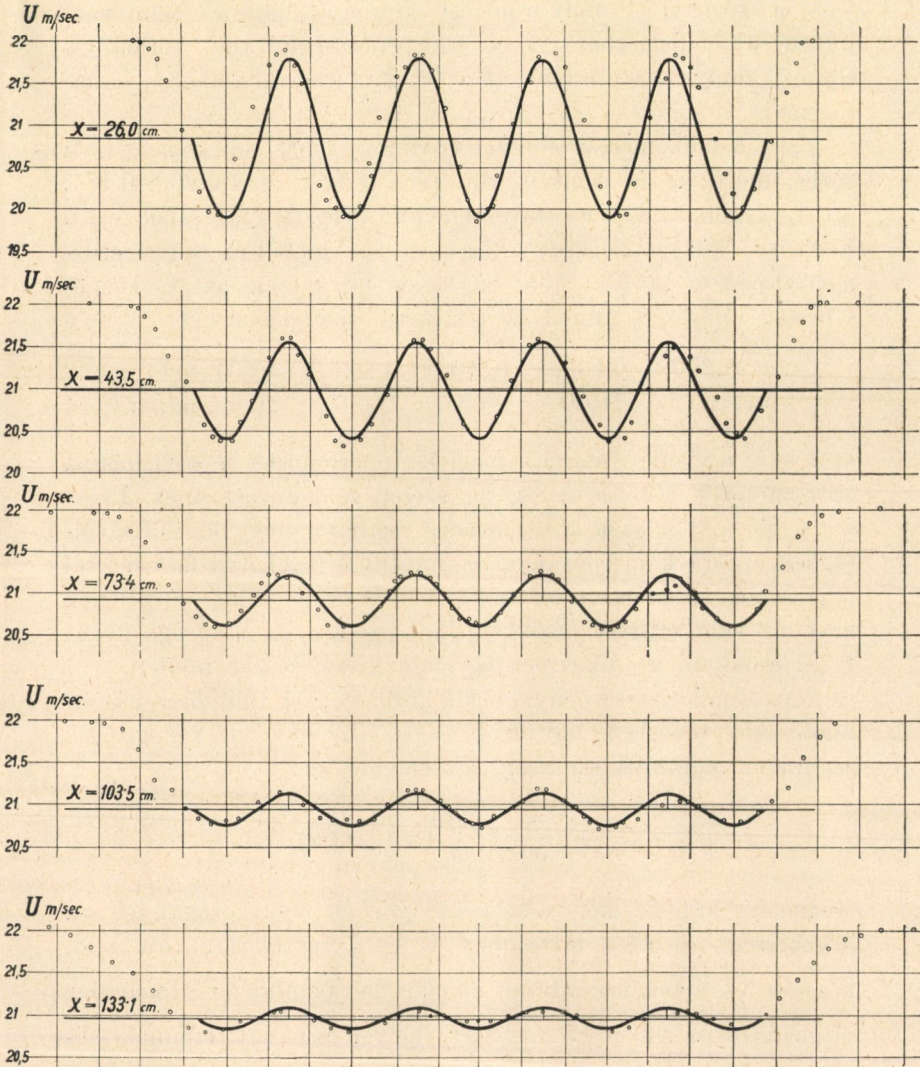
A szélárnyék turbulens áramlását úgy állítottuk elő, hogy a göttingeni kisebbik szélcsatorna fuvókájára 3 mm átmérőjű, 30 mm távolságú drótokból álló rácsot erősítettünk. Két kísérlet-sorozatot végeztünk, az egyiknél a rács a fúvóka síkját teljesen beborította, a másik kísérletsorozatnál a rács 5 drótból állott. A sebességeloszlást a levegősugár tengelyén átmenő horizontális síkban mértük PRANDTL-féle cső és vertikális manométer segítségével.

Bár az ilyen mérésekhez a PRANDTL-féle csőnél finomabb PITOT-csőveket kell alkalmazni, a mérési eredményeket mégis közreadjuk, mert az egyes drót szélárnyékára végzett méréseinket (melyek ebben az értekezésben nem szerepelnek) más mérésekkel is összehasonlíthatjuk és azok kielégítőnek bizonyultak. A PRANDTL-féle csövet mozgató készülékbe fogtuk, mely annak horizontális, a csatorna áramlási irányára merőleges elmozdulását 0,25 mm leolvasási pontossággal tette lehetővé. A méréseket átlagosan $U = 20,9$ m/sec szélsősebességnél végeztük. A sebességmérésekkel egyidejűleg a levegő hőmérsékletét és nyomását is mértük, ezeket az adatokat a sebesség kiszámításánál felhasználtuk.

A mérési eredményeket az 5. és 6. ábrák tüntetik fel. Ezek az eredmények az áramlásnak x irányú sebességi összetevői, melyek a csatornában áramló meg nem zavart levegőrészek sebességi vektorával párhuzamosak. A dróttal teljesen beborított fúvóka esetében a sebességeket a rácsból $x = 0,145, 0,320, 0,541, 0,777, 1,067, 1,322$ m távolságokban mértük. Az $x = 0,145$ m távolságban levő sebességeloszlás világosan mutatja, hogy itt még a rácselemek szélárnyékai nem keveredtek össze, ezt a sebességeloszlást az elmélettel való összehasonlításnál nem használtuk fel. A többi sebességeloszlási görbén teljes határozottsággal megállapítható a középsebesség létezése, melyet az elméleti részben U -val jelöltünk, ennek értéke a különböző távolsá-



5. ábra.



6. ábra.

gokban $\left\{ \begin{array}{l} x = 0,320 \quad 0,541, \quad 0,777, \quad 1,067, \quad 1,322 \text{ m} \\ U = 20,90 \quad 21,00 \quad 20,97 \quad 20,92 \quad 20,95 \text{ m/sec,} \end{array} \right.$
 tehát a szórás 1%, mely a mérési pontosság határában belül van. Ugyancsak felismerhető ez U középsebességtől való periódikus eltérés, melyet az állandó $2a = 30$ mm rácselemtávolság határoz meg.

A második mérési sorozat eredménye hat sebességeloszlási görbe, mely az öt drótból álló rács mögött $x = 0,260, 0,435, 0,734, 1,035, 1,331$ m távolságokban végzett mérésből ered. E görbék közepe feltűnően hasonlít az előbb ismertetett eredményekhez, a görbék középső része ugyancsak az U középsebesség létezésére enged következtetni, melyek értéke:

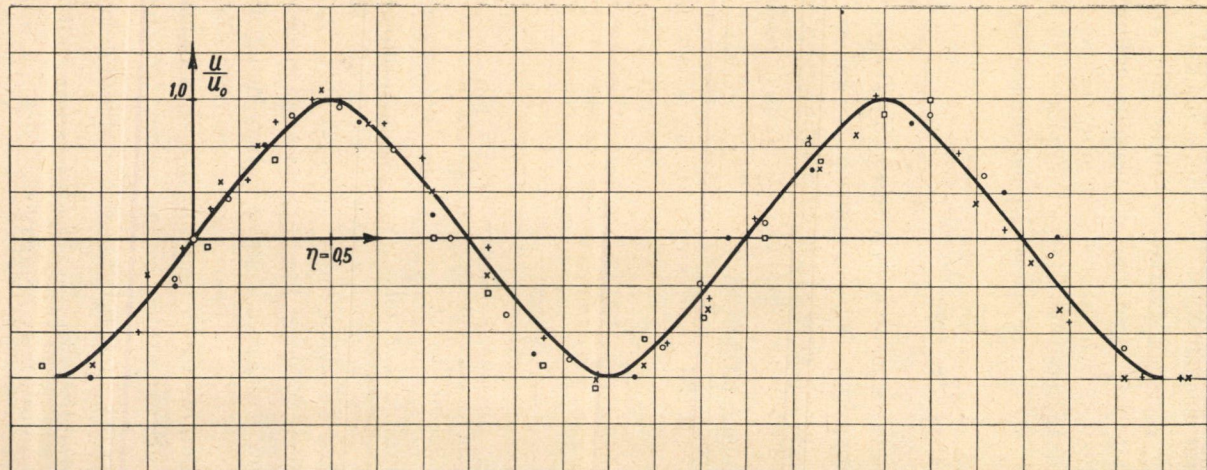
$$\begin{array}{l} X = 0,260 \quad 0,435, \quad 0,734, \quad 1,035, \quad 1,331 \text{ m} \\ U = 20,9 \quad 21,00 \quad 20,95 \quad 20,97 \quad 20,90 \text{ m/sec,} \end{array}$$

azonkívül a dróttávolságnak megfelelő periódusok is észlelhetők, azonban ezek a sebességi görbe szélén már növekszenek. Ezekből a görbék közül az a következtetés vonható, hogy kisebb távolságban e görbék közepei olyanok, mintha a fuvóka nyílása ráccsal teljesen be volna borítva; amint a sebességeloszlás görbéjének az U -tól való eltérései csökkennek, a szélárnyék mélysége (tehát U is) csökken, a szélárnyék egyidejű kiszélesedése mellett.

Az elméleti eredményeknek a kísérletekkel való összehasonlítását két lépésben hajtottuk végre. Az elméleti fejtegetések szerint az x irányú sebességi összetevőre az

$$\frac{u}{U} = \frac{a}{x} \cdot f\left(\frac{y}{a}\right) = \frac{1}{\xi} \cdot f(\eta)$$

eredményt kaptuk, mely a sebességi görbék hasonlóságát jelenti. A sebességi görbéket tartalmazó 5. és 6. ábrákba az ott mért, közepes $\frac{u}{U}$ érték maximuma alapján berajzoltuk ez elméletileg meghatározott sebességi görbéket, melyek a mérési eredményekkel jó egyezést mutatnak. A 7. ábrán a görbék hasonlóságát más úton is kifejezésre juttattuk. Egyetlen elméleti sebességeloszlási görbébe a különböző $x = 0,320, 0,541, 0,777, 1,067, 1,322$ m távolságban mért sebességi görbék pontjait (melyek a



- | | | |
|---|----------------------|-----------------|
| + | } jelű pontsorra ... | $x = 32,0$ cm. |
| o | | $x = 54,1$ cm. |
| x | | $x = 77,7$ cm. |
| □ | | $x = 106,7$ cm. |
| • | | $x = 132,2$ cm. |

7. ábra.

rácscsal teljesen borított fuvókára vonatkoznak) berajzoltuk és az eredmény itt is a kívánt hasonlóságot igazolja, a mérési pontok az elméleti görbe környezetében vannak, a szórás igen kicsiny.

Az elmélet és kísérleti eredmények összehasonlításának másik lépése az U közepes sebességtől való eltéréseknek mint az x rácstól való távolság függvényének a vizsgálata. Az U -tól való maximális eltérést u_0 -val jelölve a (13) összefüggés szerint

$$\frac{u_0}{U} = \frac{1}{\xi} \cdot f_0 = \frac{1}{\xi} \cdot 4,7407 \cdot c.$$

Ennek kísérleti vizsgálata céljából a 8. ábrán az értékeket logaritmikus skálában ábrázoltuk és az ábrázolás eredménye -1 hajlású egyenes, mely így az elméletileg megállapított változást kellőképpen igazolja. Ebből az ábrából a fizikailag rendkívül fontos c állandó is megállapítható. A $\log \frac{u_0}{U} = 0$ értéknek az ábra szerint $\log \xi = -0,135$ felel meg, ezt az előbbi összefüggésbe helyettesítve

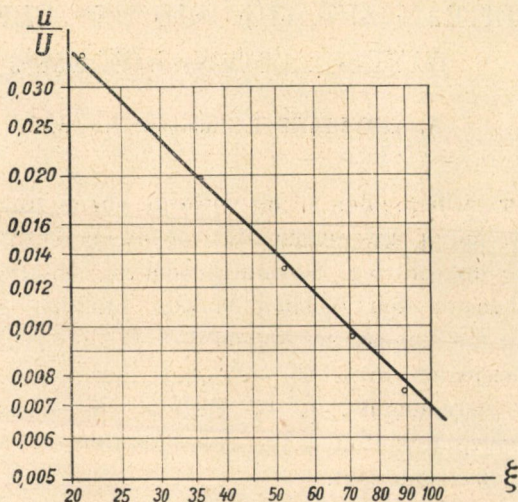
$$\log c = -\log 4,7407 - 0,135,$$

ahonnan a

$$c = 0,158$$

értéket nyerjük. Ha ezt az értéket SCHLICHTLING által az egyes drótra vonatkozó mérésekből nyert $\frac{l}{b'} = 0,37 - 0,47$ állandóval össze akarjuk hasonlítani, akkor tekintetbe kell vennünk, hogy SCHLICHTLINGNél ez az állandó nem a szélárnyék teljes szélességére vonatkozik, abból az okból, hogy az egyes drót mögötti szélárnyék szélessége igen nehezen határozható meg kísérletileg. A teljes szélesség felének a -nak és a b' hossz aránya SCHLICHTLING számításai alapján $b' : a = 0,441$. Ezért összehasonlítás esetében a SCHLICHTLING-féle állandót $0,441$ tényezővel kell szorozni és ennek eredményeként SCHLICHTLINGnek az egyes drót mögött végzett mérései alapján az $\frac{l}{a} = 0,162 - 0,207$ állandót kapjuk, mely nemcsak nagyságrendileg, hanem értékben is közel áll a mi számértékünkhöz. Valószínű, hogy finomabb kísérleti technikával az egyezés még fokozható.

A KÁRMÁN-féle elméletről a kísérletek kapcsán külön megemlékeznünk nem kell, mert az állandó és a (21) összefüggés által adott keveredési hosszal számítva gyakorlatilag ugyanazt a sebességeloszlást nyerjük, melynek a kísérletekkel való egyezését az előbb ismertetett kísérleti eredmények alapján igazoltuk. Még csak annyit kell megemlítenünk, hogy ebben az elméletben



8. ábra.

szereplő k állandó a turbulensáramlásra vonatkozó univerzális állandó kell, hogy legyen. Az eddig vizsgált turbulensáramlásokból határozva még az állandó értékét, az 0,40–0,50 között van, NIKURADSE legújabb kísérletei szerint $k = 0,43$. A mi számítá-sunknál alapul vett 0,40 értéke így a kísérletileg alátámasztott értékek határain belül mozog.

Irodalom.

1. PRANDTL: Zeitschrift für. d. angew. Mathematik und Mechanik 1925. V. kötet 136. oldal.
2. Th. v. KÁRMÁN, Nachr. d. Ges. d. Wissenschaften, Göttingen, 1930.
3. SCHLICHTLING: Ingenieurarchiv, 1931.
4. TOLLMEN: Ingenieurarchiv, 1933.
5. SWAIN: Proc. Roy. Soc. London, 1929. 647. old.
6. ANDERLIK: Technika (Budapest), 1927.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1934. március 19-én tartott üléséből.)

BEITRAG ZUR THEORIE DES EBENEN WINDSCHATTENPROBLEMS.

E. ANDERLIK in Budapest (Ungarn).

In der vorliegenden Arbeit wird die ebene turbulente Windschattenströmung untersucht, die von einem Drahtgitter (dessen Ebene zur ungestörten Strömungsrichtung senkrecht steht und dessen Elemente den gleichen Abstand besitzen) erregt wird.

Wenn die ungestörte (konstante) Strömungsgeschwindigkeit mit U bezeichnet wird, so entstehen durch die Widerstandskörper (Gitterelemente, z. B. Drähte) im Windschatten die Zusatzgeschwindigkeiten u, v . Die Richtung u ist parallel zu U , v ist dazu senkrecht.

Für die Zusatzgeschwindigkeitskomponenten u wird die Ähnlichkeit, d. h.

$$\frac{u}{U} = \varphi(x)f(y),$$

angesetzt. Durch die Annahme des PRANDTL'schen Schubspannungsansatzes mit konstantem Mischungswege l erhalten wir für $\varphi(x)$ (bis auf einen Faktor).

$$\varphi = \frac{1}{\xi}$$

und für $f(y)$ die Gleichung (11)

$$\left[\frac{3}{4} \frac{f_0^2}{c^2} \right]^{1/3} \eta = \int_0^\alpha \cos^{1/3} a \cdot da, \quad \text{wo } \sin a = \frac{f}{f_0} \text{ ist,}$$

(wobei mit $2a$ die Abstände der im Gitter befindlichen Widerstandskörper bezeichnet werden). Ferner ist $\xi = \frac{x}{a}$, $\eta = \frac{y}{a}$

wo, die xy Koordinaten auf ein System bezogen sind, dessen x Achse mit der ungestörten gleichmässigen Strömungsrichtung parallel, y dazu senkrecht ist. (Der Anfangspunkt des Systems befindet sich in der Gitterebene, u. z., in einem Punkte, wo $u = 0$ ist. (Ferner ist f_0 der Maximalwert von f , $c = \frac{l}{a}$. Die Geschwindigkeitskomponente v lässt sich aus der Stromfunktion (14) und (19) ermitteln.

Es wurde die Bewegung auch mit Hilfe des KÁRMÁN'schen Theorie untersucht, (die Lösung der Differentialgleichung erfolgte allerdings numerisch) es zeigte sich aber, dass die KÁRMÁN'sche Theorie praktisch zu gleichen Resultaten führt, wie die Annahme des konstanten Mischungsweges.

Zur Prüfung der Theorie sind einige Experimente durchgeführt, dessen Resultate in Abb. 5, 6, 7. und 8 wiedergegeben sind. In Abbildung 5, 6, 7 sind die Messungsergebnisse der Geschwindigkeitskomponenten u dargestellt und mit der Theorie verglichen. Die Konstante c wurde aus den Versuchen mittels der Gleichung 13 ermittelt und es ergab sich

$$\frac{l}{a} = c = 0.158.$$

Wenn diese Konstante auf die Schlichtlingsche Konstante $\frac{l}{b'}$ umgerechnet wird, wo $b':a = 0.441$ ist, so erhalten wir aus unseren Versuchen

$$\frac{l}{b'} = 0.358.$$

Unsere Versuche sind bei einem REYNOLDS'schen Zahl $R = 4.14.10^3$ durchgeführt worden. Herr SCHLICHTLING erhielt bei REYNOLDS'schen Zahlen gleicher Grössenordnung $\frac{l}{b'} = 0.37$. Daraus kann gefolgert werden, dass beim Drahtgitter die gleiche experimentelle Konstante, wie bei dem einzelnen Drahte ermittelt werden kann.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 19. März. 1934.)

A NAPRAFORGÓ-VIRÁG FESTÉKÉRŐL.

ZECHMEISTER LÁSZLÓ 1. tag- és TUZSON PÁL-tól.

(A pécsi egyetem chemiai intézetében készült dolgozat.)

A magyar tájra jellemző napraforgó-virág (*Helianthus annuus*) festékének feldolgozását ezelőtt három évvel kezdtük meg¹ és akkor módunkban volt megállapítani, hogy a pigment főtömegét egy xanthophyll-fajta alkotja, melyet legfontosabb tulajdonságaiban a tojássárga festékével találtunk azonosnak. Azóta két okból vált szükségessé munkánk folytatása: *a*) KUHN, WINTERSTEIN és LEDERER két komponensre bontották fel a tojássárga festőanyagát, t. i. luteinre és zeaxanthinra²; *b*) már első kísérleteinknél azt a benyomást szereztük, hogy a napraforgó-virág festéke nem egységes.

Az új kísérletek a TSWERT-féle chromatografikus adsorptios módszer segítségével történtek.³ A kísérletek részleteit alább írjuk le, itt csak annak a megállapítására szorítkozunk, hogy a napraforgó-szirom pigmentjének túlnyomó része a következő polyenekből áll:

lutein ($C_{40}H_{36}O_2$) a főfesték; ezt, valamint a *taraxanthint* ($C_{40}H_{56}O_4$) kristályos állapotban kinyertük és elemeztük. Nehány, elenyésző mennyiségénél fogva feldolgozásra alkalmatlan mellék-

¹ Berichte d. deutsch. chem. Ges. **63**, 3203 (1930).

² Zeitschr. f. physiol. Chem. **197**, 141 (1931).

³ M. TSWERT: Physikalisch-chemische Studien über das Chlorophyll. Die Absorptionen. Ber. Deutsch. Botan. Ges. **24**, 316 (1906). — Absorptionsanalyse und chromatographische Methode. Anwendung auf die Chemie des Chlorophylls. Ugyanott, **24**, 384 (1906). — Die Chromophylle der Pflanzen- und Tierwelt. Varsó 1910; 380 oldal (orosz). — Über den makro- und mikrochemischen Nachweis des Carotins. Ber. Deutsch. Botan. Ges. **29**, 630 (1911).

festék, továbbá autoxydationos termékeken kívül, a szírom *carotint* ($C_{40}H_{56}$) is tartalmaz, mely a pigment 2—3 %-ára becsülhető. Míg a xanthophyll-rész (lutein), nemkülönben a carotin is a természetben rendkívül elterjedtek, addig a napraforgó mindössze az ötödik növény, amelyből kristályos taraxanthint sikerült eddig kinyerni.¹

KÍSÉRLETI RÉSZ.

I. A napraforgó-szíromlevelek polyen-festékeinek chromatografiás analysise.

A frissen szedett anyag szellős helyen kitergetve száradt, a nélkül, hogy előzőleg alkoholban víztelenítettük volna. Őrlés előtt két napon át 35—40°-on tartottuk. A finomra őrlt drogból a festék kivonása aetherrel történt, éjjelen át való áztatással. Másnap leszivatva az oldószert, friss aetherrel alaposan kimostuk az anyagot; az eredetileg mély-sárga drog csaknem színtelenné vált. (Némi lúgban oldható sárga festék marad vissza, valószínűleg flavon). Az elszappanosítás 30%-os methylalkoholos KOH-val történt. Kétnapi meleg helyen való állás után, a bőséges szappant vízzel nagyjából kimosva, a festékoldatot friss lúggal tovább kezeltük egy napon át. A phenolphtaleines lúgpróba teljes megszűnéséig mostuk az aetheres oldatot, majd Na_2SO_4 -gyel szárítva, szárazra pároltuk. Sűrű, lehülésnél csakhamar gyantaszerűen megmerevedő sötétvörös anyag maradt vissza. Minthogy az adsorptionál lényeges feltétel az alkohol teljes eltávolítása, azért a párlat-maradékot két napon át vacuum-exsiccatorban szárítottuk.

A *mennyiségi viszonyok* megállapítása kolorimetriás méréssel történt. Elszappanosítás nélkül meghatározva, 1 kg drog 3 g festéket tartalmaz, ha luteinre számítjuk. Az elszappanosításnál az erősen eloxydált carotinoidok a vizes lúggal kimosódnak, azért hidrolízis után márcsak 2,5 g «lutein» mutatkozik a szárított nyersanyagban.

Az elszappanosított és teljesen megszáritott párlatmaradék meglehetősen kevés festéket tartalmaz, a színtelen anyagok nagy tömegéhez képest, mint luteint számítva 5%-ot. Könnyen porítható.

¹ R. KUHN-E. LEDERER: Zeitschr. f. physiol. Chem. **200**, 108 (1931); 213, 188 (1933); P. KARRER-R. MORF: Helvet. chim. Acta, **15**, 863 (1932).

A pigmentnek most következő adsorptiójánál szénkéneg szolgált oldószerül, amelyből annyit vettünk, hogy az oldat ccm-enként kb. 1 mg festéket tartalmazzon. Az adsorbens kétféle $CaCO_3$ -nak egyenlő arányú keveréke volt: a MERCK-féle calc. carb. praecip. purum nagyszemcséjű és egymagában nem mutat elegendő adsorptív erőt a sok idegen anyaggal hígított festékekkel szemben; a másik alkotórész a gyógyszerárakban használt calc. carb. leviss., mely egymagában igen erősen tömít, mert túlfinom szemcséjű. A két anyagot alapos összekeverés után sűrű selyemszítán szitáltuk át, melyen csak enyhe nyomkodáskor halad keresztül. Az 5 cm átmérőjű adsorptios csövekben száraz úton 12—14 cm magas $CaCO_3$ -oszlopot készítettünk. Kísérletenként 35 mg festék volt a felső határ, amelynél még jól kifejlődött a chromatogramm. Utánmosásra kevés, legfeljebb 150—200 ccm szénkéneg használandó, tekintettel arra, hogy máskülönben a sok idegen anyag miatt a xanthophyllok áthaladnának az oszlopon.

Chromatogramm:

- a) 30 mm: barnás-sárga, alsó része világosabb.
-
- b) 1 mm: sötétbarna vonal, mely később 3 igen vékony vonalra bomlott.
-
- c) 40—50 mm: halványsárgás rész, csaknem fehér, benne középtájon elmosott sötétebb zóna.
-
- d) 5 mm: narancs-sárga.
5 mm: színtelen.
-
- e) 5—8 mm: sötét narancs-sárga.
10 mm: színtelen.
-
- f) 1 mm: vörös.
-
- g) A CS_2 -vel együtt az oszlopon áthaladt halvány rózsaszínű rész.

Az egyes rétegeket gondos szétvágás után alkohollal eluáltuk, majd bepároltuk. Tájékozássul szolgált a spektrum szénkénegben ($\mu\mu$), a HCl -reactio (25 %-os HCl -+aetheres festékoldat), végül a petrolaether-vizes alkohol közti megoszlás.

- a) 496; 467; HCl : zöldes-kék, mely csakhamar zöldes-barna lesz.
b) 502; 471; HCl : bizonytalan szín.

- c) 497; 465; *HCl*: tartós kék színeződés (a *c*) öv sötétebb zónájából).
- d) 500; 468; *HCl*: igen gyenge kék szín, mely csakhamar elhalványul.
- e) 506; 473; *HCl*: negatív.
- f) 510; 478; epiphasikus viselkedés; *HCl* negatív.
- g) 512; 480.

Ezen alapon a CS_2 -vel együtt haladó *g*), valamint a chromatogramm alján megtapadó festék *f*) = carotin (sok α , kevés β). Az *e*) zóna = lutein; *d*) = taraxanthin; *c*) = esetleg részben violaxanthin. A felső rétegekben eloxydált festékek adsorbeálódnak (*a*)—*b*); ezek a nagy színerő ellenére kristályosíthatók már nem voltak.

Mennyiségi viszonyok: két chromatogramm megfelelő zónáit egyesítve, aetheres oldatban (luteinre számítva) kolorimeterrel megállapítottuk az egyes pigmentek mennyiségét. Eszerint a festékkeverék legnagyobb része nem kristályosodik, a főfestéknek tekinthető lutein 22 %-a, a taraxanthin 6 %-a, a carotin pedig 2—3 %-a az elszappanosítás után mutatkozó összes festéknek.

II. Lutein elkülönítése.

Praeparatív célokra 18 chromatogrammot egyesítettünk, ami 0,6 g összes festéknek felel meg. A lutein-frakció már az első adsorptio után oly nagy tisztasági fokú, hogy az elutio után aetherbe átvitt és szárított oldat kristályos maradékot hagy, mely színtelen anyagoktól mentes. Methanolban forrón is nehezen oldódott és még melegen kezdett kristályosodni. Főleg a methanolmentes, okkersárga módosulat jelent meg, de ez a jégben a jellemző, fémfénnyel csillogó lapokká alakult át. Mikroszkopos kép a jól ismert formákat mutatta, teljesen egységes és tiszta volt. Szárítás nélkül ismét átkristályosítva, majd ugyanígy chloroform-petrolaetherből átcsapva, 1 napi, exsiccatorban való szárítás után 70 mg teljesen tiszta lutein állt rendelkezésre. Olvadáspontja 193° (BERL-féle tömb, rövidített hőmérő).

Hamumentes. Spektruma CS_2 -ben: 508, 475, 444 $\mu\mu$.

Analysis: 3,816 mg anyag: 11,823 mg CO_2 , 3,442 mg H_2O .
 $C_{40}H_{56}O_2$.

Számított: 84,45 % C és 9,92 % H.

Talált: 84,50 % C és 10,09 % H.

Forgatóképesség: $[\alpha]_c^{20} = (100 \times 0,54) : (2 \times 0,167) = +162^\circ$
 (chloroformban).

$[\alpha]_c^{20} = (100 \times 0,38) : (2 \times 0,139) = +136^\circ$
 (ecetaetherben).

III. Taraxanthin elkülönítése.

Az első adsorptio után nyert párlatmaradék még némi luteint és színtelen anyagokat tartalmaz, ezért újból oldottuk szénkéngben, hogy megismételjük az adsorptiót. A második chromatogrammból a sötét narancs-sárga luteint gondosan eltávolítva, a nyert termék spektruma élesebb lett, továbbá 1—2 cem oldat 25 %-os HCl -lel kék színt már nyomokban sem adott. Methanolban meglehetősen oldódik e frakció, ami a még benne lévő színtelen anyagnak tulajdonítható. Lehűlésnél gyorsan kristályosodni kezdett, csillogó fémfényű hasábok alakjában. Szűrés után azonnal újra átkristályosítottuk; methanolban most már nagyon nehezen oldódott. A mikroszkopos kép egységes: barnássárga vékony hasábok, élesen lemetszett lapok. Keresztezési helyeken a szín sötétebb barnássárga. 1 napi szárítás után mért súly: 9 mg. Olvadáspont: 184° (BERL-tömb, rövid hőmérő). Hamumentes. Spektruma CS_2 -ben: 501, 469, 441 $\mu\mu$.

Analysis: 3,755 mg anyag: 11,047 mg CO_2 , 3,207 mg H_2O .
 $C_{40}H_{56}O_4$.

Számított: 79,94 % C és 9,40 % H.

Talált: 80,23 % C és 9,56 % H.

ÜBER DEN FARBSTOFF DER SONNENBLUME.

Von L. ZECHMEISTER, korr. Mitglied und P. TUZSON.

(Aus dem chemischen Institut der Universität Pécs.)

In Fortsetzung früherer Versuche werden die gelben Blütenblätter der Sonnenblume (*Helianthus annuus*) einer chromatographischen Bearbeitung nach TSWETT unterzogen.

In kristallinischem Zustand wurde als Hauptfarbstoff die Xanthophyll-Art *Lutein* ($C_{40}H_{56}O_2$) isoliert, ferner auch das von KUHN und LEDERER entdeckte *Taraxanthin* ($C_{40}H_{56}O_4$). Qualitativ liessen sich nachweisen: *Carotin* ($C_{40}H_{56}$) (wenige Prozente des Pigments), ferner noch undefinierte Nebenfarbstoffe (Spuren).

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 11. Dez. 1933.)

BAUXITAUF SCHLIESSUNGEN MITTELS SCHWEFLIGER SÄURE ZWECKS GEWINNUNG DER TONERDE.¹

Von LADISLAUS v. PUTNOKY und BÉLA v. BOBEST.

I. EINLEITUNG.

a) Kurze Übersicht der alkalischen und sauren Bauxitaufschluss-Methoden.

Die, zu der Aluminium-Erzeugung dienende Tonerde wird heute fast ausschliesslich mit den basischen BAYER- und LE CHATELIER-Verfahren aus Bauxit dargestellt.

Obschon in der Literatur zahlreiche *saure* Aufschlussverfahren zur Darstellung der Tonerde erläutert wurden, sehen wir keine von ihnen in die Praxis eingebürgert. Die sauren Verfahren sind leider alle mit dem gemeinsamen Nachteil behaftet, dass aus den erhaltenen Salzgemischen sich die Tonerde schwer in dem, von der Aluminiumindustrie geforderten Reinheitsgrade wirtschaftlicherweise darstellen lässt. In den sauren Verfahren werden nämlich *mit der Tonerde* auch Eisenoxyd, sowie Kieselsäure und Titandioxyd zu löslichen Verbindungen aufgeschlossen. Die quantitative Trennung der Tonerde von den obigen verunreinigenden

¹ Vorliegende Untersuchung wurde in dem anorganisch-chemischen Institut der k. technischen Hochschule zu Budapest ausgeführt. Die Versuchsanordnung verdanken wir der Hilfe des Naturwissenschaftlichen Fonds, für die Begleichung aller übrigen Spesen sind wir der Széchenyi Wissenschaftlichen Gesellschaft dankbar.

Verbindungen lässt sich dann nur schwer und unwirtschaftlich ausführen.

In den *basischen* Verfahren wird dagegen Eisenoxyd überhaupt nicht angegriffen und aufgeschlossen; die Kieselsäure und das Titandioxyd — obwohl sie mit der Natronlauge reagieren — scheiden in dem Verfahrensgang schliesslich als unlösliche Verbindungen aus. Die filtrierte Natriumaluminat-Lösung enthält folglich *praktisch reine* Tonerde. Aus der Lösung lässt sich nun die Tonerde mit den bekannten Methoden in der technisch geforderten Reinheit leicht darstellen.

Was nun die *sauer*en Methoden anbelangt, sind im Schrifttum zahlreiche schwefelsaure, salzsaure und salpetersaure Verfahren veröffentlicht.¹

Ausser den obigen sauren Verfahren sind im Schrifttum noch einige Verfahren erwähnt, die zu der Aufschliessung Tonerdehaltiger Mineralien- (Alunit, Feldspat, Ton, Syenit)-*schweflige Säure* verwenden.²

Da die schwefligsaure Aufschliessung der Bauxite schon nach einigen theoretischen Überlegungen — den anderen sauren Verfahren gegenüber — manche Vorteile zu bieten scheint, nahmen wir das eingehende Studium: diese Aufschliessungsmethode auf die ungarischen Bauxite anzuwenden, als das weitere Ziel unserer Bauxitarbeiten³ vor.

¹ Zusammenfassende Literaturberichte: TILLEY, MILLAR und RALSTON: Acid processes for the extraction of alumina. Bulletin 267. Washington 1927. — EDWARDS, FRARY, JEFFRIES: Aluminium and its Production. Newyork—London. I. B. S. 170—230. 1930. Gmelins Handbuch d. anorg. Chem.: Aluminium Teil B. Lief. 1. S. 48—67. 1933.

² E. RAYNAUD D. R. P. 107,502, KALMUS und SAVELL A. P. 1.091,479 und A. P. 1.148,092, TANAKA und SHIKENYO Jap. P. 40,177, ALTERRA S. A. F. P. 720,521 und 720,522, YAMAZAKI und FURUKAWA J. Soc. Chem. Ind. Jap. 1926. 29. 147., die Versuche von TILLEY, MILLAR, RALSTON l. c. S. 35.

³ Vergl. L. v. PUTNOKY u. B. v. BOBEST: Angaben zu der Aufschliessung eisenreicher ungarischen Bauxite mittels Kalk. Math. u. Naturwiss. Anzeiger d. ung. Akad. d. Wiss. 1934. Bd. I. S. 507.

b) Theoretische Überlegungen über die Aussichten der schwefligsauren Bauxit-Aufschliessung.

In der schwefligsauren Aufschliessung der Bauxite wird die *Säurewirkung* der schwefligen Säure wohl in erster Linie geltend sein; die Tonerde und das Eisenoxyd werden (ganz oder teilweise) zu Sulfiten aufgelöst. Ausser dieser rein aufschliessenden Säurewirkung spielt sich in der Reaktionslösung noch eine zweite Reaktion ab: die schweflige Säure *reduziert* die Ferri-Verbindungen zu Ferro-Verbindungen, während die Säure selbst teils zu Schwefelsäure oxydiert wird. Parallel mit diesen Reaktionen gehen wohl auch die Nebenbestandteile des Bauxites — so Kieselsäure und Titandioxyd — teilweise oder ganz in die Lösung.

Das Produkt der Aufschliessung wird folglich eine Ferrosalzhaltige, schwefligsaure Aluminiumsulfit-Lösung sein, welche als Verunreinigungen noch Kieselsäure und Titandioxyd enthält. Aus dieser Lösung muss nun die Tonerde in genügender Reinheit — möglichst eisen-, titan- und kieselsäurefrei — gewonnen werden.

Eben in diesem Punkte des Verfahrens scheint die schwefligsaure Aufschliessung einige Vorteile zu bieten. Literaturangaben¹ sowie eigene orientierende Versuche zeigten, dass aus schwefligsauren Aluminiumsulfit-Lösungen sich bei dem Kochen das Aluminium in Form von verschiedenen basischen Aluminiumsulfiten fast quantitative ausscheidet, während Schwefeldioxyd aus der Lösung entweicht. Werden nun die durch diese Bauxitaufschliessungsmethode erhaltenen Aluminiumsulfit-Lösungen erhitzt (gekocht), so lässt sich der Aluminiumgehalt der Lösungen als Niederschlag abscheiden. In solcher Weise wäre das Bauxiteisenoxyd (eventuell auch die Kieselsäure und das Titandioxyd) von dem Aluminiumoxydgehalt der Bauxite zu trennen.

Die aus dem Eisenoxydgehalt der Bauxite entstandenen *Ferrosalze hydrolysieren nämlich in saurer Lösung nicht*; werden nun, während des Auskochens, die Ferrosalze vor Wiederoxydation zu Ferrisalzen geschützt (z. B. durch Auskochen in saurestoff-freier Atmosphäre), so lässt sich mit dieser einfachen Operation die Tonerde von dem Eisenoxyd praktisch vollkommen trennen.

¹ Siehe ausführlich später.

Wird nun der erhaltene basische Aluminiumsulfidniederschlag abfiltriert, getrocknet und geglüht, so entweicht der Schwefeldioxyd- und der Wassergehalt, und es bleibt eine praktisch eisenfreie Tonerde zurück.

Das Schwefeldioxyd lässt sich in jeder Phase des Verfahrens zurückgewinnen und in einem Kreisprozess zu wiederholter Aufschliessung verwenden. Schwefeldioxydverlust entsteht theoretisch nur durch diesen Schwefeldioxydanteil, welcher durch die Ferrisalze zu Schwefelsäure oxidiert wird.

Über das Verhalten des Kieselsäure- und des Titangehaltes der Bauxite in den ersten zwei Phasen des Verfahrens (Aufschliessung und Auskochen der Lösung) können auf theoretischer Grundlage keine standhaften Schlüsse gezogen werden; diesem Teile des Problems ist nur durch systematische Versuchsreihen zuverlässlich beizukommen.

Wie aus Obigem ersichtlich, bietet das schweflige saure Verfahren — den anderen sauren Verfahren gegenüber — theoretisch entschieden manche Vorteile. Der praktischen Ausführbarkeit des Verfahrens betreffend muss aber erst die Frage erörtert werden, ob die Schweflige Säure eine — *zur praktischen Verwendbarkeit nötige* — *genügend starke aufschliessende Wirkung besitzt?* Diese Frage muss bei den übrigen sauren (schwefelsauren, salzsauren, salpetersauren) Verfahren nicht in Betracht gezogen werden, denn diese Säuren sind sehr starke Säuren, welche mit der Tonerde leichtlösliche Salze leicht bilden und folglich eine starke aufschliessende Wirkung besitzen. Die schweflige Säure ist dagegen *eine schwache und zersetzliche Säure*, welche aber eben aus diesem Grunde zu dem Erzielen einer aufschliessenden Säurewirkung im Allgemeinen nicht verwendet wird.

Als erste und in praktischer Hinsicht — ausser der Bestimmung der erhältlichen Tonerdeausbeuten — wichtigste Frage ergab sich nun zu bestimmen, ob durch die schweflige sauren Aufschliessung *Aluminiumsulfid-Lösungen in, für praktische Zwecke geeigneten, Konzentrationen* dargestellt werden können? Dieser Umstand ist auf die praktische Verwendbarkeit des ganzen Verfahrens von ausschlaggebender Bedeutung! Sind nämlich die erhältlichen Lösungen von *geringer* Tonerdekonzentration, so müsste zu der

Darstellung einer gegebenen Menge Tonerde mit einer Apparatur von verhältnismässig grossen Dimensionen gearbeitet werden, welcher Umstand den praktischen Wert des Verfahrens stark herabsetzen würde.

II. VERSUCHS-TEIL.¹

1.

Die I. Phase des Verfahrens: die Aufschliessung.²

a) Wahl der Versuchsbedingungen.

Die Erzielung einer genügend energischen Aufschliessung war mit den, bei Zimmertemperatur gesättigten Schwefligsäure-Lösungen wohl nicht zu erhoffen!

Das Wasser löst nämlich bei 20° C. 10·5% Schwefeldioxyd, welche Menge einem Gehalte von 13·45 % an schwefliger Säure entspricht. Wenn diese Säuremenge quantitativ zu der Lösung der Tonerde verbraucht würde, so würde die entstehende Lösung — in diesem besten Falle — auch nur 5·57% Aluminiumoxyd enthalten. Das Erreichen dieser theoretisch maximalen Konzentration ist aber nicht zu erwarten; erstens, weil jedes Bauxit eine beträchtliche Menge Eisenoxyd enthält, welches sich in der schwefligen Säure leichter löst, als die Tonerde und so ihrerseits auch schweflige Säure verbraucht; zweitens ist es nicht zu erwarten, dass die schwache schweflige Säure sich mit der schwach basischen Tonerde zu einem *gutlöslichen neutralen* Salze ($Al_2(SO_3)_3$) *vollständig* umsetze.

Diese unsere Annahmen wurden auch voll bestätigt. 12·5 gr eines Bauxites mit 49·12 % Tonerde- und 21·2 % Eisenoxydgehalt

¹ An den hier beschriebenen Versuchen betätigten sich Herr Dipl. Ing. EUGEN PAF und Herr Dipl. Ing. PAUL SIMON. Es sei Ihnen auch an dieser Stelle unser Dank ausgesprochen.

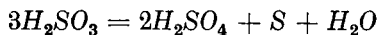
² In den folgenden Kapiteln dieses Abschnittes I. ist nur das Verhalten des Aluminium- und des Eisengehaltes der Bauxite während der Aufschliessung berücksichtigt. Das Verhalten des Titan- und Kieselsäuregehaltes der Bauxite während dem ganzen Verfahren ist in dem Abschnitt 2. (II. und III. Phase des Verfahrens) beschrieben.

wurde mit 200 cm³ 10·66%-igen Schwefligsäure-Lösung vier Stunden lang unter Schütteln — bei 100° C — in einer geschlossenen Bombe aufgeschlossen. Die filtrierte Lösung enthielt nur 0·86 gr Aluminiumoxyd pro 100 cm³ Lösung.

Bessere Resultate, höhere Aluminiumoxydkonzentrationen können nur mit Lösungen *höheren* Schwefligsäuregehaltes *bei höherer Temperatur und unter Druck* erwartet werden! Dies konnte nur so bewerkstelligt werden, dass wir zu unseren weiteren Versuchen solche Schwefligsäure-Lösungen verwendeten, die mit — in heterogener (bei *niedriger* Temperatur in *flüssiger*) Phase anwesendem — *überschüssigen* Schwefeldioxyd in Gleichgewicht standen, und deren Schwefeldioxyd-, d. h. Schwefligsäuregehalt, so immer an einer — der jeweiligen Temperatur — entsprechenden, maximalen Konzentration gehalten wurde.

Wir nahmen nun vor, die Aufschliessung der Bauxite bei *verschiedenen Konzentrationen* und bei *verschiedenen Temperaturen* zu untersuchen.

Den anwendbaren höheren Temperaturen wird aber durch eine Autoxydationsreaktion der Schwefligensäure, welche bei cca. 110° C einsetzt, eine Grenze gesetzt! Die Schwefligsäure — unter Druck erhitzt — ist geneigt, sich nach folgender Reaktion



umzusetzen. Diese Reaktion bedingt folglich die Abnahme der Sulfit-Ionen und die Zunahme der Sulfat-Ionen. Die Reaktionsprodukte dieser eigenen Umsetzung der Schwefligensäure sind in unserem Verfahren unerwünscht und störend, denn ein Hauptvorteil unseres Verfahrens würde eben darin liegen, dass ausser diesem Schwefeldioxydanteil, welcher durch die Ferriverbindungen zu Sulfat oxidiert wird, die *gesammte* angewendete Schwefeldioxydmenge rückgewinnbar und dann zu der wiederholten Aufschliessung neuerdings verwendbar wäre. Die obige Reaktion verursacht folglich Schwefeldioxydverluste! Ausser dem kann der gebildete Schwefel, welcher sich mit der überschüssigen Schwefligensäure zu verschiedenen Thioverbindungen umsetzen kann, in der II. Phase des Verfahrens (Ausfällen des bas. Aluminiumsulfitniederschlages durch Kochen der Lösung) störend wirken.

FÖRSTER, LANGE, DROSSBACH und SEIDEL¹ untersuchten genau diese Zersetzung der Schwefligensäure und stellten fest, dass bei 100° C die Geschwindigkeit dieser Reaktion noch gering, kaum merkbar sei; bei 120—125° C ist aber die Umsetzung im obigen Sinne schon beträchtlich. Z. B. wird eine Lösung mit 12 % Schwefligsäure in 14 Stunden zu 37·5 % nach obiger Reaktion umgesetzt.

Dieser Umstand ergab, dass für unsere Versuche, als Höchsttemperatur, nur cca. 110° C in Betracht kommt. Da aber der Sättigungsdruck des Schwefeldioxydes bei 100° C cca 28 Atm. beträgt, konnten die Versuche nur in einer *geschlossenen Hochdruckapparatur* ausgeführt werden. Wir führten folglich unsere Aufschliessungsversuche in einer — eigens zu diesem Zwecke konstruierten — dickwandigen cylindrischen Bombe aus V. 4. A. Stahl aus, welche innen mit einer 3 mm dicken, der Schwefligsäure genügend Widerstand leistenden Bleischicht bekleidet wurde. Der Rauminhalt der Bombe betrug 360 cm³.

Die Versuche wurden folgenderweise ausgeführt: Die nötige Wassermenge wurde, *als Eis*, abgewogen und mit der — in einer Kugelmühle fein gepulverten — abgewogenen Bauxitmenge in die Bombe gegeben. Die Bombe wurde mit einem Eis-Kochsalzgemisch cca auf minus 8, bis minus 10° C abgekühlt. Die nötige Schwefeldioxydmenge wurde in einem graduierten Glasgefäß — welches mit einem Kühlgemisch aus fester Kohlensäure und Alkohol gekühlt wurde — flüssig aufgefangen und dann schnell in die abgekühlte Bombe gegossen; darauf wurde die Bombe schnell luftdicht verschlossen. Da das Reaktionsgemisch nun ein Vierphasensystem bildete, musste während der Aufschliessung energisch gerührt, gemischt werden. Zu diesem Zwecke wurde die Bombe in einem Antriebwerk befestigt, welches die Bombe um einer horizontalen — zur Längsachse der Bombe aber geradwinkeligen — Achse drehte. Die derart befestigte Bombe wurde in einem heizbaren Ölbad mit 25 Liter Inhalt gesenkt und während den Versuchen in diesem Thermostat durch Antrieb zwangsweise geschüttelt.

Nach Ablauf der Erhitzungsdauer wurde das Treibwerk ab-

¹ Z. f. anorg. Chemie. 128. S. 245.

gestellt, die Bombe aus dem Ölbad genommen und schnell in ein Wasserbad mit Zimmertemperatur gesenkt, um sie auf Zimmertemperatur abzukühlen. Als die Bombe die Zimmertemperatur angenommen hatte, wurde der Bombenverschluss vorsichtig geöffnet, um das überschüssige Schwefeldioxyd entweichen zu lassen. Nach der Einstellung des Gleichgewichtes (Zimmertemperatur und atm. Druck) wurde die Bombe ganz geöffnet und das Reaktionsgemisch schnell filtriert. (In vielen Fällen bildeten aber die noch nicht gelösten Bauxitteilchen eine derart feinkörnige Suspension, dass ein gutes Filtrieren fast unmöglich war. In solchen Fällen wurde das Reaktionsgemisch in ein Glaszylinder gegossen, um das Absetzen des Unlöslichen zu bewirken: die so entstandene, abgeheberte, klare Flüssigkeit diente dann zu der Bestimmung der aufgeschlossenen Bestandteile.)

Von der befriedigenden *Reproduzierbarkeit der Aufschliessungs-Versuche* haben wir uns selbstverständlich gleich am Anfange unserer Arbeiten überzeugt. In einigen seltenen Fällen nur war die Divergenz der erhaltenen *Analysen-Paarwerte* nahe an die 5 %, in der Regel aber bedeutend kleiner.

Unsere Versuche erstreckten sich über verschiedene ungarische Bauxitsorten. Die untersuchten Bauxitsorten sind in der Tab. I zusammengefasst.

Tabelle I.
Zusammensetzung der untersuchten Bauxite.

Bestandteile	E. 2.	G. 1.	G. 2.	G. 3.	G. 4.	G. 5.	I. ¹
	Eplény	Gánt	Gánt	Gánt	Gánt	Gánt	
$Al_2 O_3$ — — —	49.12	62.10	50.50	48.92	43.12	44.80	48.0
$Fe_2 O_3$ — — —	21.20	9.51	23.75	21.63	28.08	26.66	11.2
$Ti O_2$ — — —	3.02	2.85	2.76	3.13	4.25	4.39	2.5
$Si O_2$ — — —	5.30	2.86	3.87	4.91	3.35	3.32	8.1
Glühverlust — —	19.23	22.48	18.82	21.22	20.94	20.96	29.7

¹ Der Bauxit «I» — obwohl unbekanntes Ursprungs — wurde deshalb in die Reihe unserer Versuche eingezogen, weil diese Sorte einen auffallend hohen Hydratwassergehalt aufwies. Diese Probe diente nur zu der Untersuchung der Frage, ob ein grosser Hydratisierungsgrad eines Bauxites auch eine leichtere Aufschliessbarkeit bedingt?

b) Einfluss des SO_2 : Bauxit: H_2O Mengenverhältnisses auf die Aufschliessung bei konstanter Temperatur und konstanter Erhitzungsdauer.

Die Mengenverhältnisse unserer Anfangsversuche wurden durch die Maasse unserer Bombe bedingt. Um auch der Gasphase Raum zu geben, arbeiteten wir anfänglich mit 200 cm³ Wassermengen. 200 cm³ bei 20° C gesättigte Schwefligsäure-Lösung enthält cca. 21 gr Schwefeldioxyd, diese Menge könnte den Sesquioxyd-gehalt ($Al_2O_3 + Fe_2O_3$) von 17·72 gr E. 2. Bauxit als $Me_2(SO_3)_3$ lösen. Um aber bei der Anwendung einer bei Zimmertemperatur gesättigten Schwefligsäure-Lösung auch mit einem *Säureüberschuss* rechnen zu können, nahmen wir die Bauxitmenge geringer als 17·72 gr. In den Anfangsversuchen waren folglich unsere Versuchsumstände 12·5 gr E. 2. Bauxit + 200 cm³ Wasser + wechselnde Mengen Schwefeldioxyd. Die Bauxitsorte E. 2. wurde deshalb zu den Anfangsversuchen verwendet, weil wir neben der Aluminiumoxyd-Aufschliessung auch die Aufschliessung des Eisenoxydes genauer zu untersuchen vornahmen, dieser Bauxit entsprach der Durchschnittssorte der eisenreichen ungarischen Bauxite.

Die mit der Änderung der Schwefeldioxyd-Konzentrationen erhaltenen Resultate sind in der Tabelle II zusammengefasst.

Tabelle II.

Einfluss der Schwefeldioxyd-Konzentration auf die Aufschliessung des E. 2. Bauxites.

($t = 100^\circ$ c, Versuchsdauer = 4 St.)

Versuchs- nummer	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Zusammensetzung des Reaktions- gemisches					Ausgelöstes in % des gesamt- en Gehaltes, an		100 cm ³ Lösung enthält gr	
	Bauxit gr	SO_2 gr	Wasser gr	SO_2 -Kon- zentra- tion in %	Verhältnis $Me_2O_3:SO_2$	Al_2O_3	Fe_2O_3	Al_2O_3	Fe_2O_3
1.	12·5	21·32	200	9·63	1: 4·34	28·5	93·8	0·86	1·23
2.	12·5	32·1	200	13·7	1: 6·53	33·1	95·2	0·97	1·22
3.	12·5	46·8	200	18·9	1: 9·51	38·2	95·3	1·11	1·20
4.	12·5	64·3	200	24·3	1: 13·07	39·1	95·5	1·18	1·25
5.	12·5	109·5	200	35·4	1: 22·25	36·9	95·8	1·16	1·30
6.	6·25	100·8	100	50·2	1: 41·0	37·9	95·5	1·20	1·31
7.	25·0	95·0	50	65·5	1: 9·75	4·6	90·1	1·15	9·20

Spalte 5. der Tab. II. zeigt das « $Me_2O_3:SO_2$ » Verhältnis ($Me = Al^{III} + Fe^{III}$) in den einzelnen Versuchen an. Dieses Verhältnis musste anfänglich kontrollhalber in Betracht gezogen werden, da zu der vollständigen Auflösung der *gesamten* Sesquioxymenge wenigstens das Verhältnis $1Me_2O_3:3SO_2$ innegehalten werden musste. Da aber in Gegenwart eines Säureüberschusses die Bildung der Bisulfite ($Me(HSO_3)_3$) auch möglich wird (bei dem Verhältnis « $1Me_2O_3:6SO_2$ ») und da der eventuelle Unterschied in der Löslichkeit der normalen und der sauren Sulfite¹ die Aufschliessungsergebnisse auch beeinträchtigen kann, war es von Interesse, den Einfluss dieser beiden Schwefeldioxyd-Verhältnismengen zu beobachten. Die Ergebnisse zeigten aber, dass die Grösse dieses Verhältnisses keine bedeutende Wirkung auf die Aufschliessungsergebnisse ausübt.

Spalte 6 und 8 zeigen, dass die Ergebnisse in praktischer Hinsicht unbefriedigend sind. Unter den angewendeten Versuchsbedingungen wird im besten Falle nur 39 % des gesamten Tonerdegehaltes aufgeschlossen und nebenbei ist die Konzentration der erhaltenen Lösungen auch gering (im Höchsthalle 1·18 gr Al_2O_3 pro 100 cm³). Die Ergebnisse zeigen auch, dass die Erhöhung der Schwefeldioxydkonzentration über 25% keine erhöhte Aufschliessung bewirkt.

Das Eisenoxyd — wie es auch zu erwarten war — wird in einem viel grösserem Grade von der Schwefligensäure aufgeschlossen, als die Tonerde. Schon die kleinste angewendete Schwefeldioxydmenge löst fast quantitative den gesamten Eisenoxydgehalt der Bauxite aus und so übertrifft die Eisenoxydkonzentration der Lösungen in jedem Falle die der Tonerde. Diese leichtere Aufschliessbarkeit des Eisenoxydes wird am deutlichsten in dem Versuch 7 gezeigt. In diesem Versuche wurde die lösende Wassermenge auf den vierten Teil (50 cm³) vermindert, die Bauxitmenge dagegen auf das doppelte (25 gr) vergrössert, bei Anwendung einer genügenden Schwefeldioxydmenge (95·5 gr, d. h. 65·5 %) wurde dennoch 90 % des gesamten Eisenoxydes herausgelöst; dadurch stieg selbstver-

¹ Über die Löslichkeit der Sulfidverbindungen des Aluminiums sind im Schrifttum keine Angaben zu finden.

ständig die Eisenoxydkonzentration der Lösung auf eine beträchtliche Höhe (9·2 gr pro 100 cm³). In diesem Versuche nahm aber die perzentuelle Aufschliessung des Tonerdegehaltes stark ab (4·6 %). Dieser Versuch zeigt folglich, dass bei geeigneter Wahl des «Bauxit : SO₂ : Wasser»-Mengenverhältnisses die schweflige saure Aufschliessung zu einer hochgradigen Enteisung des Bauxites führen kann!

Das Optimum der ausgelösten Al₂O₃-Menge dieser Versuchsreihe liegt bei den Versuchsumständen des Versuches 4.

c) Einfluss der Erhitzungsdauer auf die Aufschliessung.

Um den Einfluss der Erhitzungsdauer auf die Aufschliessung zu untersuchen, führten wir nun weitere Versuche — bei sonst gleichen Versuchsumständen, wie bei dem Versuche 4 — mit 1, 2, 4, 10 Stunden langer Erhitzung aus. Die Ergebnisse sind in der Tabelle III zusammengefasst.

Tabelle III.

Einfluss der Zeit auf die Aufschliessung des E. 2. Bauxites
(Temperatur = 100°C.)

Versuchsnummer	Dauer des Erhitzens	Ausgelöstes in % des gesamten Gehaltes, an		100 cm ³ Lösung enthält gr	
		Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃
8.	1 Stunde	27·7	91·5	0·82	1·16
9.	2 „	33·4	94·9	1·00	1·23
4.	4 „	39·1	95·5	1·18	1·25
10.	10 „	44·2	96·1	1·25	1·22

Wie ersichtlich, hebt die Erhöhung der Erhitzungsdauer über vier Stunden die Tonerdeausbeute und auch die Konzentration der Lösungen nur in geringem Masse. Die Vierstundenversuche werfen folglich genügendes Licht auf die *praktisch* erreichbaren Aufschliessungsergebnisse. Aus diesem Grunde führten wir unsere nunmehrigen Versuche bei vierstündiger Erhitzungsdauer aus.

d) Einfluss der Aufschliessungs-Temperatur auf die Aufschliessung.

Die Versuche — den Einfluss der Aufschliessungs-Temperatur zu untersuchen — führten wir ebenfalls unter den gleichen Versuchsumständen des Versuches 4 aus. Die angewendete Höchsttemperatur — mit Hinsicht auf die über 120° C immer stärker werdenden Autoxydationsreaktion der Schwefligensäure — betrug 120° C.

Die Ergebnisse sind in der Tabelle IV zusammengefasst.

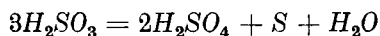
Tabelle IV.

Einfluss der Temperatur auf die Aufschliessung des E. 2. Bauxites
(Versuchsdauer 4 St.)

Versuchsnummer	Erhitzungs- Temperatur	Ausgelöstes in % des gesamten Gehaltes, an		100 cm ³ Lösung enthält gr	
		Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃
11.	60°	16·8	69·5	0·49	0·87
12.	70°	18·3	84·2	0·53	1·06
13.	80°	22·8	91·6	0·65	1·16
14.	90°	32·0	94·5	0·92	1·19
4.	100°	39·1	95·5	1·18	1·25
15.	110°	38·2	95·2	1·15	1·24
16.	120°	34·2	95·2	0·98	1·20

Wie aus den Daten der Tab. IV ersichtlich, werden die besten Ergebnisse unter den angewendeten Versuchsbedingungen durch eine Erhitzung bei 100° C erreicht.

In den bei 120° C ausgeführtem Versuche war schon das Eintreten der erwähnten Reaktion:



in beträchtlichem Masse festzustellen. Die Lösungen der, bei niedrigeren Temperaturen ausgeführten Versuche wiesen eine — durch die Gegenwart der Ferrosalze bedingte — hellgrüne Farbe auf,

wogegen die Lösung des 120 ° C-Versuches von gelber Farbe war. In den Lösungen der übrigen Versuche war bei der Ansäuerung mit Schwefelsäure keine Veränderung zu bemerken; in der Lösung des 120 ° C-Versuches trat dagegen eine starke gelbe Schwefelausscheidung ein. In den, bei niedrigeren Temperaturen als 120 ° C ausgeführten Versuchen war der gesamte Schwefelgehalt — ausser dem, durch die Ferriverbindungen zu Schwefelsäure oxydierten kleinen Betrag — als Sulfit zu finden. In der Lösung des «120 ° C-Versuches» war dagegen nur mehr 56 % des gesamten Schwefelgehaltes als Sulfit zu finden; die übrigen 44 % wurden wohl teils zu Sulfat, teils zu Thioverbindungen¹ nicht untersuchter Zusammensetzung umgesetzt.

In dieser Versuchsreihe liegt das Optimum bei dem 100 ° C-Versuch!

Aus den bisher untersuchten Versuchsbedingungen ist zu erfahren, dass die günstigsten Umstände für die Aufschliessung des E. 2. Bauxites folgende Daten aufweisen: 12·5 gr fein gemahlener Bauxit + 200 cm³ Wasser + 64 gr Schwefeldioxyd; Erhitzungstemperatur: 100 ° C; Erhitzungsdauer: 4 Stunden. Die nun folgenden Versuche nahmen wir folglich unter diesen — optimalen — Versuchsumständen vor.

e) Einfluss der Calciniertemperatur auf die Aufschliessbarkeit des E. 2. Bauxites.

Wir untersuchten noch den Einfluss des — in den *basischen* Bauxit-Aufschlussverfahren üblichen — *Calciniereins* auf die Aufschliessbarkeit des Bauxites. Die Ergebnisse sind in der Tabelle V zusammengestellt.

Wie ersichtlich, hat das *Calcinieren* auf die *Aufschliessbarkeit* des E. 2. Bauxites einen entschieden verkleinernden Einfluss.

¹ Die aus dem ausgeschiedenen Schwefel und aus der überschüssigen Schwefligsäure entstanden sind.

Tabelle V.

Einfluss der Calciniertungs-Temperatur auf die Aufschliessbarkeit des E. 2. Bauxites
(Calciniertungsdauer 6 St.)

Versuchsnummer	Calciniertungs-Temperatur	Gelöstes Al_2O_3 in % des ges. Gehaltes	100 cm ³ Lösung enthält Al_2O_3 gr
4.	Uncalciniert	39.1	1.18
17.	200° C	39.0	1.14
18.	300° C	26.9	0.81
19.	400° C	26.1	0.79
20.	500° C	23.8	0.71

f) Aufschliessung verschiedener Bauxitsorten.

Wie im Schrifttum allgemein bekannt, ist die Aufschliessbarkeit der verschiedenen Bauxitsorten schon in den basischen Aufschliessungsverfahren *ziemlich verschieden*.¹ Um über die schwefligsaure Aufschliessung der Bauxite ein *allgemeines* Bild zu gewinnen, dehnten wir unsere Versuche auf verschiedene ungarische Bauxitsorten aus. Die Aufschliessungen wurden unter den Versuchsbedingungen des Versuches 4. ausgeführt. Die Ergebnisse sind in der Tabelle VI zusammengestellt.

Alle Ergebnisse der Tab. VI zeigen eindeutig, dass die Aufschliessung bei keinem der untersuchten Bauxite praktisch verwertbare Resultate liefert! Die Tonerdeausbeute ist bei allen untersuchten Bauxiten praktisch gering (im Höchsthalle 57 %), am geringsten ist sie aber bei dem tonerdereichsten und eisenärmsten G. I. Bauxit. Die Aluminiumoxydkonzentration der durch die Aufschliessung erhaltenen Lösungen ist ebenfalls gering (0.86—1.38 g pro 100 cm³). Die Auslösung des Eisenoxydes ist dagegen bei jedem untersuchten Bauxit fast quantitativ (86.5—95.5 %);

¹ Vergl. ULLMANN: Enzykl. d. techn. Chemie. II. Aufl. I. 294 u. 310.

Tabelle VI.

Aufschliessung verschiedener Bauxit-Sorten.
(Versuchsbedingungen wie Versuch 4, Tab. II.)

Versuchsnummer	Bauxit-Sorte	Ausgelöstes in % des gesamten Gehaltes an		100 cm ³ Lösung enthält gr	
		Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃
4.	E. 2.	39.1	95.5	1.18	1.25
21.	I.	48.3	93.7	1.36	0.65
22.	G. 1.	29.0	86.5	1.05	0.49
23.	G. 2.	30.6	94.1	0.86	1.25
24.	G. 3.	46.4	94.5	1.28	1.17
25.	G. 4.	57.0	95.4	1.35	1.51
26.	G. 5.	54.0	94.8	1.38	1.46

die Eisenoxydkonzentration der erhaltenen Lösungen übertrifft sogar im Allgemeinen die Aluminiumoxydkonzentration!

g) Besprechung der Ursachen der niedrigen Aufschliessungsergebnisse.

Sämtliche bisherige Versuche ergaben in *praktischer* Hinsicht ein unbefriedigendes Resultat! Die Tonerdeausbeuten und besonders die Aluminiumoxyd-Konzentrationen der erhaltenen Lösungen sind auffallend gering; obwohl in jedem Falle die anwesende Schwefligsäure-Menge zu der Auflösung der gesamten Sesquioxymengen (Al₂O₃ + Fe₂O₃) in einem *Überschuss* vorhanden war! Diese wahrgenommene geringe Auslösung muss wohl ihren speziellen Grund haben!

Der Grund der unbefriedigenden Aufschlussresultate kann in zwei Möglichkeiten gesucht werden; erstens ist es wahrscheinlich (unsere bisherigen Versuche weisen auch darauf hin), dass ein Anteil des Aluminiumoxydgehaltes der Bauxite in einem für die Schwefligsäure *schwerlöslichem* Zustande vorhanden ist, wodurch in den Versuchen praktisch nur der andere, der *leichtlöslichen* Anteil glatt aufgeschlossen wird. Dieser Umstand allein wäre schon

imstande die niedrigen Aluminiumoxydausbeuten zu erklären. Zweitens kann die Ursache der geringen Auslösungen und der erhaltenen geringen Lösungskonzentrationen an Al_2O_3 wohl auch in der Reaktion zwischen dem Aluminiumoxyd und der Schwefligsäure, d. h. in der Löslichkeit der entstehenden Salze gesucht werden. Diese zweite Möglichkeit musste deshalb in Betracht gezogen werden, weil die Reaktion zwischen Aluminiumoxyd und Schwefligsäure, sowie die Löslichkeit der Aluminiumsulfite auch bei Zimmertemperatur und Atm. Druck noch nicht eingehend untersucht worden ist. Über den Ablauf der Reaktion unter den von uns angewendeten Versuchsbedingungen — $100^\circ C$, hoher Druck, immerdurch gesättigte Schwefligsäurelösung — sind im Schrifttum selbst Anhaltspunkte kaum zu finden!

Unsere weiteren Versuche bezweckten folglich diese vermeinten Ursachen der niedrigen Aufschliessungsergebnisse zu erforschen!

h) Wiederholte Aufschliessung der Bauxite.

Um obige erste Möglichkeit — ob ein Anteil des Aluminiumoxydgehaltes der Bauxite in einem für die Schwefligsäure schwer aufschliessbarem Zustande zugegen ist? — zu untersuchen, führten wir folgende Versuche aus; den nicht gelösten Rückstand der einmal schon vier Stunden lang aufgeschlossenen Bauxite (Versuche der Tab. VI) unterwarfen wir — unter sonst gleichen Versuchsbedingungen — einer *abermaligen* vierstündigen Aufschliessung. Wird nämlich aus dem ungelöstem Rückstand der ersten Aufschliessung (welcher nach Tab. VI im Durchschnitt noch ca. 50 % des gesamten Aluminiumoxydgehaltes enthält) bei der *wiederholten* Aufschliessung nur ein *geringer* Anteil des darin enthaltenen Aluminiumoxydgehaltes ausgelöst, so weist dieser Umstand entschieden darauf hin, dass ein Anteil des Aluminiumoxydgehaltes für die Schwefligsäure *tatsächlich nur sehr schwer angreifbar* sei.

Die Ergebnisse dieser wiederholten Aufschliessung sind in der Tabelle VII zusammengefasst.

Die Ergebnisse zeigen deutlich, dass ein Anteil des Aluminiumoxydgehaltes der Bauxite mit Schwefligsäure sich tatsächlich nur sehr schwer aufschliessen lässt. Aus dem in der ersten Aufschliessung

Tabelle VII.

Nochmalige 4-stündige Aufschliessung der ungelösten Rückstände der ersten 4-stündigen Aufschliessungsversuchs (siehe Tab. VI.)

(Temperatur = 100° C)

Versuchs- nummer	1	2	3	4	5	6	7
	Bauxit- Sorte	In d. er- sten 4 St. Aufschl. gelöst	Ausgelöstes in d. 2. Aufschl. in % des ges. Gehaltes an		100 cm ³ Lösung d. 2. Aufschl. enthält gr		Summe des ausgelösten Al ₂ O ₃ (Spalte 2 + Spalte 3)
		Al ₂ O ₃ %	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	
27.	G. 1.	29·0	13·8	1·4	0·28	0·004	42·8
28.	G. 2.	30·6	6·4	0·7	0·15	0·008	36·4
29.	G. 3.	46·4	7·6	0·9	0·16	0·009	54·0
30.	G. 4.	57·0	13·7	1·7	0·34	0·03	70·7
31.	G. 5.	54·0	15·3	2·0	0·34	0·03	69·3

nicht ausgelöstem — ca 43—71% betragenden — Aluminiumoxyd-Anteil wurde durch die zweite, abermalige Aufschliessung nur ein geringer Betrag — 6·4—15·3 % — aufgeschlossen, 29·3—63·6 % des ursprünglich gesamten Aluminiumoxydgehaltes der Bauxite konnte folglich auch mit *zwei nacheinander folgenden Aufschliessungen nicht* aufgeschlossen werden! Dieser Anteil kann folglich als «sehr schwer aufschliessbar» bezeichnet werden.

Die Gesamtausbeute der *beiden* Aufschliessungen betrug an Aluminiumoxyd nur 36·4—70·7%. Die Aluminiumoxydkonzentration der *zweiten Aufschliessung* allein ist demgemäss auch sehr gering (0·15—0·34 gr Al₂O₃ pro 100 cm³).

Durch diese Versuche wurde nun bewiesen, dass die Ursache der niedrigen Aufschliessungsergebnisse — besonders der niedrigen Aluminiumoxydausbeuten — wohl dem Umstande zuzuschreiben sei, dass ein Anteil des Aluminiumoxydgehaltes der Bauxite durch Schwefligsäure *nur sehr schwer* aufschliessbar ist.

Daher ist es angezeigt, was die Reaktion der Bauxit-Aluminiumoxydanteile mit der Schwefligsäure anbelangt, von einem «leichtlöslichen» Aluminiumoxydanteil zu sprechen: welcher Anteil nämlich mit der Schwefligsäure leicht reagiert. Im Weiteren werden wir uns dieser Benennung auch öfters bedienen. (Dieser

«leichtlösliche» Anteil der verschiedenen untersuchten Bauxite ist in der Spalte 7 der Tab. VII zu ersehen !)

i) Über die Reaktion: $Al(OH)_3 + SO_2 + H_2O$ bei hoher Temperatur und hohem Druck.

Obwohl obige Ergebnisse die Ursache der niedrigen Aufschliessungsergebnisse befriedigend erklären könnten, erwies es sich doch noch als wünschenswert und nötig, die Reaktion zwischen Aluminiumoxyd und Schwefligsäure unter den von uns angewendeten Versuchsbedingungen genauer zu untersuchen, da erstens diese Reaktion bisher nur wenig untersucht wurde, zweitens, da wohl zu erwarten war, dass die genaue Kenntnis dieser Reaktion uns mit den inneren Reaktionsumständen der Aufschliessung vertrauter machen könnte.

Da die bisherigen Versuche nur Lösungen von sehr niedrigen Aluminiumoxyd-Konzentrationen ergaben, war aus praktischer Hinsicht folgende Frage zu beantworten: welche ist die höchste Aluminiumoxyd-Konzentration, welche unter den bisher als optimalen erkannten Versuchsbedingungen überhaupt dargestellt werden kann? Um diese Frage zu beantworten, führten wir nun Aufschliessungsversuche bei verschiedenen Temperaturen mit Aluminiumhydroxyd puriss. MERCK — also mit einem wohl leicht- und gleichmässig-löslichen Präparat — aus, um zugleich den Einfluss der Temperatur auf die Reaktion, d. h. auf die Löslichkeit der entstehenden Aluminiumsulfite zu erfahren.

Die Ergebnisse dieser Versuchsreihe sind in der Tabelle VIII zusammengestellt.

Diese Versuchsergebnisse gaben ein unerwartetes Ergebnis! Die Aluminiumoxyd-Konzentration der bei 100 ° C erhaltenen Lösung war *wesentlich geringer* (0.65 gr $Al_2O_3/100\text{ cm}^3$), als die der durch *Bauxit*-Aufschliessung erhaltenen Lösungen (Tab. VI). Die Ergebnisse zeigen noch, dass die Menge des gelösten Aluminiumoxydes mit der Abnahme der Reaktionstemperatur in sehr starkem Masse zunimmt; die Konzentration der, bei 60 ° C erhaltenen Lösung beträgt schon das zehnfache der, bei 100 ° C erhaltenen Lösung. Unter 60 ° C Reaktionstemperatur ist die Konzentration

Tabelle VIII.

Aufschliessung von chem. reinem Aluminiumhydroxyd bei verschiedenen Temperaturen.

(Aufschlussdauer 4 St.)

Versuchsnummer	Erhitzungs-Temperatur	Zusammensetzung des Reaktionsgemisches				100 cm ³ Lösung enthält Al ₂ O ₃ gr
		Al(OH) ₃ gr	SO ₂ gr	H ₂ O gr	Verhältnis Al ₂ O ₃ : SO ₂	
32.	100° C	12·5	63·8	200	1 : 13·3	0·65
33.	80° C	12·5	63·8	200	1 : 13·3	2·03
34.	60° C	30·0	63·8	200	1 : 5·54	5·70
35.	60° C	40·0	101·5	200	1 : 6·55	7·63
36.	40° C	40·0	101·5	200	1 : 6·55	8·38

der erhaltenen Lösungen derart hoch, dass sie schon praktischen Anforderungen entsprechen könnte.

Diese Versuchsergebnisse — obwohl sie keinen direkten Hinweis auf die gesuchte Ursache der erhaltenen niedrigen Aufschliessungsergebnisse geben — tragen doch einiges dazu bei, die Reaktionsumstände der Reaktion «Al(OH)₃ + SO₂ + H₂O» zu klären.

Die Beurteilung dieser Frage wird dadurch erschwert, dass die Chemie und die Löslichkeit der Sulfitverbindungen des Aluminiums bisher ziemlich unerforscht ist. Aus den Aluminiumsulfitverbindungen ist bisher einzig das schwerlösliche basische Aluminiumsulfit Al₂O₃·SO₂·4H₂O isoliert und in reinem Zustande dargestellt worden.¹

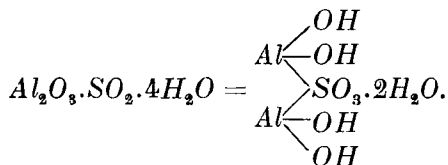
Die Existenz des Al₂(SO₃)₃ (und des Al(HSO₃)₃) als definierte und in reinem Zustande darstellbare Verbindung, wurde bisher nicht festgestellt. Im Schrifttum sind folglich Löslichkeitsdaten — die eben in unseren Untersuchungen von grösster Wichtigkeit wären — nicht zu finden. Unsere eigenen Versuche, sowie die spärlichen älteren Schrifttumangaben² weisen darauf hin, dass das Al₂(SO₃)₃ (und eventuell das Al(HSO₃)₃) in Schwefligsäure sehr

¹ RÖHRIG: Journ. f. prakt. Chem. (2). 37. 1888. S. 238.

² F. BECKER: Jahresberichte f. Chem. Technol. 1885. S. 307.

gut löslich sind. Es ist folglich nicht anzunehmen, dass die Ergebnisse der Tab. VIII durch die mit der Temperatursteigerung übermässig abnehmenden Löslichkeit des $Al_2(SO_3)_3$ verursacht würden. Diese Erscheinung muss einen anderen speziellen Grund haben!

Durch Analogie kann man auch auf diesen Grund Schlüsse ziehen! Das Aluminium, als Metall mit schwach basischen Eigenschaften, ist geneigt, mit schwachen Säuren — statt normale Salze — *basische* Salze zu bilden. Diese Neigung ist auch bei den Sulfitverbindungen des Aluminiums zu bemerken. Die schon erwähnte einzige gut definierte und rein dargestellte Aluminiumsulfitverbindung, welche auch eine stöchiometrisch definierte Zusammensetzung aufweist, ist auch ein (zweifach) *basisches* Sulfit:



Diese Verbindung lässt sich erhalten, wenn gefälltes Aluminiumhydroxyd in überschüssiger Schwefligsäure aufgelöst und die Lösung auf dem Wasserbade eingedampft wird.

Auch in dieser Lösung nimmt also mit der Steigerung der Temperatur die Aluminiumoxyd-Konzentration ab, da der Aluminiumoxydgehalt der Lösung infolge einer Hydrolyse in Form einer basischen Verbindung ausgeschieden wird. Die Richtung des Reaktionsablaufes bei dem Kochen schwefligsaurer Aluminiumsulfit-Lösungen ist — was die gelöste Aluminiumoxyd-Menge betrifft — qualitativ dieselbe, wie in unseren Aluminiumhydroxyd-Aufschliessungen. Alles das weist darauf hin, dass in unseren obigen Versuchen auch *eine Hydrolyse-reaktion die Menge der in Lösung bleibenden Tonerde vermindert!*

Während aber bei dem Kochen schwefligsaurer Aluminiumsulfit-Lösungen *in offenem Gefäss* das Schwefeldioxyd frei entweichen und die aus der Hydrolyse stammende Schwefligsäure sich auch *frei zersetzen kann* und so einer normalen, quantitativ verlaufenden Hydrolyse nichts im Wege steht, ist bei unserer angewendeten

Aufschliessungsmethode in unserem Aufschliessungssystem *stets dieselbe* Schwefeldioxyd-Menge vorhanden. Die Hydrolyse kann folglich in diesem Falle nur durch die Abnahme der H^+ -Ionen in der wässrigen Lösung bedingt werden, unter der Annahme, dass die Menge des, als Schwefligsäure vorhandenen Schwefeldioxydes in der wässrigen Lösung mit der Steigerung der Temperatur stark abnimmt. In welchem Maasse diese Abnahme zahlenmässig verläuft — d. h. das Gleichgewicht des « SO_2 ¹-Wasser (flüssig und Dampf)»-Systems und der H^+ -Konzentration der wässrigen Lösung — lässt sich unter den angewendeten Versuchsbedingungen — $100^\circ C$ und ca 80 Atm. Überdruck — mit Versuchen direkt nur schwer bestimmen. Einige Schrifttums-Angaben — obwohl ihre Versuche nicht genau unter unseren Versuchsbedingungen vorgenommen wurden — bestätigen doch unsere obige Annahme und lassen Schlüsse über die Reaktionsverhältnisse unserer Versuche ziehen.

W. B. CAMPBELL und O. MAASS ² untersuchten die Gleichgewichtsverhältnisse reiner Schwefeldioxyd-Lösungen (bis zu 15% SO_2 -Gehalt) zwischen 25 — $135^\circ C$. Sie kommen zu dem Schlusse, dass in den Lösungen nur verhältnismässig *wenig* Schwefligsäure vorhanden ist; der grösste Teil der titrierten Schwefligsäure, d. h. des Schwefeldioxydgehaltes besteht aus einfach «molekular gelöstem» Schwefeldioxyd. Sie stellen noch fest, dass mit der Steigerung der Temperatur der rein molekular gelöste Schwefeldioxyd-Anteil zunimmt und die H^+ -Konzentration demzufolge gering ist. Diese Feststellung weist folglich darauf hin, dass die Menge und Konzentration der Schwefligsäure (das wahrhaft hydratisierte Schwefeldioxyd) auch in unseren Versuchen mit der Steigerung der Temperatur abnimmt.

M. KAY DE THOMPSON und N. PROMISEL ³ untersuchten die elektrische Leitfähigkeit 8—22%-igen Schwefeldioxyd-Lösungen zwischen 0 — $40^\circ C$. Sie stellen fest, dass die Temperaturkurve der Leitfähigkeit schon zwischen 0 — $40^\circ C$ ein Maximum zeigt. Je

¹ Mögliche Phasen je nach den Versuchsumständen: flüssig, wasser-gelöst, gasförmig.

² Canadian Journ. Research. 2. 1930. S. 42—64.

³ Trans. Amer. Electrochem. Soc. 1930. 58. 8.

höher die Konzentration der Lösung ist, bei umso niedrigerer Temperatur ist das Maximum zu beobachten. Z. B. liegt bei einer 20%-igen Lösung das Maximum schon bei nur 20° C. Bei höheren Temperaturen muss folglich die Leitfähigkeit und damit auch die H^+ -Konzentration so auch in *unseren* Versuchen abnehmen.

Auf Grund unserer Beobachtungen, sowie obiger Angaben, konnte mit Sicherheit angenommen werden, dass in unseren Versuchen mit der Steigerung der Temperatur die H^+ -Konzentration der wässrigen Lösung stark abnimmt, wodurch einer Hydrolyse Möglichkeit geboten wird. Mit der Erhöhung der Temperatur wird der Grad der Hydrolyse immer grösser, wodurch aber die, bei niedrigeren Temperaturen gelöste Aluminiumsulfid-Menge allmählich unter Bildung eines schwerlöslichen Hydrolysenproduktes hydrolysiert, und so die Abnahme der Aluminiumoxyd-Konzentration der Lösung bewirkt wird. Jeder Temperatur muss demzufolge ein Hydrolysegleichgewicht und eine dazu gehörige Gleichgewichts-Aluminiumoxyd-Konzentration der Lösung entsprechen!

Um diese Annahme mit Versuchen zu bestätigen, verfahren wir folgenderweise: Zu einer schwefligsauren Aluminiumsulfid-Lösung, welche 4.28 gr Al_2O_3 pro 100 cm^3 enthielt, wurde soviel flüss. Schwefeldioxyd hinzugefügt, dass die Konzentrationsverhältnisse des Versuches 32 (auf 200 cm^3 Wasser 64 gr SO_2 , Tab. VIII) wiederhergestellt wurden. Die Erhitzung wurde nun — vier Stunden lang — bei 100° C bewirkt. (Versuch No. 37.) Dasselbe wurde mit einer schwefligsauren Aluminiumsulfid-Lösung von 5.94 gr Al_2O_3 pro 100 cm^3 , aber bei 80° C durchgeführt. (Versuch No. 38.)

Während der Erhitzung schied aus beiden Lösungen ein weisser kristallinischer, gut filtrierbarer Niederschlag aus; die Menge und Konzentration des in Lösung gebliebenen Aluminiumoxydes nahm dadurch freilich stark ab. Die Lösung des Versuches 37 enthielt 0.59 gr Al_2O_3 pro 100 cm^3 , die Lösung des Versuches 38 enthält aber schon 1.91 gr Al_2O_3 pro 100 cm^3 .

Diese Ergebnisse zeigen deutlich, dass *die Hydrolyse tatsächlich die Ursache* der scheinbar abnormen Ergebnisse der chem. reinen Aluminiumhydroxyd-Aufschliessung sei und auch, dass der Gang dieser Hydrolyse im Sinne unserer Annahme verläuft. Die Ergebnisse scheinen unsere weitere Annahme — dass die Menge des in

Lösung gebliebenen Aluminiumoxydes bei jeder Temperatur einer Gleichgewichtskonzentration entspricht — sogar quantitative zu bestätigen.¹

Hier sei es uns erlaubt auf diese annähernde numerische Gleichheit der auf zwei verschiedenen Wegen von uns erhaltenen Konzentrationen der Lösungen hinzuweisen:

1. Die auf verschiedenem Wege bei 100 ° C ausgeführten Versuche 32 (Tab. VIII) und 37 gaben eine annähernd gleiche Aluminiumoxyd-Konzentration: 0·654 und 0·592 gr Al_2O pro 100 cm^3 .
2. Die Versuche 33 (Tab. VIII) und 38 gaben bei 80 ° C ebenfalls annähernd gleiche Konzentrationen: 2·03 und 1·904 gr Al_2O_3 pro 100 cm^3 .

j) Das Produkt der Hydrolyse.

Nach dieser Deutung des Hydrolysenvorganges wurde nun das Produkt der Hydrolyse untersucht. Als ein Hydrolysenprodukt musste es sich in unserem Falle um ein *basisches* Sulfit handeln!

Im Schrifttum sind drei basische Aluminiumsulfiten beschrieben; das schon erwähnte $Al_2O_3 \cdot SO_2 \cdot 4H_2O$,² sowie die Verbindungen $4Al_2O_3 \cdot 3SO_2 \cdot 18H_2O$ ³ und $5Al_2O_3 \cdot 3SO_2 \cdot 15H_2O$.⁴

Die zwei letzten Substanzen scheinen aber keine einheitliche Verbindungen zu sein.⁵

Die Analyse unseres Hydrolysenproduktes zeigte uns, dass das Hydrolysenprodukt das im Schrifttum bisher ausführlich noch nicht beschriebene Dihydrat des einfachbasischen Aluminiumsulfites ist:⁶ $Al_2O_3 \cdot 2SO_2 \cdot 5H_2O = 2Al \overset{OH}{\underset{SO_3}{=}} \cdot 2H_2O$.

¹ Obwohl diese Versuche keinen Anspruch auf die Genauigkeit einer Gleichgewichtsbestimmung haben.

² Siehe RÖHRIG l. c.

³ SEUBERT und ELTEN: Z. f. anorg. Chem. 4. 1893. 37.

⁴ YAMAZAKI und FURUKAWA: Chem. News 134. 1927. 37.

⁵ Wir behalten es uns vor, die Chemie der Aluminiumsulfit-Verbindungen im Weiteren genauer zu untersuchen.

⁶ Während der Ausführung unserer Untersuchungen (im Sept. 1933) wurde im C. B. 33. II. 1414. das D. R. P. 578487 der A. G. TH. GOLDSCHMIDT Essen veröffentlicht, in welchem die Darstellung des einfach basischen Aluminiumsulfites patentiert wurde.

Die Zusammensetzung der erhaltenen Produkte ist in der Tabelle IX aufgezeichnet. In der 4. Spalte der Tabelle ist die theoretische Zusammensetzung der Verbindung $Al_2O_3 \cdot 2SO_2 \cdot 5H_2O$ eingetragen.

Tabelle IX.

Zusammensetzung der Hydrolysen-Produkte.

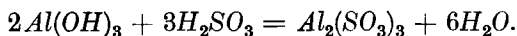
Bestandteile	Produkt des Versuches No. 37.	Produkt des Versuches No. 38.	Produkt des Versuches No. 32.	Berechnet nach der Formel: $Al(OH)SO_3$ $2 H_2O$
Al_2O_3	30·90	31·25	31·94	31·85
SO_2	39·10	38·88	38·84	40·02
H_2O	29·82	29·87	29·22	28·13

In dem Versuch 32 (Tab. VIII) wurde 12·5 gr chem. reines $Al(OH)_3$ mit überschüssiger Schwefligsäure bei $100^\circ C$ aufgeschlossen, die Lösung enthielt aber nur 0·65 gr Al_2O_3 pro 100 cm³, es war folglich eine *reichliche* Bodenkörper-Menge vorhanden. Da nun durch die Analysendaten das Hydrolysenprodukt selber auch genau bekannt wurde, war es von Interesse zu bestimmen, *in welchem Maasse* dieser Bodenkörper (ursprünglich $Al(OH)_3$) in obiges basisches Sulfit umgesetzt wurde? Die Zusammensetzung dieses «scheinbar nur ungelösten» Aluminiumhydroxyd-Anteiles des Versuches 32 ist in der Spalte 3 der Tab. IX eingetragen. Sie erwies sich ebenfalls als reines Dihydrat des einfach-basischen Aluminiumsulfites. Ihre *alleinige* Gegenwart als Bodenkörper ist nur so zu deuten, dass bei $100^\circ C$ das, in das Reaktionsgemisch eingetragene chem. reine Aluminiumhydroxyd in vier Stunden zuerst in *seiner ganzen Menge* gelöst, und dann durch die eintretende Hydrolyse grösstenteils, dann aber einheitlich zu $Al(OH)SO_3 \cdot 2H_2O$ umgesetzt wurde.

k) **Verlauf der Reaction:** « $Al(OH)_3 + SO_2 + H_2O$ ».

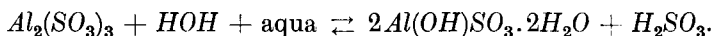
Die in den Kapiteln *i*) und *j*) beschriebenen Ergebnisse zusammenfassend spielen sich in dem System: $Al(OH)_3-SO_2-H_2O$ in einem geschlossenem Raume, von der Temperatur abhängig, folgende Reaktionen ab:

Bei 40 ° C und noch niedrigeren Temperaturen wird das Aluminiumhydroxyd von der überschüssigen Schwefligsäure in einer einfachen Säure-Base-Reaktion in beträchtlicher Menge gelöst:



Die Konzentration der erhaltenen Lösungen ist hoch (6—8 % Gew. Al_2O_3).

Mit der Steigerung der Temperatur (womit der Methode unserer Versuche gemäss auch eine starke Steigerung des Druckes verbunden ist) nimmt die H^+ -Konzentration in der wässrigen Lösung stark ab, wodurch die gelösten normalen (oder sauren) Aluminiumsulfit trotz des anwesenden grossen Schwefeldioxyd-überschusses *teiles eine Hydrolyse* nach folgender Reaktion erleiden:



Das schwerlösliche einfach-basische Aluminiumsulfit scheidet sich als Niederschlag ab, wodurch die Aluminiumoxyd-Konzentration der *wässrigen Lösung* natürlich sinkt. Bei gegebenen Aluminiumhydroxyd-Schwefeldioxyd-Wassermengen entspricht jeder Temperatur ein Hydrolysen-Gleichgewicht, wodurch die Konzentration des in Lösung ebliebenen Aluminiumoxydes bei einer gegebenen Temperatur — wenn der vollständigen Einstellung des Gleichgewichtes *genügend* Zeit gelassen wurde! — einen gegebenen Wert annehmen muss.

Diese Deutung des Vorganges der Reaction: « $Al_2O_3 + SO_2 + H_2O$ » *erläutert nun vollständig* die Abnahme der Aluminiumoxydkonzentration mit der Steigerung der Temperatur bei den Aufschliessungsversuchen des *chem. reinem Aluminiumhydroxydes* (Tab. VIII)!

1) Verlauf der Reaktion « $Al_2O_3 + SO_2 + H_2O$ » bei der
Aufschliessung der Bauxite.

a) Klärung der scheinbaren Widersprüche
der Daten der Tabellen IV., VI. und VIII.

Die Ergebnisse der mit der Aufschliessung *chem. reines* Aluminiumhydroxydes ausgeführten Versuche und die daraus gezogenen Schlüsse widersprechen in zwei Punkten den mittels der Aufschliessung des E. 2. *Bauxites* erhaltenen Resultaten:

1. Die bei 100° C unter, für den E. 2. Bauxit als optimalen erkannten Bedingungen ausgeführten Versuche, ergaben bei den *Bauxit*-Aufschliessungen *wesentlich höhere* Aluminiumoxyd-Konzentrationen (0·86—1·38 gr Al_2O_3 pro 100 cm³, Tab. VI), als die bei 100° C unter denselben Bedingungen mit *chem. reinem* Aluminiumhydroxyd — also mit einer wohl leichtlöslicher Verbindung! — ausgeführten Versuche (ca 0·6 gr Al_2O_3 pro 100 cm³).

2. Die mit dem E. 2. *Bauxit* ausgeführten Versuche zeigten bei 100° C Aufschliessungstemperatur das *beste* Aufschliessungsergebnis und die *höchste* Aluminiumoxyd-Konzentration der erhaltenen Lösungen, wogegen die *mit reinem Aluminiumhydroxyd* ausgeführten Versuche bei 100° C die *niedrigste* Aluminiumoxyd-Konzentration ergaben.

Beide Widersprüche lassen sich beantworten, wenn erstens der Unterschied in der Zusammensetzung der Bauxite und des reinen Aluminiumhydroxydes im Betracht gezogen wird, zweitens wenn wir uns den Reaktionsverlauf der basischen Sulfitbildung auch bei der Aufschliessung der *Bauxite* genau vergegenwärtigen.

1. Bei der Beurteilung der ersten Frage muss in Betracht gezogen werden, dass die durch Bauxitaufschliessung erhaltenen Lösungen in jedem Falle eine beträchtliche Menge *Ferrosalze* enthalten: teils als Sulfat, teils als Sulfit (Tab. VI: Al_2O_3 -Gehalt, 0·88—1·44 gr, Fe_2O_3 -Gehalt, 0·49—1·46 gr pro 100 cm³). In den Lösungen der mit reinem Aluminiumhydroxyd ausgeführten Versuche ist *kein fremdes* Ion und Bestandteil vorhanden, die Hydrolyse ist folglich von keinem fremden Bestandteil beeinflusst, sodass die bei verschiedenen Temperaturen erhaltenen Resultate immer einem rein hydrolytischen Reaktionsverlaufe entsprechen.

In den Bauxitlösungen dagegen bilden die nicht hydrolysierende Ferrosalze eine fast als konstant zu bezeichnende SO_3 - und SO_4 -Ion-Konzentration, da die Menge der Ferrosalze von der Dissoziation der Schwefligensäure und von der H^+ -Konzentration unabhängig ist. Die vorhandene Ferrosalz-Menge kann aber die Hydrolyse des Aluminiumsulfites unter Umständen schon beträchtlich zurückdrängen und dadurch eine grössere Aluminiumoxyd-Konzentration — als es dem reinen hydrolytischen Reaktionsverlaufe entsprechen würde — der Lösung verursachen. Dies ist wohl auch bei den bei $100^\circ C$ ausgeführten Bauxitversuchen der Fall!

Zu der Prüfung dieser Annahme führten wir folgende zwei Versuche aus: *Versuch 39*: 4·3 gr reines Aluminiumhydroxyd wurde mit 200 cm^3 Wasser und 64 gr Schwefeldioxyd bei $100^\circ C$ vier Stunden lang aufgeschlossen; die Lösung enthielt 0·62 gr Al_2O_3 pro 100 cm^3 , das ausgeschiedene basische Sulfit wog: 4·01 gr. *Versuch 40*: Zu dem Reaktionsgemische des Versuches 39. wurde 2·2 gr reines Ferrioxyd (dem Durchschnittsgehalte der Bauxite entsprechend) zugegeben und unter genau denselben Bedingungen aufgeschlossen. Die Lösung enthielt in diesem Falle schon 1·19 gr Al_2O_3 neben 1·02 gr Fe_2O_3 pro 100 cm^3 ; das ausgeschiedene bas. Sulfit wog aber nur 0·33 gr.

Aus den Ergebnissen dieser zwei Versuche ist zu ersehen, dass die Anwesenheit der Ferrosalze *tatsächlich die Erhöhung* der Aluminiumoxyd-Konzentration der Lösungen bewirken kann, wodurch aber die Menge des aus der Hydrolyse stammenden, ausgeschiedenen basischen Sulfites geringer wird. Dieser Vorgang muss sich auch bei den Bauxitaufschliessungen abspielen, und so die, bei $100^\circ C$ erhaltenen *höheren* Aluminiumoxyd-Konzentrationen — im Vergleich zu der Aufschliessung des chem. reinen Aluminiumhydroxydes — verursachen.

2. Der zweite Widerspruch lässt sich nach den bisher festgestellten Resultaten folgenderweise erklären: Das Ergebnis des Versuches 32 (siehe auch Tab. IX) zeigt, dass wenn leichtlösliches (chem. reines) Aluminiumhydroxyd mit überschüssiger Schwefligsäure aufgeschlossen wird, so *die ganze Menge* des Aluminiumhydroxydes, mit der Schwefligsäure reagiert, in der Lösung aber nur eine gewisse — von dem Grade der Hydrolyse abhängende —

Menge gelöst bleibt. (Siehe auch die Versuche der Tab. VIII.) Der Grad der Hydrolyse nimmt mit der steigenden Temperatur zu, somit nimmt die Menge des ausgeschiedenen basischen Sulfites mit der Temperaturerhöhung allmählich zu; die Aluminiumoxyd-Konzentration der Lösung nimmt dementsprechend selbstverständlich allmählich ab. Die Hydrolyse, unter Ausscheidung des basischen Sulfites, kann aber nur dann eintreten, wenn in dem Reaktionsgemisch *mehr* Aluminiumoxyd vorhanden ist, als es der jeweiligen Temperatur entsprechenden Gleichgewichts-Konzentration entsprechen würde; ist die Menge des Aluminiumoxydes *geringer*, so bleibt sie in *ihrer ganzen Menge in der Lösung* und es scheidet sich *gar kein basisches Sulfit aus*. Der *leichtlösliche* Aluminiumoxydgehalt der *Bauxite* muss sich auch so benehmen: es muss folglich die basische Sulfitausscheidung — wenn die Gesamtmenge des leichtlöslichen Aluminiumoxydes in gelöstem Zustande die Gleichgewichts-Konzentration überhaupt überschreiten würde — bei dem 100° C Versuch die Grösste sein.

Die Untersuchung des ungelösten Rückstandes des bei 100° C ausgeführten Versuches mit dem E. 2. Bauxit (Versuch 4) zeigt aber, dass darin Schwefeldioxyd nur spurenweise vorhanden ist (0.05 %). Das beweist aber, dass in dem ungelösten Rückstande *kein* basisches Sulfit enthalten ist, folglich bei 100° C noch keine Hydrolyse stattfand; noch weniger könnte aber Hydrolyse bei niedrigeren Temperaturen stattfinden. Die Gleichgewichts-Konzentration wurde folglich binnen vier Stunden bei 100° C auch *nicht* erreicht.¹ Der Grund dieser Erscheinung lässt sich einfach darin finden, dass die Schwefligsäure in jedem Versuche der Tab. IV nur eine, zu der Erreichung der Gleichgewichts-Konzentration *unzureichende* Aluminiumoxyd-Menge auflöste. Folgedessen zeigen die Ergebnisse der Tab. IV nur die *rein aufschliessende* Wirkung der Schwefligsäure und diese Aluminiumoxyd-Konzentrationswerte sind von der Hydrolyse *nicht* beeinflusst. Da aber die rein aufschliessende Säurewirkung im Allgemeinen mit der Steigerung der

¹ Dass die Konzentration der Lösung doch *höher* ist, als bei den mit reinem Aluminiumhydroxyd ausgeführten Versuchen, wird durch die Anwesenheit der Ferrosalze bedingt; siehe Versuche 39 und 40.

Temperatur *zunimmt*, sind die mit der Temperatur *zunehmenden* Konzentrationswerte der Tab. IV. selbstverständlich, und so stehen nun die Resultate der Tabelle IV. mit den Ergebnissen der Tab. VIII. — in denen die Konzentration der Lösungen mit der Steigerung der Temperatur durch die allmählich stärker werdende Hydrolyse stätig *abnahm* — in keinem Widerspruch mehr.¹

Wird aber eine solche Bauxitsorte aufgeschlossen, dessen 12·5 gr soviel leichtlösliches Aluminiumoxyd enthält, dass dessen Menge gelöst, die — zu der jeweiligen Temperatur gehörenden — Gleichgewichts-Konzentration überschreitet, so stellt sich auch in diesem Falle die Hydrolyse bekannterweise regelnd ein, sie bestimmt nun die Konzentration der Lösung und die Menge des ausgeschiedenen basischen Sulfites. Diese Verhältnisse stellen sich aber auch dann ein, wenn eine grössere Menge als 12·5 gr eines an leichtlöslichen *aluminiumoxyd-armen* Bauxites aufgeschlossen wird.²

b) *Der eigentliche Reaktionsverlauf.*

Die erhältlichen Aufschliessungsergebnisse müssen folglich bei der Aufschliessung verschiedener Bauxitsorten von folgenden Bedingungen abhängig sein: 1. Ist die, in das Reaktionsgemisch eingetragene *leichtlösliche* Aluminiumoxyd-Menge *geringer*, als welche die Lösung bei der jeweiligen Temperatur in Gleichgewichtskonzentration zu lösen vermag, so tritt in der Lösung *keine* Hydrolyse ein, und es findet *keine* basische Sulfitausscheidung statt. In diesem Falle *spiegeln die Aufschliessungsergebnisse nur die reine aufschliessende Wirkung der Schwefligensäure wieder.* (Ob die

¹ Mit anderen Worten: der Aluminiumoxydgehalt des Bauxites E. 2. ist viel schwerer löslich, als das reine Aluminiumhydroxyd; diese Schwerlöslichkeit verursacht dann, dass auch bei 100° C Aufschliessungstemperatur nur so wenig Aluminiumoxyd in die Lösung gelangen kann, dass dessen Menge die Gleichgewichts-Konzentration *nicht* erreicht, wodurch naturgemäss die konzentrationsregelnde Wirkung der Hydrolyse *nicht* zur Geltung kommen kann.

² Stets beachtend aber, dass das Schwefeldioxyd in genügendem Überschuss vorhanden sei.

Konzentration der Lösung mit nun steigender Temperatur steigt oder fällt, hängt mit der Lage des Gleichgewichtes der jeweiligen — höheren! — Temperatur zusammen.) 2. Ist die Menge des in das Reaktionsgemisch eingetragenen *leichtlöslichen* Aluminiumoxydes grösser, als die Menge, welche die Lösung bei der jeweiligen Temperatur in Gleichgewichts-Konzentration gelöst halten kann, *so wird die Konzentration der Lösung von dem Grade der Hydrolyse bestimmt.* (In diesem Falle nimmt mit der Steigerung der Temperatur die Konzentration der Lösungen im Allgemeinen ab, während die basische Sulfitausscheidung aber zunimmt.)

Um die Richtigkeit unserer Folgerungen zu prüfen, führten wir unter den obigen Verhältnissen entsprechenden Bedingungen Aufschliessungsversuche mit dem G. 1. *Bauxit aus*. Wir wählten zu diesem Zwecke deshalb den Bauxit G. 1., weil diese Sorte unter den von uns untersuchten Bauxiten den *grössten* Aluminiumoxyd und *kleinsten* Eisenoxidgehalt hatte; es war folglich zu erwarten, dass diese Bauxitsorte sich und dem chem. reinen Aluminiumhydroxyd am ähnlichsten verhalten wird.

Die Versuche wurden in drei Reihen (Tabelle X) vorgenommen. In der 1. Reihe: Variierend: die Bauxit-Menge; gleichbleibend gehalten: die Schwefeldioxyd- und die Wassermenge, die Temperatur und die Erhitzungsdauer. In der 2. Reihe: Variierend: die Temperatur; gleichbleibend gehalten: die Schwefeldioxyd-, Wasser- und Bauxitmenge,¹ sowie die Erhitzungsdauer. In der 3. Reihe: Variierend: die Erhitzungsdauer; gleichbleibend gehalten: die Schwefeldioxyd-, Wasser- und Bauxit-Menge (wie in Reihe II), sowie die Temperatur.

Versuchsreihe I (Tab. X) zeigt den Einfluss der wachsenden Bauxitmengen (und damit der in das Reaktionsgemisch eingetragenen «leichtlöslichen» Aluminiumoxyd-Mengen) auf die Aufschliessungsergebnisse. Die Ergebnisse der Versuchsreihe I sind in der Fig. I veranschaulicht.²

¹ Eine Menge, deren leichtlösliches Aluminiumoxydgehalt die Gleichgewichts-Konzentration der angewandten Lösung (bei 100° C) übertritt.

² Die Daten der Spalten 7 und 13 (Tab. X) sind in sämtlichen Figuren (I—III), deren sämtliche Daten sich auf den Bauxit G. 1. beziehen,

Tabelle X.

Aufschliessung des G. 1. Bauxites unter verschiedenen Versuchsbedingungen mit besonderer Hinsicht auf die Bildung des einfach-basischen Aluminiumsulfites.

Versuchsnummer	Versuchsreihe	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
		Temp.	Aufschliessungsdauer in St	Zusammensetzung des Reaktionsgemisches in gr					Die Lösung				Der Rückstand			Gesamtes reagiertes Al_2O_3 (Spalte 7 + Spalte 13)	
									Ausgelöstes in % des gesamten Gehaltes an		100 cm ³ enthält g		SO_2 Gehalt in %	$Al(OH)SO_3 \cdot 2H_2O$ Gehalt aus d. SO_3 Geh. berechnet in %	Al_2O_3 als $Al(OH)SO_3 \cdot 2H_2O$ in % des ges. Al_2O_3 Gehaltes		
				Bauxit	SO_2	H_2O	Mol. Verhältnis $M_2O_3 : SO_2$	Al_2O_3	Fe_2O_3	Al_2O_3	Fe_2O_3	in % des ges. Al_2O_3 Gehaltes				in gr	
41.	I.	100° C	4	10·0	64·2	200	1 : 15	41·9	87·7	1·20	0·38	0·62	1·55	0·41	42·3	2·63	
22.		«	«	12·5	«	«	1 : 12	28·3	87·0	1·04	0·49	10·9	27·3	10·4	38·7	3·09	
42.		«	«	20·0	«	«	1 : 7·5	13·2	85·1	0·74	0·49	18·36	45·7	34·6	37·8	4·69	
43.		«	«	40·0	«	«	1 : 3·75	7·2	83·2	0·83	1·47	18·15	45·4	27·5	34·7	8·62	
42.	II.	«	«	20·0	«	«	1 : 7·5	13·2	85·1	0·74	0·75	18·36	45·7	24·6	37·8	4·69	
44.		80° C	«	«	«	«	«	33·3	83·8	1·86	0·72	0·45	1·13	0·3	33·6	4·17	
45.		60° C	«	«	«	«	«	24·0	44·2	1·36	0·38	0·02	0·05	0·02	24·0	2·98	
46.		40° C	«	«	«	«	«	14·1	11·6	0·79	0·10	—	—	—	14·1	1·75	
47.		20° C	«	«	«	«	«	5·33	4·69	0·30	0·04	—	—	—	5·33	0·66	
48.	III.	100° C	1	«	«	«	«	26·6	73·6	1·52	0·64	2·83	7·28	2·65	29·2	3·63	
49.		«	2	«	«	«	«	18·8	80·7	1·07	0·70	10·93	27·33	12·5	31·3	3·88	
42.		«	4	«	«	«	«	13·2	85·1	0·74	0·75	18·36	45·7	24·6	37·8	4·69	
50.		«	8	«	«	«	«	10·5	89·3	0·60	0·78	19·70	49·25	27·0	37·5	4·66	

Die übrigen Daten der Fig. I zeigen den Verlauf der Hydrolysenreaktion; sie zeigen, dass der «leichtlösliche» Anteil des Aluminiumoxydgehaltes der Bauxite sich dem chem. reinen Aluminiumhydroxyd ähnlich verhält. Die «Menge des reagierten Al_2O_3 in g.» zeigt, dass die Gesamtreaktion zwischen dem «leichtlöslichen» Aluminiumoxyd und Schwefligsäure fast quantitativ im Sinne unserer Annahme verläuft. Das «leichtlösliche» Aluminiumoxyd reagiert binnen vier Stunden in jedem Versuche fast in seiner ganzen Menge mit der Schwefligensäure.¹

Die Kurve «Menge des gelösten Al_2O_3 in g.» zeigt weiters, dass bei der vierstündigen Aufschliessung auch ein «temporäres» Hydro-

auf die reagierten Aluminiumoxyd-Mengen in g. umgerechnet. In Fig. I wurden auch die, in das Reaktionsgemisch eingetragenen *Bauxit*-Mengen zu Aluminiumoxyd-Mengen umgerechnet (= Bauxitmenge \times 0.621; da der Aluminiumoxydgehalt des G. 1. Bauxites 62.1 % beträgt); die derart gewonnene Werte auf 100 cm³ Schwefligsäure-Lösung bezogen und auf die Abscisse aufgetragen. Während der I. Versuchsreihe blieb nämlich die Menge und Zusammensetzung der aufschliessenden Säurelösung konstant: 200 cm³ Wasser + 64 gr Schwefeldioxyd = ca 220 cm³. Die Menge des «leichtlöslichen» Aluminiumoxydes wurde in sämtlichen Figuren nach Tab. VII berechnet; nach dieser Tabelle ist cca 42 % des gesamten Aluminiumoxydgehaltes des G. 1. Bauxites «leichtlöslich». Die Menge des «leichtlöslichen» Aluminiumoxydes ist folglich: «Bauxitmenge \times 0.621 \times 0.42.» Die «Menge des reagierten Al_2O_3 » ist die Summe der «gelösten» und der «als $Al(OH)SO_3 \cdot 2H_2O$ ausgeschiedenen» Al_2O_3 -Mengen.

Auf die Ordinaten der Fig. I—III sind zwei Maasstäbe aufgetragen. Der Maasstab «in g» veranschaulicht mengenmässig den Verlauf der Reaktion zwischen Aluminiumoxyd- und Schwefligsäure. Der Maasstab «in % des Bauxit- Al_2O_3 -Gehaltes» veranschaulicht die Resultate aus technisch-praktischem Gesichtspunkte; er zeigt die erhältlichen Ausbeuten an gelöstem Al_2O_3 und auch die anderen charakteristischen Daten der Aufschliessungsreaktion bezogen auf den gesamten Al_2O_3 -Gehalt des G. 1. Bauxites.

¹ Dass die zwei Kurven («Menge des «leichtlöslichen» Al_2O_3 in g» und «Menge des reagierten Al_2O_3 in g») mit der Steigerung der Bauxitmengen allmählich — wenn auch in geringem Grade — voneinander abweichen, ist wohl dem Umstande zuzuschreiben, dass zu der vollständigen Umsetzung der grösseren «leichtlöslichen» Al_2O_3 -Mengen vier Stunden Reaktionszeit noch nicht ausreicht.

lysegleichgewicht sich einstellt,¹ da die Konzentration der Lösung in dieser Versuchsreihe allmählich einen annähernd konstanten Wert annimmt (siehe Versuche 42 und 43: 0·74—0·83 gr Al_2O_3 pro 100 cm³). In der Lösung kann folglich — unabhängig von der Grösse der anwesenden «leichtlöslichen» Aluminiumoxyd-Menge — nur eine, dieser «temporären» Gleichgewichts-Konzentration entsprechende Aluminiumoxyd-Menge gelöst bleiben; das übrige leichtlösliche Aluminiumoxyd wird als $Al(OH)SO_3 \cdot 2H_2O$ ausgeschieden. (Siehe die Kurve «Menge des als $Al(OH)SO_3 \cdot 2H_2O$ ausgeschiedenen Al_2O_3 in g.»). Mit der Steigerung der in das Reaktionsgemisch eingetragenen Al_2O_3 -Mengen pro 100 cm³ Schwefligsäurelösung wird folglich *nicht die Konzentration*² der Lösung, *sondern* nur die *Menge des ausgeschiedenen Hydrolysenproduktes* allmählich erhöht. Durch diesen Umstand wird eigentlich die starke Abnahme der Ausbeute an ausgelöstem Aluminiumoxyd («Menge des gelösten Al_2O_3 in % des Bauxit- Al_2O_3 -Gehaltes») bewirkt.

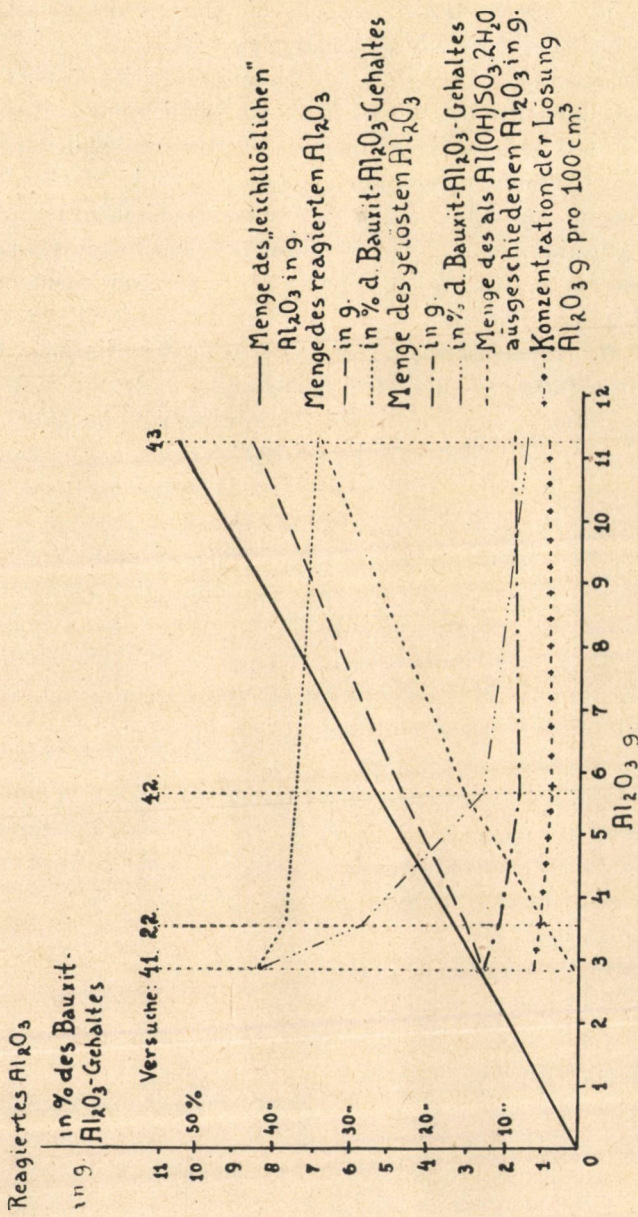
Was den praktischen Gesichtspunkt anbelangt, ist die wichtigste Wahrnehmung, dass die Ausbeute an gelöstem Aluminiumoxyd bei 100° C mit der Steigerung der in das Reaktionsgemisch eingetragenen Aluminiumoxyd-Mengen stark sinkt (bei 5·64 gr Al_2O_3 pro 100 cm³ Säurelösung beträgt diese Ausbeute nur 13·2 %, bei 11·28 gr aber nur 7·2 %).³

Mit dieser Ausbeute sinkt aber — wenn auch in geringerem Grade — die Konzentration der Lösungen: ihren *maximalen* Wert

¹ Würde nämlich der Versuch 42 (bei 100° C) länger als vier Stunden, sagen wir acht Stunden fortgesetzt werden, so würde die Konzentration der Lösung auf ein *endgültiges, vollständiges* Gleichgewichtswert — cca 0·6 gr Al_2O_3 pro 100 cm³ Lösung — sinken müssen. (Siehe Versuchsreihe III. Fig. III.)

² Bei anderen Säuren nimmt im Allgemeinen bei Zugabe steigender Oxydmengen zu einem Säureüberschusse die Konzentration der Lösung an gelöstem Oxyd zu.

³ Obwohl das « $Me_2O_3 : SO_2$ »-Verhältnis selbst bei dem Versuch 43 — in dem die Aluminiumoxyd-Menge die grösste war — auch noch 1 : 3·75 betrug, folglich die Schwefligsäure zu der Auflösung der gesamten Aluminiumoxyd-Mengen des G. I. Bauxites noch immer *in einem Überschuss* vorhanden war.



In das Reaktionsgemisch eingetragene Al_2O_3 pro 100 cm³ Schwefligsäure-Lösung.

Fig. I.

erreicht sie im Versuch 41, in welchem die «Menge des gelösten Al_2O_3 » der «leichtlöslichen Al_2O_3 -Menge» gleich ist.

Eine vollständige Auslösung des gesamten «leichtlöslichen» Aluminiumoxydgehaltes bei $100^\circ C$ lässt sich folglich nur bei Aufschliessungen mit kleinen Bauxitmengen (in unserem Falle unter 2·82 gr Gesamt-Aluminiumoxyd pro 100 cm^3 Schwefligsäurelösung) erwarten. Solche Aufschliessungen sind aber technisch unbrauchbar, da die Aluminiumoxyd-Konzentration der erhaltenen Lösung auch in unserem besten Falle (Versuch 41) noch sehr gering ist ($1\cdot12\text{ gr } Al_2O_3$ pro 100 cm^3).

In der **II. Versuchsreihe** (Tab. X) wurde der Einfluss der Reaktionstemperatur bei der Aufschliessung von 20 gr Bauxit (welche Menge mehr «leichtlösliches» Aluminiumoxyd enthält, als wieviel die angewendete Säurelösung bei $100^\circ C$ gelöst halten kann) untersucht. Die Ergebnisse sind in der Fig. II veranschaulicht.

Die Werte: «Menge des reagierten Al_2O_3 » zeigen, dass die Umsetzung zwischen Aluminiumoxyd und Schwefligsäure (binnen vier Stunden) mit der Steigerung der Aufschliessungstemperatur stetig zunimmt. Die Werte: «Menge des gelösten Al_2O_3 » zeigen, dass bis cca $80^\circ C$ keine Hydrolyse eintritt, da bis $80^\circ C$ die gesamte reagierte Aluminiumoxyd-Menge in der Lösung verbleibt und keine basische Sulfitausscheidung stattfindet. Die beiden — bis $80^\circ C$ identischen — Kurven zeigen aber, dass unter $60^\circ C$ die Reaktionsgeschwindigkeit der Aufschliessung gering ist, da bei $60^\circ C$ binnen vier Stunden nur 24% des gesamten (nur 56% des «leichtlöslichen») Aluminiumoxydgehaltes aufgeschlossen und gelöst wird. Bei $20^\circ C$ sinkt sogar dieser Grad der Aufschliessung auf 5·3% (ca 13% des «Leichtlöslichen»).

Über $80^\circ C$ tritt aber die Hydrolyse stark ein. Von $80^\circ C$ bis $100^\circ C$ fällt die Menge des gelösten Al_2O_3 jäh und stark ab (von 33·3% auf 13·2% des gesamten Aluminiumoxydgehaltes), damit parallel tritt eine starke Sulfitausscheidung ein.

Die «Konzentration der Lösung»-Kurve spiegelt das Verhalten der «gelösten Al_2O_3 -Mengenwerte» wieder. Bis $80^\circ C$ steigt die Konzentration mit der Temperatur und mit der «Menge des reagierten Al_2O_3 ». Über $80^\circ C$ sinkt die Konzentration — da ein Anteil des schon gelösten Aluminiumoxydes infolge Hydrolyse als

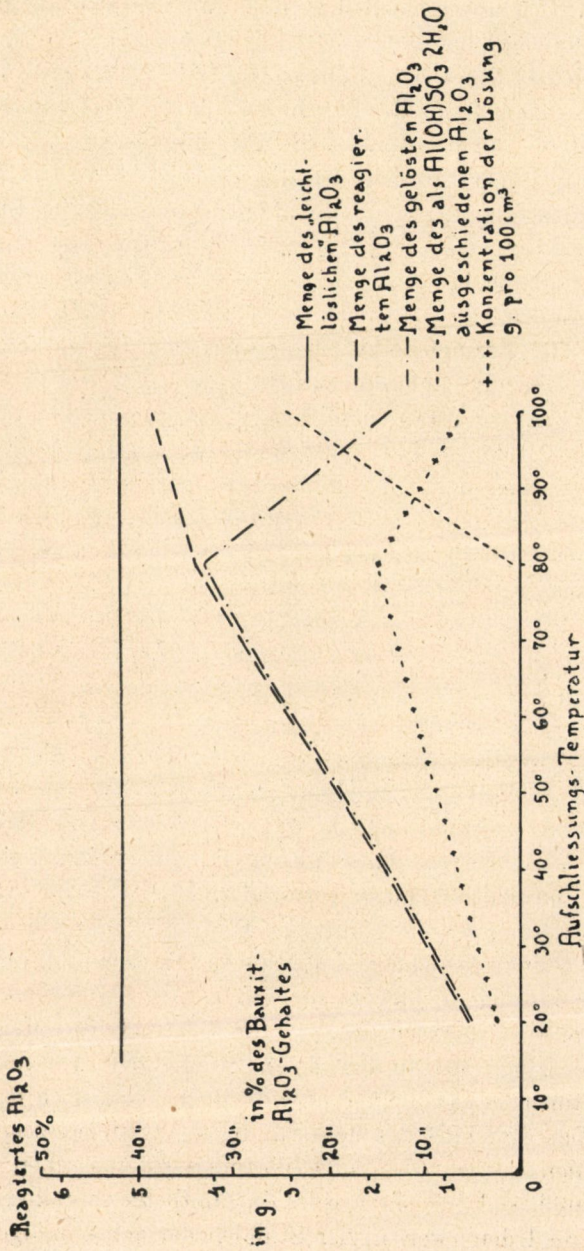


Fig. II.

$Al(OH)SO_3 \cdot 2H_2O$ ausgeschieden wird — jäh von 1·86 auf 0·74 gr Al_2O_3 pro 100 cm³ herab.

Der «leichtlösliche» Aluminiumoxydgehalt der Bauxite verhält sich folglich — auch was ihr Benehmen mit der Temperaturänderung anbelangt — dem chem. reinen Aluminiumhydroxyd ähnlich.

Aus praktischer Hinsicht ist die wichtigste Wahrnehmung, dass die Höchstkonzentration der Lösung binnen vier Stunden bei einer Reaktionstemperatur *unter* 100° C erreicht werden kann; in unserem Falle bei cca 80° C. Diese Höchstkonzentration ist aber für technische Zwecke auch noch gering: 1·86 gr Al_2O_3 pro Liter.

In der **III. Versuchsreihe** (Tab. X) wurde die zeitliche Einstellung des Hydrolysegleichgewichtes untersucht. Die Ergebnisse sind in der Fig. III veranschaulicht.

Die Werte: «Menge des reagierten Al_2O_3 » zeigen, dass die Reaktion sich zwischen dem Aluminiumoxyd und der Schwefligsäure (das Lösen des Bauxites) relativ *rasch* vollzieht. In einer Stunde hat sich schon cca 70 % des «leichtlöslichen» Aluminiumoxydes umgesetzt. In vier Stunden hat die Gesamtreaktion («Menge des reagierten Al_2O_3 ») ihren Höchstwert erreicht. Die Daten: «Mengen des gelösten Al_2O_3 » und des «als $Al(OH)SO_3 \cdot 2H_2O$ ausgeschiedenen Al_2O_3 » zeigen aber, dass die Hydrolyse-Reaktion relative *langsam* verläuft.

Bei einstündiger Aufschliessung ist noch fast die gesamte «reagierte Al_2O_3 -Menge» — in einer, als «übersättigt» anzusehenden Konzentration — in Lösung, da die relativ langsame Hydrolyse die «Menge des gelösten Al_2O_3 » durch die Ausscheidung des bas. Sulfites nur in geringem Maasse vermindern konnte. In der 2. Stunde der Aufschliessung schreitet aber die Hydrolyse mächtig vor und infolgedessen sinkt die «Menge des gelösten Al_2O_3 » und die Konzentration der Lösung — obwohl die «Menge des reagierten Al_2O_3 » noch zunimmt — beträchtlich, wodurch freilich die Menge des bas. Sulfites zunimmt. In der 3—4. Stunde der Aufschliessung schreiten sämtliche parallel verlaufende Reaktionen noch beträchtlich vor. Das Ergebnis des achtstündigen Versuches zeigt aber, dass das Gleichgewicht des Aufschliessungssystems schon in vier Stunden annähernd erreicht wurde, da sämtliche charakteristische Daten während den zweiten vier Stunden der achtstündigen Auf-

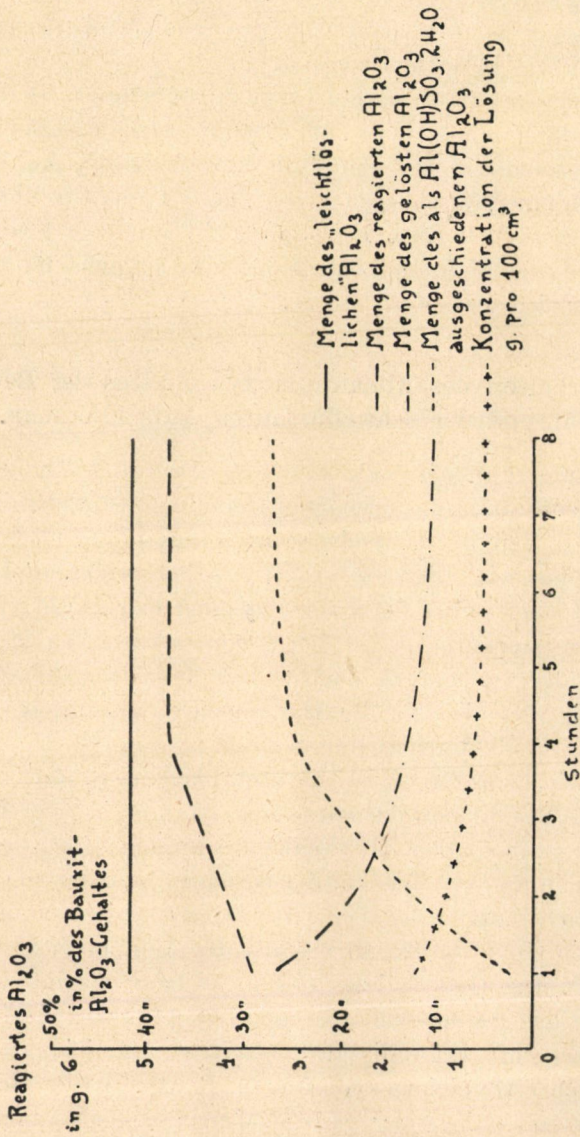


Fig. III.

schliessung sich kaum mehr ändern. Die Daten der achtstündigen Aufschliessung können als Daten des schon völlig eingestellten Gleichgewichtes betrachtet werden.

Was den praktischen Gesichtspunkt anbelangt, ist die wichtigste Wahrnehmung, dass bei 100° C verhältnismässig hohe Konzentrationen (in unserem Falle 1.52 gr Al_2O_3 pro 100 cm³) eben durch eine Aufschliessung von *kurzer* Dauer erreicht werden können. Aber auch diese Feststellung ist nur von theoretischer Interesse, da selbst diese erhöhte Konzentration einen für *technische* Zwecke zu niedrigen Wert besitzt.

m) Verhalten des Aluminiumoxydgehaltes der Bauxite während der schwefligsauren Aufschliessung.

Die aufgezählten Resultate unserer erwähnten Versuchsreihen erläutern vollständig das eigenartige Verhalten des Aluminiumoxydgehaltes der Bauxite während der schwefligsauren Aufschliessung!

Arbeiten wir mit stets gesättigten Schwefligsäure-Lösungen (in Anwesenheit eines Schwefeldioxydüberschusses) in einem geschlossenen Hochdruckgefäss bei Temperaturen von 20—100° C (wodurch der Innendruck auch bis zu 30 Atm. steigen kann), so wird die Aufschliessung des Aluminiumoxydgehaltes der Bauxite von folgenden Faktoren bedingt:

1. Wichtigster Faktor ist die Löslichkeit, d. h. Aufschliessbarkeit des Aluminiumoxydgehaltes der Bauxite in Schwefligsäure. Diese Aufschliessbarkeit (Löslichkeit: die Menge des «leichtlöslichen» Aluminiumoxydes) ist für den einzelnen Bauxitarten charakteristisch, nach Bauxitarten aber verschieden (bei den von uns untersuchten Bauxiten von cca 40 bis 70% des Aluminiumoxydgehaltes variierend). Die Grösse dieses «leichtlöslichen» Anteiles bestimmt die Menge des gesamten reagierbaren Aluminiumoxydes!

2. Das mit Schwefligsäure reagierte Aluminiumoxyd (der «leichtlösliche» Aluminiumoxydanteil der Bauxite) bleibt nicht unter allen Umständen in seiner ganzen Menge in der Lösung gelöst: es verhält sich, wie das chem. reine Aluminiumhydroxyd (siehe Kapitel k). Es hydrolysiert von der Reaktionstemperatur abhängig ebenfalls unter Bildung des $Al(OH)SO_3 \cdot 2H_2O$.

3. Die Hydrolysereaktion und dadurch die Aluminiumoxyd-Konzentration der erhältlichen Lösungen, wird von folgenden Umständen beeinflusst:

a) Der Grad der Hydrolyse nimmt mit der Steigerung der Aufschliessungstemperatur von 20—100° C allmählich zu. Jeder Temperatur entspricht eine mit der Steigerung der Temperatur abnehmende Gleichgewichts-Konzentration der Lösung an Aluminiumoxyd (d. h. an Aluminiumsulfid).

b) Ist in dem Reaktionsgemisch soviel *«leichtlösliches»* Aluminiumoxyd vorhanden, dass dessen Menge *gänzlich aufgelöst*, die der jeweiligen Temperatur entsprechenden Gleichgewichts-Konzentration *überschreiten würde*, so stellt sich in der Lösung — nach genügender Reaktionsdauer — das *Gleichgewicht* ein. In der Lösung bleibt *nur* die der Gleichgewichts-Konzentration entsprechende Aluminiumoxyd-Menge, das übrige aufgeschlossene Aluminiumoxyd gelangt als $Al(OH)SO_3 \cdot 2H_2O$ zu dem ungelösten Rückstand.

Ist dagegen die Menge des *leichtlöslichen* Aluminiumoxydes *geringer*, als diese Menge, welche die Lösung in der, der jeweiligen Temperatur entsprechenden Gleichgewichts-Konzentration gelöst halten kann, so findet *keine* Hydrolyse und *keine* basische Sulfitausscheidung statt.

c) Das Gleichgewicht der Hydrolyse — und damit das endgültige Gleichgewicht des ganzen heterogenen Reaktionsgemisches — stellt sich bei 100° C in 4—8 Stunden ein. Die Lösungsgeschwindigkeit des leichtlöslichen Aluminiumoxydanteiles der Bauxite ist bedeutend grösser, als die Geschwindigkeit der Hydrolyse. Ist die Aufschliessungsdauer kürzer als vier Stunden, so lassen sich auch konzentriertere, als *übersättigt* zu bezeichnende Lösungen erhalten. (Z. B.¹ bei Bauxit G. 1. Gleichgewichts-Konzentration bei 100° C nach achtstündiger Erhitzung cca 0.6 gr Al_2O_3 pro 100 cm³; Konzentration der Lösung bei einstündiger Erhitzung 1.52 gr Al_2O_3 pro 100 cm³.)

d) Der Eisenoxydgehalt der Bauxite wird in der schweflig-sauren Aufschliessung zu Ferrosalzen aufgeschlossen. Die Ferrosalze können die Hydrolyse des Aluminiumsulfites zurückdrängen,

¹ Vergl. Tab. X, Spalte 9.

wodurch die Konzentrationen der *Bauxitlösungen* höher sein können, als diejenigen, der unter sonst gleichen Versuchsbedingungen mit *chem. reinem Aluminiumhydroxyd* ausgeführten Versuche.

4. Da der «leichtlösliche» Aluminiumoxydgehalt unserer untersuchten Bauxite verschieden ist, da ferner auch ihre Eisenoxydgehalte variieren und da eben diese Faktoren — mit der Reaktionstemperatur und mit der Erhitzungsdauer im Zusammenhange — die Konzentration der erhältlichen Lösungen beeinträchtigen, sind wir naturgemäss nicht in der Lage *allgemeine optimale Versuchsbedingungen* anzugeben. Diese werden bei den *verschiedenen* Bauxitarten *verschieden* sein.

n) **Bewertung der Resultate der Aufschliessung (I. Phase des Verfahrens) aus technischen Gesichtspunkten.**

Die von uns erbrachte vollständige Klärung des gesamten — wie zu ersehen, ziemlich komplizierten — Reaktionsverlaufes der schwefligsauren Aufschliessungsmethode erschöpft das gestellte Problem *theoretisch* befriedigend!

Wenn in *praktischer Hinsicht* die eingangs beschriebenen Erwartungen sich nicht erfüllen, so liegt das einerseits in der Eigenart des untersuchten Reaktionsmechanismus, andererseits aber hauptsächlich in dem Verhalten der Bauxite. Wie wir sehen, reagiert bei weitem nicht die gesamte Menge des Aluminiumoxydhaltes *gleichmässig*. Dies bedingt daher schon von vornherein ein stark unvollständiges Aufschliessen, damit verbunden freilich eine ganz unvollständige Trennung des Bauxit-Aluminiumoxydhaltes von dem Eisenoxydgehalt der Bauxite.

Vergegenwärtigen wir uns ferner, dass diese Aufschliessung — eben bei den energischen Aufschluss fördernden höheren Temperaturen (80—100° C) — sogleich damit verbunden ist, dass selbst die in Lösung gekommene verhältnismässig kleine Menge des Aluminiumoxydes durch die Hydrolyse als Folgereaktion teils wieder in Form des basischen Sulfites *ausgeschieden* wird, — und sich dadurch zu der Menge des unaufgeschlossenen Bauxites gesellt — so wird uns die praktische Unbrauchbarkeit der schwefligsauren Methode klar.

Wir wären zwar in der Lage so zu arbeiten, dass diese Hydrolyse nicht stattfindet (niedrigere Temperatur und lange Aufschlussdauer) und so die Konzentration der Aufschlusslösung an Aluminiumoxyd sich *höher* einstellt; allein unter diesen Bedingungen wird auch nur maximal der leichtlösliche Anteil des Aluminiumoxydgehaltes der Bauxite (cca 40—70%) aufgeschlossen. Die Bilanz ist auch in diesem Falle ungünstig.

Es wäre noch der Weg zu diskutieren, ob die schweflige saure Aufschlussmethode sich nicht als *Veredelungsverfahren* (hochgradige Enteisung) der wohl eisenreichen ungarischen Rohbauxite in Betracht käme?

Es wären zwar Umstände denkbar (Versuch 7. der Tab. II, und Versuch 43. der Tab. X), unter welchen (in vier Stunden) 83—90 %-ige Enteisung ausgeführt werden könnte, bei gleichzeitiger minimaler Angriffsnahme des Aluminiumoxydgehaltes der Bauxite (4.6 und 7.2 % des gesamten Bauxit-Aluminiumoxydes in der Lösung).

Wäre durch diese Arbeitsweise auch eine weitgehende Enteisung der Rohbauxite möglich, so ist doch das Verfahren (ganz abgesehen von den schwer verwertbaren, in grossen Mengen bei dem Prozess abfallenden Ferrosulfat-Mengen) zu kompliziert, zu teuer und demzufolge unwirtschaftlich!

2.

II. und III. Phase des Verfahrens: Darstellung der Tonerde aus den, durch schweflige saure Aufschlussung der Bauxite erhaltenen Lösungen.

In der Einleitung unserer Arbeit betonten wir, dass die Darstellung der Tonerde mit dem schweflige sauren Aufschlussverfahren sich in drei Phasen gliedere:

I. Phase: Die Aufschlussung. Das Produkt der Aufschlussung ist eine Aluminium- und Ferrosulfit (+ Sulfat) enthaltende schweflige saure Lösung.¹

¹ Welche als Verunreinigungen noch Kieselsäure und Titandioxyd enthalten kann.

II. Phase: Auskochen der schwefligsauren Lösung unter Luftabschluss. Während des Auskochens entweicht das überschüssige Schwefeldioxyd und es kann zu der wiederholten Aufschliessung weiterer Bauxitmengen zurückgewonnen werden. Das Kochen zersetzt ferner das Aluminiumsulfid infolge der stattfindenden Hydrolyse und der Tonerdegehalt der Lösung wird unter Schwefeldioxydentwicklung in Form basischer Sulfite als Niederschlag ausgeschieden. Die nicht hydrolysierenden Ferrosalze bleiben in der Lösung.

III. Phase des Verfahrens: Abfiltrieren, Trocknen und Ausglühen des entstandenen Niederschlages. Während dem Glühen wird der basische Sulfidniederschlag zersetzt, Wasser und Schwefeldioxyd entweichen und Tonerde bleibt zurück.

Unsere bisherigen Versuche erstreckten sich nur auf die genaue Untersuchung der I. Phase des Verfahrens und ergaben als Resultat, dass das schwefligsaure Verfahren schon in der ersten Aufschliessungsphase den technisch-praktischen Anforderungen nicht entspricht, demzufolge dem *ganzen schwefligsauren Verfahren* — wenn auch die II. und III. Phase für sich technisch günstige Resultate liefern würden — *keine wesentliche technisch-wirtschaftliche Bedeutung zukommt.*

Vollständigkeits- und anschaulichkeitshalber beschreiben wir daher nur *kurz* unsere Versuche und Resultate die II. und III. Phase des Verfahrens betreffend.

Die II. Phase des Verfahrens — das Fällen des basischen Aluminiumsulfidniederschlages durch Auskochen der Lösung — ist für die technische Anwendbarkeit des ganzen Verfahrens — abgesehen von den nun schon bekannten ungünstigen Ergebnissen der I. Phase — auch von ausschlaggebender Bedeutung! Die Ausfällung des bas. Aluminiumsulfites geht glatt von statten. Die Ausfällung der Eisenverbindungen, die als Ferrosalze in der Aufschliessungslösung vorhanden sind — (wenn sie von der Wiederoxydation zu Ferrosalzen geeigneterweise geschützt werden!), — kann auch praktisch verhindert werden. Schwierigkeiten kann aber der Kieselsäure- und Titangehalt der Bauxite verursachen. Werden nämlich diese Verunreinigungen zuerst durch das Aufschliessen — ganz oder teilweise — in Lösung gebracht und dann durch das

Kochen dieser Lösung *mit der Tonerde* ausgefällt, so können diese den basischen Sulfitniederschlag derart verunreinigen, dass die daraus durch Glühen dargestellte Tonerde für feinere technische Zwecke — z. B. Aluminiumerzeugung — unbrauchbar wird. In diesem Falle müsste aber entweder — wenn möglich — die Ausfällung dieser Verunreinigungen verhindert werden, oder der ausgefällte Sulfitniederschlag, bzw. die daraus hergestellte Tonerde, nachträglich noch gereinigt werden. Alle diese Möglichkeiten würden aber das sonst einfache Verfahren nur umständlicher gestalten.

Wie diese Verunreinigungen in der II. Phase des Verfahrens *sich tatsächlich* benehmen, kann nur durch Versuche festgestellt werden! Zu der Klärung obiger Fragen führten wir folgende Versuche aus. Die Lösungen der in Tab. VI zusammengefassten Versuche wurden eingehend analysiert. Die II. Phase des Verfahrens — das Auskochen der Lösung — wurde derart ausgeführt, dass 100—100 cm³ der Lösungen in einem Kolben gegeben wurde und über der Lösung die Luft durch einen doppelt durchbohrten Stopfen mit Kohlendioxyd verdrängt wurde. In der so praktisch sauerstofffreien Atmosphäre wurden die Lösungen unter stetigem Kohlendioxyddurchleiten gekocht, bis kein Schwefeldioxyd mehr entwich. Der entstandene weisse Niederschlag wurde abfiltriert, bei 50° C getrocknet und ein Anteil dessen analysiert. Der übrige Anteil des getrockneten Niederschlages wurde bei cca 1000° C ausgeglüht und die gewonnene Tonerde wiederum analysiert.

Die Ergebnisse sind in der Tabelle XI zusammengefasst.

Die Ergebnisse zeigen deutlich, dass die II. Phase des Verfahrens in technisch-praktischer Hinsicht *auch keine befriedigende Resultate* ergibt! Bei der Aufschliessung gelangt *verhältnismässig viel* Kieselsäure und Titandioxyd in die Lösung und diese Verunreinigungen scheiden sich bei dem Kochen in ihrer Hauptmengen *mit* dem basischen Aluminiumsulfit aus. In der III. Phase des Verfahrens ändert sich die Menge dieser Verbindungen nicht, so dass die durch Glühen erhaltene Tonerde einen ziemlich hohen Kieselsäuregehalt (1.54—3.34 %) und Titandioxydgehalt (0.44—1.64 %) aufweist.

Die Trennung des Eisens ist zufriedenstellend.

Da schon die I. Phase des schwefligsauren Bauxitaufschlies-

Tabelle XI.

Zusammensetzung der Zwischenprodukte und des Endproduktes der schwefligsauren Bauxitaufschliessung.

Versuchsnummer	Bauxit-Sorte	Produkt der I. Phase des Verfahrens. Die auszukochende Lösung enthält gr/100 cm ³						Produkt der II. Phase des Verfahrens. Der durch Kochen ausgefällte Niederschlag enthält in %-en							Produkt der III. Phase des Verfahrens. Der ausgeglühte Nieder- schlag (Tonerde) enthält in %-en			
		Menge der Lsg. in cm ³	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	SiO ₂	TiO ₂	SO ₂	Menge in gr	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	SiO ₂	TiO ₂	SO ₂	H ₂ O	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	SiO ₂	TiO ₂
51.	E. 2.	200*	1·357	1·838	0·0367	0·0061	6·05	6·68	39·45	0·044	1·09	0·18	5·32	53·92	96·78	0·10	2·68	0·44
52.	G. 1.	100	1·048	0·487	0·0154	0·0043	11·42	2·03	47·34	1·09**	0·76	0·21	8·83	41·77	95·83	2·21**	1·54	0·43
53.	G. 2.	«	0·864	1·257	0·0288	0·0130	11·20	1·70	48·27	0·05	1·69	0·74	13·98	36·37	95·00	0·09	3·34	1·46
54.	G. 3.	«	1·276	1·170	0·0329	0·0210	11·96	2·60	47·49	0·04	1·07	0·80	10·86	39·74	96·18	0·08	2·12	1·62
55.	G. 4.	«	1·347	1·502	0·0312	0·0220	11·42	2·72	47·59	0·04	1·06	0·81	5·82	44·78	96·13	0·08	2·15	1·64
56.	G. 5.	«	1·384	1·463	0·0350	0·0180	10·49	2·78	48·78	0·34	1·24	0·64	10·44	38·60	95·66	0·68	2·43	1·25

* Vereinigte Lösung mehrerer Aufschliessungs-Versuche.

** Während des Auskochens ist diese Lösung mit Luft (Sauerstoff) in Berührung gekommen, wodurch die Ferrosalze teils zu hydrolysierende Ferri-Salze oxydiert wurden.

sungsverfahren keine technisch verwertbare Resultate ergab, unterliessen wir im weiteren die genauere Untersuchung der Bedingungen, unter denen die Trennung der Kieselsäure und des Titan-dioxides von der Tonerde eventuell möglich wäre und so in der III. Phase des Verfahrens eine reinere Tonerde dargestellt werden könnte.

III. ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE.

Aus schwefligsauren Aluminiumsulfit-Lösungen scheidet sich bei dem Kochen infolge einer Hydrolyse der Tonerdegehalt in Form basischer Sulfitverbindungen beinahe quantitative aus. Dieser Niederschlag wird durch Glühen zersetzt und Tonerde bleibt zurück. Werden Bauxite mit Schwefligsäure aufgeschlossen, so ermöglicht diese Reaktion die Abscheidung und Trennung der gelösten Tonerdemengen von den Eisenverbindungen des Bauxites, da die Schwefligsäure den Eisenoxydgehalt der Bauxite zu nicht hydrolysierenden Ferrosalzen auflöst und reduziert. Durch dieses Verfahren könnte folglich aus Bauxiten mit schwefligsaurer Aufschliessung Tonerde einfacherweise dargestellt werden.

Um die Verwendbarkeit dieses Verfahrenplans zu prüfen, musste die schwefligsaure Aufschliessung der Bauxite genauer untersucht werden.

1. Untersucht wurden sieben verschiedene ungarische Bauxitarten unter folgenden Versuchsbedingungen: Die Aufschliessung erfolgte in einer geschlossenen Hochdruckbombe. Die Schwefligsäure war stets gesättigt (bei einem bedeutenden Überschuss an Schwefeldioxyd). Erhitzungstemperatur 20—120° C, Erhitzungsdauer 1—10 Stunden.

2. Die Aufschliessung lieferte im Allgemeinen keine praktisch verwertbaren Resultate. Die Aluminiumoxyd-Konzentration der erhaltenen Lösungen blieb in allen Fällen unter 2 %. Die Ausbeute an ausgelöstem Aluminiumoxyd betrug nach Bauxitarten variierend cca 40—70 %. Der Eisenoxydgehalt der Bauxite wurde praktisch quantitative (bis zu 95 %) leicht ausgelöst.

3. Die erhaltenen niedrigen Aufschliessungsergebnisse sind durch zwei Umstände verursacht.

a) Ein Anteil (cca 60—30%) des Aluminiumoxydgehaltes der Bauxite ist mit Schwefligsäure *nur sehr schwer* aufzuschliessen. *Dieser Umstand verursacht die unbefriedigenden Aluminiumoxyd-ausbeuten.*

b) In den entstehenden Aluminiumsulfit-Lösungen tritt — trotz des anwesenden grossen Schwefeldioxydüberschusses — eine mit der Steigerung der Temperatur allmählich stärker werdende *Hydrolyse* ein. Das Produkt der Hydrolyse ist das schwerlösliche $Al(OH)SO_3 \cdot 2H_2O$. Jeder Temperatur entspricht ein Gleichgewicht der Hydrolyse und eine dazu gehörige Aluminiumsulfit (d. h. Aluminiumoxyd)-Konzentration der Lösung.

Ist die Menge des in das Reaktionsgemisch eingetragenen *leichtlöslichen* Bauxit-Aluminiumoxydes *grösser*, als welche die Lösung in der der jeweiligen Temperatur entsprechenden Gleichgewichts-Konzentration gelöst halten kann, so reagiert zwar das gesamte «leichtlösliche» Aluminiumoxyd mit der Schwefligsäure; in der Lösung verbleibt aber nur die der Gleichgewichts-Konzentration entsprechende Aluminiumoxyd-Menge. Die Differenz wird als einfach basisches Aluminiumsulfit ausgeschieden (und gesellt sich so zu der unaufgeschlossenen Bauxitmenge). *Dieser Umstand wirkt hauptsächlich auf die Konzentration der erhaltenen Lösungen regelnd ein.*

4. Der Kieselsäure- und Titandioxydgehalt der Bauxite wird von der Schwefligsäure auch in einem beträchtlichen Grade aufgeschlossen. Diese gelösten Verunreinigungen scheiden sich bei dem Auskochen der Aufschliessungs-Lösungen mit dem basischen Sulfitniederschlag aus, so dass die aus diesem Niederschlag durch Glühen dargestellte Tonerde mit Kiesel- und Titansäure stark verunreinigt ist.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 19. März 1934.)

BAUXITOK KÉNESSAVAS FELTÁRÁSA ALUMINIUMOXID ELŐÁLLÍTÁSA CÉLJÁBÓL.

PUTNOKY LÁSZLÓ és BOBEST BÉLÁ-tól.

Kénessavas aluminiumszulfitoldatok forralásakor azok aluminiiumoxidtartalma hidrolízis következtében bázikus szulfítvegyületek alakjában közel mennyiségileg kiválik. A nyert csapadék izzításakor elbomlik és aluminiiumoxiddá alakul.

Ez a reakció lehetővé teszi, hogy a bauxitok kénessavas feltárásával nyert oldatok aluminiiumoxidtartalmát csapadék alakjában leválasszuk és elkülönítsük a bauxitok vasoxidtartalmától; a kénessav ugyanis a bauxitok vasvegyületeit nem hidrolizáló ferrosókká oldja és redukálja.

Bauxitok kénessavas feltárásával tehát elvileg egyszerű módon lehetne aluminiiumoxidot előállítani.

Hogy ennek az eljárástervnek gyakorlati használhatóságát megvizsgáljuk, először módszerünk első lépését, a bauxitok kénessavas feltárását tettük tüzetes vizsgálat tárgyává.

1. Hét különböző magyar bauxitfajtát vizsgáltunk meg a következő feltárási körülmények mellett: a feltárást egy magas nyomású zárt acélbombában végeztük, állandóan telített kénessav-oldatokkal (főlős kéndioxid jelenlétében). A hevítés hőfoka 20° és 120° , időtartama pedig 1—10 óra között váltakozott.

2. A feltárások általában gyakorlati céloknak meg nem felelő eredményeket szolgáltatottak. A nyert oldatok aluminiiumoxid-koncentrációja minden esetben 2 % alatt maradt. A különböző bauxitok összes aluminiiumoxidtartalmának, bauxitonként változóan, csak 40—70 %-a volt kioldható. A bauxitok vasoxid-tartalma közel mennyiségileg (95 %-ig) és könnyen kioldódott.

3. Az elégtelen feltárási eredményeknek két körülmény volt az okozója:

a) A bauxitok alumíniumoxidtartalmának egy része (30—60%) kénessavval csak igen *nehezen* tárható fel. *Ez a körülmény okozza az alumíniumoxidtartalom alacsony kihasználhatóságát.*

b) A feltáráskor keletkező alumíniumszulfidoldatokban — a jelenlevő nagy kéndioxidfelesleg dacára — hidrolízis áll be, melynek erőssége a hőmérséklet emelésével nő. A hidrolízis terméke a nehezen oldható $Al(OH)SO_3 \cdot 2H_2O$ vegyület. Minden hőmérsékletnek egy hidrolitikus egyensúlyi helyzet s egy ennek megfelelő alumíniumszulfid (azaz alumíniumoxid)-töménység felel meg.

Ha a reakciókeverékbe adagolt könnyen oldható bauxit-alumíniumoxidnak mennyisége *nagyobb*, mint amennyit az oldat egy adott hőfokon a megfelelő egyensúlyi töménységben oldani képes, akkor az összes könnyen oldható alumíniumoxid reagálhat ugyan a kénessavval, de az oldatban csak az egyensúlyi töménységnek megfelelő mennyiség marad oldva; a többi, mint egyszer bázikus alumíniumszulfid, csapadék alakjában kiválik s így a feltáratlan bauxitmennyiséghez kerül. *Ez a körülmény szabályozza főleg a feltárással nyert oldatok alumíniumoxid töménységét.*

4. A kénessav a bauxitok kovasav- és titándioxidtartalmának tekintélyes részét szintén feloldja. Ezek a vegyületek az oldatok alumíniumoxidtartalmának forralással történő kicsapásakor szintén kiválnak s a bázikus szulfidcsapadékot annyira szennyezik, hogy a csapadék izzításával nyert alumíniumoxid *magas* kovasav- és titándioxidtartalmú.

Ez a tanulmány a kísérleti berendezést illetően az Országos Természettudományi Alap, egyebekben pedig a Széchenyi Tudományos Társaság anyagi támogatásával a Kir. József-Műegyetem anorganikus kémiai laboratóriumában készült.

VIZSGÁLATOK AZ OVALBUMIN TIROZIN- KÖTŐKÉPESSÉGÉRŐL.¹

GRÓH GYULA I. tagtól.

KERESZTES ZSUZSÁNNA kísérletei alapján.

I. Azóta, hogy BUGARSZKY és LIEBERMANN 1898-ban közölt alapvető kísérleteikkel a fehérjék sav- és báziskötő-képességét kimutatták, ez a probléma igen sok szerzőt foglalkoztatott. Mérték a fehérjék sav-, bázis- és általában ion-kötőképességét a legkülönbözőbb feltételek mellett, különböző savak, bázisok és sók felhasználásával. Találunk adatokat a fehérjék histamin- és adrenalin-kötőképességéről,² a kazein nikotinkötőképességéről,³ stb. Szinte különösnek mondható evvel szemben, hogy — tudtommal — egyetlen szerző sem foglalkozott a fehérjék aminosavmegkötőképességével. Ez a gondolat u. i. kézenfekvő, ha meggondoljuk, hogy lényegileg maga a fehérjemolekula sem egyéb, mint igen nagy aminosavmolekula és így eleve várható, hogy az aminosavak nem lesznek hatás nélkül a fehérjére.⁴

II. Kezdeményezésemre KERESZTES ZSUZSÁNNA az ovalbumin tirozinkötőképességét vizsgálta. Az ovalbumin különösen alkalmasnak látszott erre a célra, mert különböző p_H -értékek mellett is jól oldódó, stabil, tisztán előállítható fehérje, mely THE SVEDBERG szerint homodiszperz, molekulásúlya 34400.⁵ A tirozint viszont

¹ A m. kir. Állatorvosi Főiskola kémiai intézetében készült dolgozat.

² GERHARD BÜTTNER, Bioch. Z. **258**, 401. 1933.

³ I. S. JAITSCHNIKOW, u. ott, **259**, 381. 1933.

⁴ Az aminosavak kölcsönhatásáról I. M. FRANKEL munkáját, Bioch. Z. **242**, 67. 1931.

⁵ Koll. Zeitschr. **53**, 10. 1930.

azért választottuk az aminosavak közül, mert ennek koncentrációját még aránylag igen kicsiny koncentrációk esetén is pontosan meg lehet határozni.

Az ovalbumin előállítására HANS JESSEN HANSEN útmutatása szerint¹ történt, lényegileg úgy, hogy a tojásfehérjéből egyenlő térfogatú telített ammoniumszulfátoldattal leválasztottuk a globulint s a szűrletből újabb telített ammoniumszulfátoldat és híg kénsav hozzáadásával kristályosan választottuk ki az albumint. Utóbbit háromszor átkristályosítottuk, dializáltuk, majd elektrodialízissel az elektrolit utolsó nyomaitól is megtisztítottuk.

A szóba kerülő tirozinoldatok koncentrációját koloriméterrel mértük oly módon, hogy a FOLIN- és MARENZI-féle színreakciót² ismert koncentrációjú tirozinoldatok hasonló feltételek mellett előállított színreakciójával összehasonlítottuk.

III. A kísérletek véghezvitele oly módon történt, hogy ovalbuminoldatainkhoz ismert mennyiségű tirozint adtunk, az oldatelegyet ultraszűrtek és a nyert fehérjementes szűrletben a tirozin koncentrációját koloriméterrel meghatároztuk. A szűrletben a tirozinkoncentráció természetesen kisebb volt, mint a szűrésre felhasznált oldatban. Ebből a koncentrációkülönbségből kiadódott a fehérje által megkötött tirozin mennyisége.

Az ultraszűrésnek alávetett oldataink 100 cm³-ere mindenkor 1 g ovalbumint és változó mennyiségű tirozint tartalmazott. Ezek az oldatok azonban ezenfelül pufferoldatot is tartalmaztak, melyekkel különböző p_H -értékekre állítottuk be oldatainkat. És pedig mérésorozatot végeztünk 4·7 p_H -értéknél (az ovalbumin izoelektromos pontja), továbbá 3·8, 8·2 és 9·8 p_H -nál. A 4·7, illetőleg 3·8 p_H elérése céljából a fentemlített oldatok 100 cm³-e 10 cm³ 1 : 1, illetőleg 16 : 1 arányú ecetsav-nátriumacetátoldatot tartalmazott (0·5 n ecetsavoldatból és ugyanilyen nátriumacetátoldatból előállítva). A 8·2 p_H -t azáltal értük el, hogy 100 cm³ oldat 10 cm³ 3 : 1 arányú nátriumborát-sósavelegyet tartalmazott. Végül a 9·8 p_H elérése céljából 100 cm³ oldatban 25 cm³ 1 : 1 arányú nátriumborát-nátriumhidroxid-elegy foglaltatott. (A borátpufferekhez használt

¹ ABDERHALDEN: Hdbuch d. biol. Arbeitsmeth. Teil 8, Abteil. I.

² J. biol. Chem. 83, 89. 1929.

oldatok 0·1 *n* töménységűek voltak.) Savanyúbb oldatokon nem végezhattünk kísérleteket, mert ezek az ultraszűrő belsejének ön-bevonatát megtámadták volna. Lugosabb oldatokat pedig az ultraszűrő membránja nem viselt el.

Az ultraszűrés véghezvitelére elektromágneses kéverővel ellátott szűrőberendezés szolgált, mely 125 atmoszféráig terjedő nyomásra van berendezve. A nyomást nitrogéntartály szolgáltatta. A szűrőmembránokat a göttingai Membranfilter-Gesellschaft szállí-

I. táblázat.		II. táblázat.		III. táblázat.	
1 g ovalbumin által megkötött tirozin					
$p_H = 4\cdot7$		$p_H = 3\cdot8$		$p_H = 8\cdot2$	
Tirozin-koncentráció mg/100 cm ³	Kötés mg-ban	Tirozin-koncentráció mg/100 cm ³	Kötés mg-ban	Tirozin-koncentráció mg/100 cm ³	Kötés mg-ban
5	0·91	4	0·61	4	0·61
5	0·87	4	0·60	4	0·67
6	0·99	9	1·11	7	0·89
7	0·94	9	1·15	7	0·98
7	0·96	10	1·20	10	1·15
8	0·99	10	1·17	10	1·17
8	1·02	10	1·13	10	1·17
10	1·13	11	1·04	13	1·33
10	1·13	11	1·17	13	1·44
10	1·29	13	2·17	15	2·17
12	1·45	13	2·02	15	2·45
12	1·67	16	2·70	17	2·94
14	2·06	16	2·76	17	2·95
14	2·17	18	3·67	20	4·16
15	3·03	18	3·40	20	3·86
15	2·74	20	3·84	25	4·91
20	3·93	20	3·88	25	4·75
20	3·90	30	5·43	30	5·41
22	4·61	30	5·46	30	5·60
22	4·70				
25	4·95				
25	5·03				

totta, (Eiweissdicht, Kongorotdicht jelzésű membránok.) A szűrlet első cm³-erét elvetettük, mert ebbe belejutott a szűrőmembrán nedvessége. A membránokat u. i. mindenkor folyadékban kell eltartani és nedvesen kell a készülékbe helyezni. A szűrőbe helyezett folyadéknak (rendszerint 100 cm³) legfeljebb $\frac{1}{5}$ -részét szűrtük ki, hogy a szűrőbe helyezett oldatban kialakult egyensúlyt lényegesen meg ne bolygassuk. A szűrés mintegy 1 óráig tartott.

Mindenkor ellenőriztük, hogy a szűrlet valóban fehérjementes-e. Meggyőződünk arról is, hogy maga a szűrőmembrán nem tart vissza észrevehető mennyiségű tirozint.

IV. A mérések eredményeit az I., II., III. és IV. táblázat, továbbá az ezekhez tartozó 1—4. ábra tünteti fel. Az ábrák abszcisszáján a szűrésnek alávetett oldat tirozinkoncentrációja van feltüntetve milligramm/100 cm³ egységekben, az ordinátákon pedig az 1 g fehérje által megkötött tirozin mennyisége szerepel milligrammokban.

IV. táblázat.

1 g ovalbumin által megkötött tirozin					
p _H = 9·8					
Tirozin-koncentráció mg/100 cm ³	Kötés mg-ban	Tirozin-koncentráció mg/100 cm ³	Kötés mg-ban	Tirozin-koncentráció mg/100 cm ³	Kötés mg-ban
4	1·31	18	5·28	35	10·74
4	1·26	18	5·29	35	11·09
6	1·73	20	5·55	36	10·80
6	1·76	20	5·55	36	10·81
8	2·22	21	5·55	37	12·41
8	2·08	21	5·57	37	12·49
10	2·18	22	6·44	40	13·39
10	2·40	22	6·56	40	14·03
11	2·17	25	7·91	50	15·61
11	2·31	25	7·55	50	16·12
12	4·02	30	9·96	60	17·51
12	4·12	30	9·38	60	17·23
15	5·22	33	10·42	60	17·16
15	5·00	33	10·26		

Az első három kísérletsor (I—III. táblázat, illetőleg 1—3. ábra) adatai nagyon közel állanak egymáshoz. A szürendő oldat tirozinkoncentrációját emelve a tirozinkötés határértéket ér el, a görbe vízszintessé válik, azonban egy meghatározott ponttól fogva ismét hirtelen, ugrásszerűen emelkedik a tirozinkötés és új határérték felé látszik konvergálni. Ezt az új határértéket az első három kísérletsornál nem sikerült elérni, mert a tirozin 3·8, 4·7, illetőleg 8·2 p_H -ju közegben nem oldódik kellő mértékben.

9·8 p_H -nál a tirozin oldékonysága jelentékenyen nagyobb. Az ilyen közegben nyert kísérleti adatokat (IV. táblázat, 4. ábra) vizsgálva, a görbén három törési pontot találunk. A görbe negyedik szakaszában a határérték már nem volt elérhető.

V. Külön kísérletekkel meggyőződünk arról, hogy az ovalbumin tirozinkötése reverzibilis. Ezekről a kísérletekről az V. táblázat nyújt felvilágosítást. Az itt közölt 1. és 2. mérés lefolyása

V. táblázat.

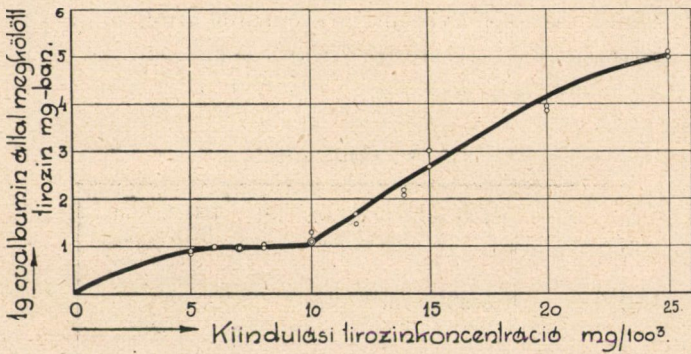
	100 cm ³ oldatban volt a szűrés előtt		100 cm ³ oldatban foglalt megkötött tirozin mennyisége mg
	ovalbumin g	tirozin mg	
1. mérés	1·00	21·0	5·55
	1·00	21·0	5·57
2. mérés	0·50	10·5	1·85
	0·50	10·5	1·85
3. mérés	0·50	10·5	1·83
	0·50	10·5	1·81

olyan volt, mint az előző kísérletekben. A 3. mérés pedig úgy történt, hogy egy ugyanolyan oldatelegyet állítottunk elő, mint amilyent az 1. méréshez használtunk, ezt az oldatot azonban a szűrés előtt kétszeres térfogatra hígítottuk fel. Ennek a mérésnek az eredménye megegyezik a 2. mérés eredményével, ami világosan mutatja, hogy az ovalbumin a tirozint reverzibilisen köti.

Azt is megvizsgáltuk, hogy akkor, midőn az ovalbumin a tirozint megköti, nem szorít-e ki egyúttal egy más aminosavat a

fehérjéből. Ennek megállapítása céljából meghatároztuk egy ultra-szűrlet tirozintartalmát a szokásos kolorimetriás módszerrel, majd pedig ugyanezen szűrlet nitrogéntartalmát is megmértük a mikro-Kjeldahl-féle eljárással. Az utóbbi úton kapott nitrogénmennyiség pontosan megfelelt a koloriméteres úton megállapított tirozin nitrogéntartalmának, ami azt mutatja, hogy a szűrlet nem tartalmazott más aminosavat, mint tirozint.

Végül megemlítjük, hogy ovalbuminon kívül a kazein tirozinkötőképességét is vizsgáltuk. Ezeknél a vizsgálatoknál azonban a tirozinkötőképességre nézve nem sikerült reprodukálható értékeket kapnunk. Egészen azonos feltételek mellett többször megismételve

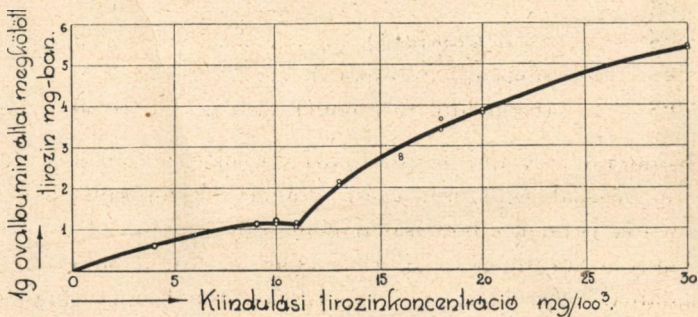


1. ábra.

egyugyanazt a kísérletet, a kísérleti hibákon messze túlmenő eltéréseket kaptunk. A nyert eredményeket ebből az okból kifolyólag nem is közöljük. Az eltérések okát nyilván a kazein inhomogenitásában kell keresnünk. (Lásd erről a közeljövőben megjelenendő dolgozatunkat.)

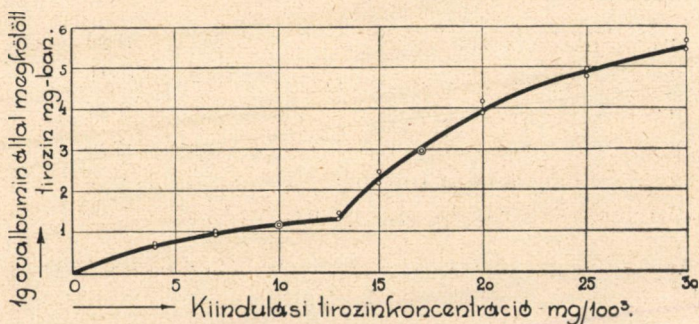
VI. Kvalitatív értelemben az ovalbumin tirozinkötésének ugrásszerű lefolyását olyan só kristályvízkötéséhez hasonlíthatjuk, amely többféle hidrátot (mondjuk: mono-, di-, tri-, stb. hidrátot) képes alkotni. Ha vákuumba ilyen só meghatározott mennyiségét tesszük és a kérdéses térben a vízgőz mennyiségét fokozzuk, hasonlóan cselekszünk, mint amidón az ovalbuminoldatban a tirozinkoncentrációt növeltük. A vízmentes só mindaddig nem vesz fel vizet, míg a vízgőz tenziója nem növekszik akkorára, mint a mono-

hidrát tenziója. Innen kezdve a kérdéses térbe bocsátott vízgőz mennyiségét fokozva, a só vizet vesz fel addig, míg az egész tömeg monohidrattá alakul. (Közben a tenzió nem növekszik.) A víz mennyiségének további fokozása nem növeli a megkötött víz



2. ábra.

mennyiségét, míg el nem értük a dihidrát tenzióját. Olyan diagramm, melynek abszcisszájára a bebocsátott víz mennyiségét, ordinátájára pedig a só által megkötött víz mennyiségét visszük fel, lényegileg hasonló lesz a mi 4. ábránkhöz. Egy ilyen «görbe» azonban egyenes



3. ábra.

vonalakból adódik össze. Emelkedő ferde egyenesek felelnek meg a vízkötésnek, vízszintes egyenesek pedig azoknak a helyzeteknek, midőn a vízgőz tenziója a legközelebbi kristályhidrát tenziójáig emelkedik.

Ha mennyiségileg vizsgáljuk az 1 g ovalbumin által a görbék

törési pontjainál megkötött tirozin-mennyiségeket, a következő eredményre jutunk :

4·7 p_H -nál	.....	1·1 mg
3·8 «	.....	1·1 «
8·2 «	.....	1·4 «
9·8 «	(első töréspont)	2·25 «
9·8 «	(második töréspont)	5·50 «
9·8 «	(harmadik töréspont)	10·80 «

Könnyű észrevenni, hogy a fenti számok közel állanak ahhoz, hogy egymásnak egyszerű, egész számú sokszorosaiul legyenek tekinthetők. (Ennek elbírálásánál nem szabad szem elől téveszteni, hogy milyen körülményes kísérleti eljárás útján adódtak a fenti szám adatok, melyekhez a dolog természetéből kifolyólag többszörösen összetevődő kísérleti hibák tapadnak.) Kísérleteink szerint tehát úgy látszik, hogy az ovalbumin stöchiometriai arányok szerint kapcsolódik a tirozinnal.

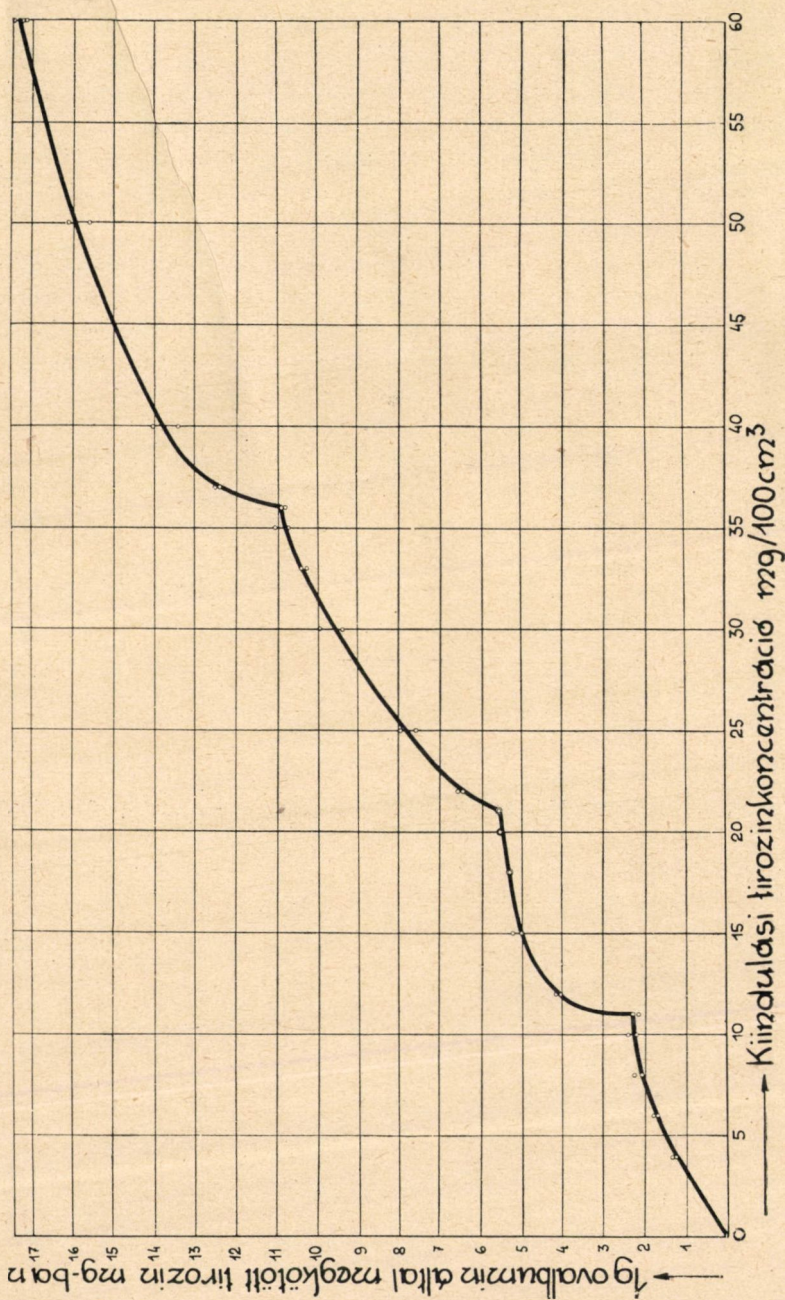
Ha abból indulunk ki, hogy az ovalbumin molekulásúlya 34500 és a fenti adatokból kiszámítjuk, hogy 1 mól fehérje hány mól tirozinnal egyesül (a görbék töréspontjainak megfelelő helyeken), az eredmény a következő :

4·7 p_H -nál	.....	0·21 mól
3·8 «	.....	0·21 «
8·2 «	.....	0·27 «
9·8 «	(első töréspont)	0·43 «
9·8 «	(második töréspont)	1·05 «
9·8 «	(harmadik töréspont)	2·06 «

Az első négy adatot természetesen nehéz összeegyeztetni az ovalbumin fent megadott molekulásúlyával.

Könnyen elgondolható, hogy a fehérjék természetes szintézisének is szerepet játszik az egyes aminosavaknak ilyen ugrásszerű megkötődése, melyet azután az illető, egyelőre lazán kötött aminosavnak a fehérjemolekulába való teljes bekebelezése követ. Ezt a feltevést látszik támogatni a következő néhány tapasztalatunk :

Sikerült a búzagliadint és a tehénkazeint két-két komponens-fehérjére elkülönítenünk és az egyes komponenseket tisztán elő-



4. ábrna.

állítanunk. A gliadin egyik komponense 1·78, másika pedig 3·83 % tirozint tartalmaz. Viszont a kazein egy 3·9 és egy 7·8 % tirozint tartalmazó komponensből tevődik össze. Első számpárunk aránya 1 : 1·95, második számpárunké pedig 1 : 2·0. A kazein most említett két komponensfehérjéjének triptofántartalma 1·08, illetőleg 1·58 %. E számok viszonya : 2 : 2·92. Tehát csekély lekerekítéssel itt is egyszerű egész számokkal van dolgunk.

Lehetséges, hogy ez a néhány magában álló eset talán véletlen szüleménye. Mégis érdemesnek látszanak a fenti jelenségek arra, hogy továbbra is figyelemmel kísérjük őket. Kísérleteinket folytatni fogjuk.

*

A fenti vizsgálatok kivételénél használt eszközöket az *Orsz. Természettudományi Tanács* és a *Széchenyi Tudományos Társaság* anyagi támogatásával szereztük be, miért is köszönettel adózunk.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1934. márc. 19-én tartott üléséből.)

UNTERSUCHUNGEN ÜBER DIE TYROSINBINDUNG DES OVALBUMINS.

Von J. GRÓH, k. Mitglied der Akademie,
nach Versuchen von ZS. KERESZTES.

Es wurden wässrige Lösungen von Ovalbumin, welchen in bekannten Konzentrationen reines Tyrosin zugegeben wurde, ultrafiltriert und die Konzentration des Tyrosins in den eiweissfreien Ultrafiltraten bestimmt. Diese Konzentrationen waren stets kleiner, als die anfängliche Tyrosinkonzentrationen der Eiweisslösungen, was so viel bedeutet, dass eine gewisse Menge des Tyrosins durch das Ovalbumin gebunden wird. Die Resultate sind durch die Kurven 1—4 wiedergegeben, welche bei verschiedenen p_H -Werten aufgenommen worden sind. Die Abscissen bedeuten die anfängliche Tyrosinkonzentrationen der filtrierten Flüssigkeiten in Milligramm/100 cm³ Einheiten, die Ordinaten aber die durch 1 g Ovalbumin gebundenen Mengen von Tyrosin in Milligrammen. Es ist aus den Kurven zu ersehen, dass das Tyrosin nicht kontinuierlich, sondern sprungweise durch das Ovalbumin aufgenommen wird.

Diese Arbeit wird in vollem Umfange auch in einer deutschen Zeitschrift erscheinen.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie
der Wissenschaften vom 19. März 1934.)

VIZSGÁLATOK A KAZEIN INHOMOGENITÁSÁRÓL. II.¹

A kazein frakcionálása.

GRÓH GYULA I. tagtól.

Kardos Ernő, Dénes Klára és Serényi Viola kísérletei alapján.

Ugyanilyen cím alatt megjelent első közleményünkben² röviden összefoglaltuk a kazein inhomogenitásáról szóló irodalmat. Azóta még egy ilyen irányú közlemény jelent meg E. CHERBULIEZ és FR. MEYER részéről.³ Ezek a kutatók négy frakcióra bontják a kazeint a következőképpen: A kazeint híg lúgban oldják és ammóniumklorid jelenlétében savval leválasztják az első frakciót (α_1). Az anyalúgból kb. $\frac{1}{5}$ térfogat acetonnal leválik a második frakció (α_2). A szűrletet ismét megsavanyítják, amikor is harmadik frakciójuk válik le (γ). Végül az utolsót frakciót (δ) a szűrletből sok aceton hozzáadásával választják ki. A négy frakció kén-, foszfor- és triptofántartalmában, nemkülönböztetve ammonianitrogén- és arginin-nitrogén-tartalmában igen lényeges eltéréseket találnak.

Az irodalmi adatok szerint a kazein-probléma állása a következő: Kétségtelen az, hogy a kazein legalább is két fehérje-komponensből áll, melyek ú. n. koprecipitációs rendszert képeznek (SÖRENSEN). Ami annyit jelent, hogy a kazein alkatrészei a szokásos, savval való átcsapásnál együttesen válnak le. Vagyis ilyen úton az egyes komponensek nem különíthetők el egymástól. Az is kétségtelen, hogy a kazein egyik alkatrésze az OSBORNE—WAKEMAN-

¹ Közlemény a m. kir. Állatorvosi Főiskola kémiai intézetéből.

² GRÓH GYULA és FALTIN ERNŐ, Math. Term. Ért. 50, 457 (1933).

³ Helvet. Chim. Acta, 16, 600 (1933).

féle fehérje, melyet az jellemez, hogy 60—70 %-os alkoholban oldódik, és hogy magához a kazeinhez képest alacsony a tirozintartalma és magas a forgatóképessége. Ezt a fehérjét OSBORNE és WAKEMAN és az ő nyomukban GRÓH és FALTIN is (l. c.) előállították. Az eredeti OSBORNE—WAKEMAN-féle módszerrel csak igen csekély mennyiségű (mintegy 0·5 %) ilyen fehérje nyerhető a kazeinből.

LINDESTRÖM—LANG hosszadalmas és körülményes frakcionálási eljárásával szintén eljut kicsiny tirozintartalmú, magas forgatóképességű frakciókhoz, melyeket ő lényegileg azonosnak tart az OSBORNE—WAKEMAN-féle fehérjével. Utóbbi mennyiségét ő a kazeinben legalább 18 %-ra becsüli.

CHERBULIEZ és munkatársai frakcionálási eredményei nehezen egyeztethetők össze az előbbi szerzők eredményeivel. Ők nem határozzák meg frakcióik tirozintartalmát, amely alkatrész mennyisége pedig a fentiek szerint jellemző lenne a frakciókra. CHERBULIEZ és SCHNEIDER frakcióinak megegyező a forgatóképessége, ami nehezen érthető a fentiek alapján. CHERBULIEZ és MEYER pedig egyáltalában nem közlik frakcióik forgatóképességét. Az egyes frakciók foszfor- és kén tartalmában mutatkozó lényeges eltérések értelmezésénél viszont óvatosnak kell lennünk, mert az ezeket tartalmazó csoportok könnyen lehasadhatnak a fehérjéből. Azt, hogy CHERBULIEZ és munkatársai frakciói homogének és tiszták lennének, nem tekinthetjük bizonyítottnak.

A kazein-problémának, mint láthatjuk, csak egy kis része tekinthető megoldottnak. A mi a kazeint alkotó fehérjék számát és azok viszonylagos mennyiségét illeti, merőben bizonytalanságban vagyunk, az ezek közt fennálló kapcsolatok természetéről pedig éppenséggel semmit sem tudunk. Az alkatrészek közül mindössze az OSBORNE—WAKEMAN-féle fehérje sajátosságait ismerjük kissé közelebről. Indokoltnak mutatkozott ezért további, és pedig elsősorban frakcionálási kísérleteket végezni a kazeinnel.

Ilyen irányú kísérleteinkben az a szempont vezetett, hogy — ha a komponensek tiszta állapotban való előállítására törekszünk — nem a *kioldási*, hanem csak a *kicsapási* eljárás vezethet célhoz. Másrésztől számolva avval a körülménnyel, hogy vizes közegben valamilyen kapcsolat áll fenn a kazeint alkotó komponensek közt,

olyan közegben frakcionáltunk, amely vagy egészen vízmentes volt, vagy csak lehető kevés vizet tartalmazott. Arra számítottunk, hogy ilyen közegekben kisebb az affinitás a fehérjealkotórészek között.

Három munkatársam, DÉNES KLÁRA, KARDOS ERNŐ és SERÉNYI VIOLA okl. középisk. tanárok háromféle közegben végezték a frakcionálást. És pedig a következőképpen:

1. A kazein jól oldódik olyan vizes karbamidoldatban, melynek 100 cm^3 -e 40 g karbamidot tartalmaz. Ha ehhez az oldathoz folytonos, erős keverés közben cseppenként abszolút alkoholt adunk, az oldott fehérjéből fokozatosan több és több válik ki. A kivált részleteket külön gyűjtjük össze. (SERÉNYI VIOLA kísérletei.)

2. A kazeint megolvasztott, 70°C -ú, vízmentes fenolban oldjuk. Ha ehhez az oldathoz állandó keverés közben cseppenként több és több abszolút alkoholt teszünk, a fehérjét részletekben kicsaphajtuk. (KARDOS ERNŐ kísérletei.)

3. Ha a kazeint olyan híg ammoniában oldjuk, mely alkoholra nézve 70 %-os és ehhez az oldathoz 70 %-os alkoholban oldott híg savat csepegtetünk, már lúgos közegben kiválik a fehérje egy része. Ennek elkülönítése után a folyadék tisztáját tovább savanyítva, csak gyengén savanyú közegben képződik új csapadék. Ilyen úton azonban a folyadék nem fehérjementesíthető. A fehérje utolsó részletét úgy nyerhetjük ki az oldatból, ha azt vízzel felhígítjuk és p_{H} -ját kb. 4.7-re állítjuk be. Ilyképpen három részletben kapjuk meg az alkoholos ammoniában oldott kazeint. (DÉNES KLÁRA kísérletei.)

Mivel már eleve ismeretes volt, hogy az OSBORNE—WAKEMAN-féle fehérje az eredeti kazeintól abban különbözik, hogy alacsonyabb a tirozintartalma és magasabb a forgatóképessége, a nyert frakciókat elsősorban e két tulajdonságukra nézve vizsgáltuk meg. A tirozintartalom és a forgatóképesség játszott a vizsgálatainknál az irányító szerepet, ami annál is inkább előnyös volt, mert mindkét állandót szabatosan és kevés anyag felhasználásával meg lehet határozni. FOLIN és MARENZI tirozinmeghatározási eljárása, mely 0.1 g anyaggal véghezvihető, igen becses szolgálatokat tett. Már itt megemlítjük (részletekről a kísérleti részben lesz szó), hogy a

forgatóképességet 1 %-os bóraxoldatban mértük, ami azért mutatkozott célszerűnek, mivel ilyen közegben a kazein igen könnyen oldódik és ZAYKOWSKY vizsgálatai szerint a forgatóképesség független a kazein abszolút koncentrációjától és az oldat öregségétől.

A karbamidos és fenolos frakcionálásnál a kevés alkohollal kiváló frakcióknak magasabb volt a tirozintartalma és alacsonyabb volt a forgatóképessége, mint az eredeti kazeiné, viszont az utoljára kiváló részletek éppen megfordítva: alacsony tirozintartalmukkal és magas forgatóképességükkel tűntek ki. Az előbbi frakciókat lényegileg hasonló módon ismételtén tovább frakcionáltuk mindaddig, míg egy maximális, tovább már nem növelhető tirozintartalomhoz, illetőleg minimális forgatóképességhez nem jutottunk. Az utóbbi frakciókat pedig addig frakcionáltuk ismételtén, míg egy minimális, tovább már nem csökkenthető tirozintartalmat, illetőleg maximális forgatóképességet nem értünk el.

Az ammoniás közegből történő frakcionálásnál a lúgos közegben kiváló fehérjerészlet magas tirozintartalmat, kicsiny forgatóképességet, a vízzel hígított közegből kiválasztott frakció pedig alacsony tirozintartalmat és magas forgatóképességet mutatott. A középső frakció, az, amely alkoholos, gyengén savanyú közegben csapódott ki, átmeneti tulajdonságú volt, ismételt frakcionálásnál azonban az előbb említett két frakcióra felbonthatónak bizonyult. Ennél a módszernél is arra törekedtünk, hogy ismételt frakcionálással szélsőséges tirozintartalmú és forgatóképességű frakciókhoz jussunk, ami különösebb nehézség nélkül sikerült is.

A kazeint tehát háromféle módszerrel bontottuk fel két-két komponens-fehérjére. Rövidség kedvéért a magas tirozintartalmú (kicsiny forgatóképességű) fehérjét K_1 fehérjének, az alacsony tirozintartalmú (magas forgatóképességű) K_2 fehérjének fogjuk a következőkben nevezni. A háromféle úton nyert K_1 és K_2 tirozin- és triptofántartalmát, továbbá forgatóképességét a következő összeállítás tünteti fel: (Lásd I. táblázat.)

Ehhez a táblázathoz, mely egyben úgy tekinthető, mint munkánk összefoglalása, a következő megjegyzéseket fűzzük:

1. A háromféle úton nyert K_1 és K_2 említett tulajdonságaiban nincsen lényegesebb eltérés. Másrészt ezek a készítmények,

I. sz. táblázat.

A frakcionálás módja	K_1			K_2		
	Tirozin %	Triptofán %	$[\alpha]_D^{18}$	Tirozin %	Triptofán %	$[\alpha]_D^{18}$
Karbamidos _____	7·73	1·63	91·2	3·95	1·07	128·0
Fenolos _____	7·29	1·50	91·0	4·04	1·07	127·9
Alkoholos-ammóniás _____	7·82	1·62	91·2	3·87	1·11	130·8

tekintettel arra, hogy többszörös átcsapás útján készültek, ha nem is teljesen, de eléggé *tisztáknak* tekinthetők.

2. Egyik módszer alkalmazásánál sem merült fel annak a gyanúja, hogy a kazeinnek olyan alkatrésze lenne, mely a K_1 -től vagy a K_2 -től különbözik, akár tirozin- vagy triptofántartalom, akár forgatóképesség dolgában. Igen valószínű ebből, hogy a kazeinnek legalább is a főtömege *csakis* K_1 -ből és K_2 -ből áll.

3. GRÓH és FALTIN (l. c.) az általuk előállított OSBORNE—WAKEMAN-féle fehérje tirozintartalmát 4·19 %-nak, triptofántartalmát 1·47 %-nak, forgatóképességét pedig 127·0-nek találták. Ezek az adatok csak kevéssé térnek el a K_2 -fehérje megfelelő adataitól, ami arra mutat, hogy a K_2 -fehérje az OSBORNE—WAKEMAN-féle fehérjével azonos. Megerősíti ezt az állításunkat az a körülmény, hogy K_2 -készítményeink jól oldódnak meleg alkoholban. (A K_1 -készítmények oldhatósága evvel szemben elenyésző csekély.)

4. Arra nézve, hogy milyen arányban alkotja a K_1 és K_2 a kazeint, egyszerű számítással meggyőződhetünk, akár a tirozintartalom, akár a forgatóképesség alapján.

Vizsgálatainkhoz három ízben állítottunk elő kazeint. Ezek tirozintartalma 5·78, 5·83, illetőleg 6·00 % volt, forgatóképességük pedig rendre 108·5, 107·9, illetőleg 107·0. Ha (lekerékített értékben) a K_1 -fehérje tirozintartalma 7·8, a K_2 -é pedig 3·9, akkor e számok középárányosa, 5·85, — mint láthatjuk — alig tér el a használt eredeti kazeinek tirozintartalmától. Ugyanilyen tapasztalatra jutunk a forgatóképesség tekintetbevételével: a K_1 -fehérje forgatóképessége 91·0, a K_2 -é 130·8 lévén, ezek középárányosa, 110·9, nem sokban különbözik eredeti kazeinjaink forgatóképességétől.

Ez arra mutat, hogy a vizsgált kazeinokban a K_1 - és K_2 -fehérje aránya kicsiny eltéréssel olyan, mint 1 : 1.

(Pontosabb számítás szerint az egyes kazeineknél, rendre, a tirozintartalom alapján a következő arányok adódnak: 48 : 52, 49·5 : 50·5, 54 : 46. A forgatóképesség alapulvételével pedig 56 : 44, 57 : 43, 60 : 40.)

5. Mindegyik frakcionálásnál ismételten meggyőződést kellett szereznünk arról, hogy a kazein nem szenvedett-e azok folyamán hidrolizist, avagy valamilyen más irreverzibilis változást, vagyis hogy a nyert frakciók nem hidrolizises, avagy egyéb származású termékei-e a kazeinnek. Kétféle módon jártunk el ebből a célból.

Egyrészt úgy, hogy a frakcionálással egyidejűleg, egészen azonos körülmények közt egy külön kazeinmennyiséggel ú. n. teljes lecsapást végeztünk. Ez abban állott, hogy a kazeint ugyanúgy kezeltük, mint a frakcionálásnál, azonban a frakciókat nem különítettük el a folyadékból, hanem együtt hagytuk mindaddig, míg a folyadék teljesen fehérjementessé nem vált. Az ilyen «teljes lecsapású» kazeint aztán összehasonlítottuk az eredeti kazeinnel. Tirozin-, triptofán- és foszfortartalom, forgatóképesség, ultraibolya abszorpcióspektrum, kicsapódási optimum tekintetében az eredeti és «teljes lecsapású» kazeint a kísérleti hibák határain belül mindig azonosnak találtuk. Az eredeti kazeinnel megegyezően viselkedett a teljes lecsapású kazein az oltóenzimmal szemben is: a koagulálás időtartamában nem mutatkozott köztük lényeges eltérés.

Másrészeztől a többszörösen átcsapott és ily úton megtisztított K_1 - és K_2 -fehérjéket ugyanolyan arányban összekevertük, mint amilyen arányban ezek az eredeti kazeinben a fentiek szerint foglaltattak és ezt a keveréket is összehasonlítottuk az eredeti kazeinnel. Az oltóenzim hatására mutatkozó koagulálás időtartama tekintetében ebben az esetben sem észleltünk lényeges eltéréseket az eredeti kazeinhez viszonyítva.

Ezek a kísérletek azt mutatják, hogy a K_1 - és K_2 -fehérjéink nem bomlástermékei, hanem alkatrészei a kazeinnek.

KISÉRLETI RÉSZ.

1. Frakcionálás karbamidos oldatból.

Az első tájékoztató kísérletet így végeztük: 10 g kazeint¹ és 40 g karbamidot kevés vízben oldottunk és az oldás megtörténte után a folyadék térfogatát 100 cm³-re egészítettük ki. Élénk keverés közben cseppenként 200 cm³ abszolút alkoholt adtunk ezután az oldathoz, melynek hatására a fehérje egy része levált (A_1 -frakció). Ezt a csapadékot centrifugálással elkülönítvén, a folyadék tisztájához további 400 cm³ abszolút alkoholt csepegtettünk, miáltal a fehérje egész mennyisége kicsapódott az oldatból (A_2 -frakció). Mindkét csapadékot alkohollal fehérjementesre mostuk és vákuum-exszikkátorban szárítottuk. A felhasznált anyag $\frac{3}{4}$ részét A_1 -frakció, $\frac{1}{4}$ részét pedig A_2 -frakció alakjában kaptuk vissza.

Evvél a frakcionálással egyidejűleg és teljesen azonos feltételek mellett «teljes lecsapást» is csináltunk ugyancsak 10 g kazein felhasználásával. A különbség csak az volt a frakcionálási kísérlethez képest, hogy a karbamidos kazein egész mennyiségét *elkülönítés nélkül* választottuk le 600 cm³ abszolút alkohollal.

Az így kapott anyagok vizsgálatának eredményét az alábbi táblázat tartalmazza.

	Tirozin %	Triptofán %	$[\alpha]_D^{20}$	Koagulálási idő oltó- enzimmel
Eredeti kazein _ _ _ _ _	5·78	1·40	107·45	3'7"
«Teljes lecsapás» _ _ _ _ _	5·78	1·33	107·35	3'7"
A_1 -frakció _ _ _ _ _	6·15	1·61	100·7	—
A_2 -frakció _ _ _ _ _	3·72	1·02	125·4	—

Ehhez a táblázathoz a következő megjegyzéseket fűzzük:

Mint már említettük, a tirozin- és triptofántartalmat FOLIN és MARENZI módszerével mértük, forgatóképesség meghatározása

¹ A kazeint mindegyik kísérletünkhöz magunk állítottuk elő, előző közleményünkben leírt módon.

pedig ZAYKOWSKY nyomán (l. c.) 1 % bóraxot tartalmazó oldatban történt. Az oldat fehérjére nézve is mindenkor 1 %-os volt. (Az ilyen kazeinoldatok p_H -ja 9·0—9·1.) Az oltóenzim hatására történő koagulálás időtartamát LINDERSTRÖM—LANG előírása szerint (l. c.) mértük a következőképpen: 1·75 g kazeint 10 cm³ 0·05 *n* NaOH-ban oldottunk és az oldatot vízzel 100 cm³-re egészítettük ki. A nyert oldatot egypár csepp 0·05 *n* sósav vagy nátriumhidroxid hozzáadásával 7·0 p_H -ra állítottuk be. Az oldat 5 cm³-ét aztán ugyanennyi 0·1 *n* Ca Cl₂-oldattal összeráztuk és az elegyet 30 C°-os vízfürdőbe helyeztük. A hőmérséklet kiegyenlítődése után 0·1 cm³ 0·05 %-os oltóenzimoldatot (MERCK 1:300.000 jelzésű készítménye) tettünk elegyünkhöz és mértük a koagulálás bekövetkeztéig eltelt időt.

Mint az első táblázatból láthatjuk, az eredeti és teljes lecsapású kazein oltóenzimmal szemben egészen azonosan viselkedik, ami arra mutat, hogy a karbamidos-alkoholos kezelés bizonyára nem idézett elő lényeges változást a kazeinen. A tirozin- és triptofántartalom, főként pedig a forgatóképesség azonossága ugyanezt igazolja.

Azt is látjuk azonban a táblázatból, hogy az A₁- és A₂-frakció közt lényeges különbség van úgy tirozin- és triptofántartalom, mint forgatóképesség tekintetében.

Most leírt első tájékoztató kísérletünket aztán nagyobb anyagmennyiséggel, 100 g kazein felhasználásával megismételtük. A kapott két frakciót B₁- és B₂-vel jelöltük. A szereplő anyagokra vonatkozó eredményeket az alábbi táblázat tartalmazza:

	Eredeti kazein hány %-a	Tirozin %	Triptofán %	$[\alpha]_D^{20}$	$\Delta\varepsilon$	P %
Eredeti kazein	—	5·78	1·40	107·45	3·60	0·85
«Teljes lecsapású» k.	—	5·78	1·33	107·33	3·65	0·85
Első frakció B ₁	82·5	6·15	1·53	100·8	4·0	0·82
Második frakció B ₂	7·7	4·11	1·08	122·0	2·61	0·90

Amint látjuk, most az egyes anyagok %-os foszfortartalmát is meghatároztuk és ezenfelül megmértük az ultraibolya-abszorpcióspektrum maximuma és minimuma közti különbséget is ($\Delta\varepsilon$).

(Ezeket a meghatározásokat ugyanúgy végeztük, mint azt előző közleményünkben leírtuk.) Utóbbi érték vonatkozásban van a frakciók tirozin- és triptofántartalmával, mert ez a két aminosav okozza a fehérje szelektív abszorpcióját. A táblázatból kivehető az is, hogy ennek a frakcionálásnak az eredménye megegyezik az elsőével.

Munkánk további folyamán a B_1 -frakciót két részre bontottuk azért, hogy ennek 20 grammját tömény vizes karbamidoldatban oldottuk (az előzőkhöz mindenben hasonlóan) és 30 cm³ abszolút alkohollal leválasztottuk a fehérje egy részét (b_1 -frakció), majd pedig ennek elkülönítése után addig adtunk a folyadék tisztájához abszolút alkoholt (370 cm³-t), míg a folyadék fehérjementessé vált (b_2 -frakció). A b_1 súlya 11·5 g, a b_2 -é pedig 6·4 g volt. Ezek tirozin- és triptofántartalmát, továbbá forgatóképességét a következőnek találtuk:

	Tirozin	Triptofán	$[\alpha]_D^{18}$
b_1 -frakció — — — —	6·98%	1·46%	97·0
b_2 -frakció — — — —	4·17%	1·07%	129·5

Mint látható, a b_1 -frakció tirozintartalma lényegesen nagyobb, mint a frakcionálásnak alávetett B_1 -frakcióé. Másrészről azonban a b_2 adatai igen közel állanak a B_2 -frakcióéihoz. Ez arra mutat, hogy a B_1 -anyag keverék volt és belőle még el lehetett különíteni egy olyan anyagot, mint amilyen a B_2 .

A B_2 -frakciót is megkíséreltük két részre bontani. E végből belőle tömény karbamidos oldatot készítettünk (éppúgy, mint a korábbi frakcionálásoknál) és ehhez óvatosan, cseppenként abszolút alkoholt adtunk erélyes keverés közben. Azt tapasztaltuk, hogy egy bizonyos mennyiségű alkohol hozzáadása után a korábban átlátszó, tiszta oldatból egyszerre, hirtelen sok csapadék vált le és egyben az oldat fehérjementessé vált. Ez a jelenség arra mutat, hogy a B_2 -frakció (és vele együtt a b_2 is) homogén anyag, vagy legalább is nincs benne nagyobb mennyiségben valamely idegen alkotórész.

A fent szerzett tapasztalatok alapján úgy iparkodtunk egy új,

külön készített kazeinmintát frakcionálni, hogy már az első leválasztáskor lehetőleg teljesen elkülönítsük az alacsony tirozintartalmú, magas forgatóképességű alkatrészt. E végből 500 cm³-es mérőlombikba 50 g kazeint és 200 g karbamidot mértünk le, vízzel az egészet feloldottuk és a folyadék térfogatát 500 cm³-re egészítettük ki. Az első frakció leválasztására most lehetőleg kevés, vagyis csakis annyi abszolút alkoholt használtunk, amennyinek hatására az első, jól centrifugálható csapadék képződött. 125 cm³ abszolút alkoholtól az oldat még alig volt zavaros, további 25 cm³ alkohol hatására azonban már centrifugálás útján elkülöníthető csapadék jelentkezett (C_1 -frakció). Ezt elkülönítettük és olyan eleggyel mostuk, melynek víz-, karbamid- és alkoholtartalma azonos volt az anyalúgével. A kimosott anyagot aztán — a szokásos módon — abszolút alkohollal és éterrel mostuk, szárítottuk. A centrifugálásnál kapott tiszta folyadékhoz annyi abszolút alkoholt tettünk (2850 cm³), míg az oldat fehérjementessé vált. Az így kapott csapadékot (C_2 -frakció) az előbbihez hasonlóan dolgoztuk fel.

A nyert frakciókra vonatkozó adatok a következők:

	Eredeti kazein hány %-a	Tirozin %	Triptofán %	$[\alpha]_D^{18}$
C_1 -frakció	48	6·96	1·43	98·8
C_2 -frakció	46	4·09	1·09	123·2

Látható, hogy itt *egyetlen frakcionálással* ugyanolyan eredményre jutottunk, mint az előbb ismételt frakcionálással.

További munkánkat most az utóbbi két frakciónak átcsapás útján való tisztítása képezte. E végből legelőször is úgy a C_1 -, mint C_2 -frakciót átcsapással két részre bontottuk.

A C_1 -frakció 20 g-ját 80 g karbamiddal 200 cm³-re oldottuk és 40 cm³ abszolút alkohollal leválasztottuk az első részletet (α_1 -frakció), majd sok alkohollal a még oldatban maradt részt (α_2 -frakció). Előbbi súlya 16, utóbbié 3 g volt.

A C_2 -frakció 20 g-ját hasonlóan oldottuk. Az első részletet (β_1 -frakció) 100 cm³ alkohollal választottuk le (súlya 13 g), a másodikat pedig (β_2 -frakció) 1100 cm³-el (súlya 7 g).

A nyert eredmények a következők:

	Tirozín %	Triptofán %	$[\alpha]_D^{18}$
α_1 frakció	7·51	1·48	92·3
α_2 „	5·43	1·28	113·1
β_1 „	4·04	1·15	122·6
β_2 „	4·06	1·16	124·0

Látható ebből az összeállításból, hogy a C_1 esetében a frakcionálás eredményes volt, itt oly frakciót sikerült kapni, melynek magasabb a tirozintartalma és alacsonyabb a forgatóképessége, mint a korábbi frakcióink bármelyikének. Az α_2 -frakció nyilván keveréke ennek és a β_1 -, illetőleg β_2 -frakciónak. A C_2 -frakciónál azonban nem értünk el lényeges eredményt, ami arra mutat, hogy itt már homogén anyaggal van dolgunk.

További tisztítás céljából az α_1 -frakciót, nemkülönbön pedig a β_1 - és β_2 -frakció keverékét újra átcaptuk és pedig — hogy a tisztítás minél eredményesebb legyen — fehérjére nézve higabb, kb. 1 %-os oldatból.

Az α_1 -frakció 15 g-ját és 600 g karbamidot 1500 cm³-re oldotunk. Ebből az oldatból 150 cm³ abszolút alkohollal hirtelen, egyszerre sok csapadék vált ki (γ_1 -frakció). Hasonlóan kezeltük a β_1 és β_2 -frakció keverékét is. Itt is hirtelen vállott ki az anyag főtömege (γ_2 -frakció). Az ezekre vonatkozó vizsgálati eredmények a következők:

	Tirozín %	Triptofán %	P %	$[\alpha]_D^{18}$
γ_1 frakció	7·71	1·62	0·845	91·2
γ_2 „	3·95	1·07	0·651	127·9

Egybevetve ennek a táblázatnak az adatait az előbbiével, azt látjuk, hogy ez az újabb átcapás már csak kevés változást hozott létre frakcióink viselkedésében, ami arra mutat, hogy legutóbbi anyagainkat eléggé tisztáknak tekinthetjük.

Hogy meggyőződjünk arról, hogy a többszörös átcapás hatá-

sára nem történt-e valamely irreverzibilis változás anyagainkkal, a következő kísérletet végeztük velük: 0·429 g γ_1 -frakciót és 0·446 g γ_2 -frakciót (egyszerű számítás szerint ilyen arányban van jelen ez a két frakció az eredeti kazeinben) 14 cm³ 0·05 n NaOH-ban oldottunk és e két anyag oldatának elegyét 50 cm³-re egészítettük ki. Egészen azonos módon az eredeti kazeinből is készítettünk hasonló töménységű oldatot. Oldatainkat aztán 1—2 csepp 0·05 n HCl-el 7·0 p_H-ra állítottuk be. Elegyeink 5—5 cm³-ét aztán 5—5 cm³ 0·1 n CaCl₂-vel elegyítettük és 30 C°-os fürdőben 0·1—0·1 cm³ 0·05 %-os oltóval kevertük. Az eredeti kazeinnél 4'10" alatt, a keveréknél 5'14" alatt következett be a megalvadás. Ez arra mutat, hogy fehérjénk a hosszadalmas frakcionálási folyamat alatt nem denaturálódtak.

2. Frakcionálás fenolos oldatból.

Miután tájékoztató előzetes kísérletek meggyőztek arról, hogy vízmentes fenolos közegben a kazein nem denaturálódik, s hogy ilyen közegben eredményes frakcionálásra reményünk lehet, a következő kísérletet végeztük.

70 g kazeint 1750 g vízmentes, tiszta fenolban 50—60 C°-on oldottunk, majd pedig folytonos keverés közben cseppenként abszolút alkoholt adtunk hozzá. Bizonyos idő múlva olajszerű cseppecskék alakjában kiválott a fehérje egy része, mely a keverés beszüntetése után csakhamar az edény fenekére ülepedett, sűrű összeálló tömeg alakjában. A felső híg oldatot az alsó sűrű résztől egyszerű leöntéssel jól el lehetett választani. A híg részt újra elegyítettük alkohollal, míg megfelelő mennyiségben újabb fehérjereszlet vált ki. Ezt hasonló módon különítettük el. Ezt az eljárást tovább folytattuk mindaddig, míg a folyadék fehérjementessé vált. Az egymásután leváló frakciókat A_1, A_2, \dots, A_7 -tel jelöltük. A lecsapott anyagokat abszolút alkohollal fenolmentesre mostuk, éterrel öblítettük, szárítottuk, porítottuk és végül Soxhlet-készülékben extraháltuk.

A frakcionálással egyidejűleg 10 g kazeinnel, melyet 250 g fenolban oldottunk, «teljes lecsapást» végeztünk. Ezt az anyagot ugyanannyi ideig és ugyanolyan hőmérséklet mellett kezeltük

fenollal és alkohollal, mint az előbbi kazeint, a különbség csak az volt, hogy a leváló fehérjérszleteket nem különítettük el egymástól, hanem együtt hagytuk őket. Az eredeti és teljes lecsapású kazeinre, nemkülönben az egyes frakciókra vonatkozó vizsgálati eredményeket az alábbi táblázat tartalmazza:

	Mennyi alkohollal történt a leválasztás	Hőfok a leválasztásnál és üleptetésnél	Eredeti kazein hány %-a	Tirozin %	Triptofán %	Koagulálás ideje oltóval	$[\alpha]_D^{18}$
Eredeti kazein	—	—	—	5·83	1·26	2'50"	107·9
«Teljes lecsapás»	—	—	—	5·89	1·27	2'40"	106·9
A ₁ — — —	42 cm ³	72—65	8·1	6·62	1·45	—	99·7
A ₂ — — —	további 50 «	«	12·2	6·24	1·30	—	103·5
A ₃ — — —	« 30 «	70—58	18·4	6·30	1·30	—	103·2
A ₄ — — —	« 50 «	65—55	16·7	6·32	1·37	—	104·4
A ₅ — — —	« 80 «	65—55	14·5	6·30	1·30	—	104·0
A ₆ — — —	« 250 «	55—30	15·5	5·35	1·27	—	108·0
A ₇ — — —	« 3000 «	20	12·8	4·01	1·10	—	127·8

Táblázatunkból (utolsóelőtti függőleges rovat) mindenekelőtt azt látjuk, hogy a «teljes lecsapású» anyag gyakorlatilag ugyanannyi idő alatt reagál az oltóval, mint az eredeti kazein. Lényeges változást tehát bizonyára nem okozott a kazeinen a fenolos kezelés. Ezt igazolják a forgatóképességre vonatkozó adatok is.

Az A₁- és A₇-frakciók tirozin- és triptofántartalom, nemkülönben forgatóképesség dolgában szélsőségesek, míg a közbenső A₂—A₅-frakciók egymással egyeznek. Az A₆-frakció átmeneti tulajdonságú. Mindez azt a benyomást kelti, mintha a kazein három komponensből állana, A₁-ből, A₇-ből és A₂—A₅-ből. Alább látni fogjuk azonban, hogy az utóbbi anyag, mely a kazein főtömegét képezi, elkülöníthető A₁-hez, illetőleg A₇-hez hasonló frakciókra; az A₂—A₅ nem egyéb tehát, mint koprecipitációs rendszere a szélsőséges tulajdonságú komponenseknek.

Az A₂—A₅-frakciót újabb fracionálásnak vetettük alá, úgy hogy ezeket az anyagokat összekevertük (összes súly 34 g), huszonöt-szörös mennyiségű megolvasztott fenolt tettünk hozzá és kb.

70 C°-ra hevítettük. Azt tapasztaltuk ezúttal, hogy a fehérje nem oldódott teljesen, hanem egy rész finom cseppecskék alakjában oldatlanul marad és állaskor az edény fenekére ülepedve, ott összefüggő réteget alkot. Ezt a sűrű részt elkülönítettük az oldattól és hozzá öt ízben 100—100 g fenolt adva, dekantáltuk. A nem oldott résztől (B_1) leöntött oldatot és a dekantáló folyadékokat egyesítettük és ebből alkohol hozzáadásával további három frakciót (B_2 , B_3 , B_4) különítettünk el ugyanolyan módon, mint azt az A -frakciónál leírtuk. Ezeken az anyagokon szerzett tapasztalatainkat az alábbi táblázatba foglaltuk össze:

Mennyi alkohollal történt a leválasztás	Hőfokleválasztásnál és üleptésnél	Frakció súlya	Tirozin	Triptofán	$[\alpha]_D^{18}$
B_1 —	70 C°	12 g	7·30	1·46	91·1
B_2 200 cm ³	50—70 °	7 °	6·68	1·39	99·0
B_3 további 500 cm ³	50—30 °	9 °	5·99	1·39	104·2
B_4 „ 2000 „	30—17 °	4 °	4·69	1·17	123·3

Mint innen látható, a frakcionálásnak alávetett A_2 — A_5 -frakciók homogenitása csak látszólagos volt, belőle el lehetett különíteni egy magas tirozintartalmú, kicsiny forgatóképességű B_1 - és egy ellentétes tulajdonságú B_4 -frakciót. Ez arra a következtetésre juttatott, hogy a kazeinben csak két komponenssel van dolgunk. Ezeknek izolálása céljából a frakcionálást tovább folytattuk a következőképpen:

Összekevertük a B_2 -t és B_3 -at, 25-szörös mennyiségű fenolban oldottuk és két részre frakcionáltuk a már leírt módon. Így nyertük a C_1 (7·0) és C_2 (5·0) frakciókat.¹

A magas tirozintartalmú, alacsony forgatóképességű frakció elkülönítése céljából a C_1 (7·0) frakciót összekevertük a B_2 (6·6) frakcióval és háromfelé frakcionáltuk. Így keletkezett a D_1 (7·0), D_2 (6·0) és a D_3 (5·0) frakció. A D_2 -frakciót viszont szintén három részre különítettük el: E_1 , E_2 és E_3 -ra. (Ezekből nem végeztünk

¹ Az egymásutáni átcapások révén nyert frakciókat sorban az ABC nagy betűivel jelöljük. Ugyanazon átcapáson belül a frakció számát indexek tüntetik fel. A frakciók jelzése után zárójelben levő szám a frakciók %-os tirozintartalmát jelenti.

tirozinmeghatározásokat.) Végül összekevertük a B_1 (7·3), D_1 (7·0) és E_1 -frakciót. A fenolban gelszerűen megduzzadt részt tiszta fenolban 60—65 C°-on öt ízben dekantáltuk. A maradványt F_1 -nek nevezzük (7·29), az erről leöntött fenolból pedig leválasztottuk az F_2 (6·1) és F_3 (6·5) frakciót. Mint látjuk, legmagasabb tirozintartalmú frakciónk az F_1 volt.

Az alacsony tirozintartalmú fehérjekomponens nyerése végett az A_6 (5·3) frakciót kevertük a C_2 (5·0) frakcióval és elkülönítettük a D_4 (5·6) és D_5 (5·0) frakciókra. A D_4 -et újra két részre frakcionálva kaptuk az E_4 és E_5 -frakciót. Végül az A_4 (4·0), B_4 (4·7), D_3 (5·0), D_5 (5·0), E_3 és E_5 -frakciók elegyéből nyertük az F_4 (4·8) és F_5 (4·04) frakciókat. Utóbbi volt egyben a legalacsonyabb tirozintartalmú frakciónk.

Amint láthatjuk, a középső frakciót *mindig* sikerül szétbontani egy magasabb és egy alacsonyabb tirozintartalmú frakcióra. Azonban nem lehetett 7·29 %-nál magasabb és 4·0 %-nál alacsonyabb tirozintartalmú készítményhez jutnunk, ami arra enged következtetni, hogy ezek homogén, szét nem bontható fehérjék. Utóbbiak néhány állandója a következő:

	Tirozin %	Triptofán %	P %	$[\alpha]_D^{18}$
F_1 -frakció	7·29	1·50	0·896	91·0
F_5 -frakció	4·04	1·07	0·650	127·9

F_5 -frakciónk állandói és alkoholban való oldhatósága azt mutatják, hogy ez az anyag az OSBORNE—WAKEMAN-féle fehérjével azonos. Magas tirozintartalmú és alacsony forgatóképességű F_1 -frakciónk bizonyára nem oly tiszta, mint a karbamidos frakcionálásunk magas tirozintartalmú terméke (mutatja ezt főként a tirozintartalom), aminek oka nyilván az, hogy ez az anyag, ha már bizonyos fokig mentes az OSBORNE—WAKEMAN-féle fehérjétől, nem oldható fenolban, miért is az utóbbi fehérje nyomaitól nehéz azt megtisztítani.

Befejezésül az F_1 - és F_5 -frakciót 1:1 arányban kevertük és ezt a keveréket oltóenzimmal vizsgáltuk, ugyanúgy, mint azt a karbamidos frakcionálásnál leírtuk. A koagulálás 5'15" alatt kö-

vetkezett be, míg az eredeti kazeinnél ez 4'13" alatt történt meg. Ez azt bizonyítja, hogy az ugyancsak sok ízben ismételt frakcionálás alatt anyagunk nem denaturálódott.

3. Frakcionálás alkoholos-ammonias közegből.

Ezeknél a frakcionálási kísérleteknél 70 %-os alkoholt tartalmazó közeget használtunk, vagyis olyant, amely jó oldószere a kazein egyik komponensének, az OSBORNE—WAKEMAN-féle fehérjének. Arra számítottunk, hogyha ilyen közegben csapjuk ki a kazeint lúgos oldatából savval, akkor tulajdonképpen csak a másik (magas tirozintartalmú, nagy forgatóképességű) alkatrész fog kicsapódni, míg az OSBORNE—WAKEMAN-féle fehérje oldatban marad.

Ezt a várákozásunkat a kísérletek csak részben igazolták. Ha a kazein 70 % alkoholt tartalmazó oldatához apró részletekben 70 %-os alkoholt tartalmazó savat adunk, már a lúgos közegben képződik csapadék, melynek főtömege a magas tirozintartalmú alkatrész, elég erősen szennyezve az OSBORNE—WAKEMAN-féle fehérjével. Tovább menve a sav hozzáadásával, gyengén savanyú közegben ismét kapunk csapadékot, mely koprecipitációs rendszernek bizonyult. Sav hozzáadásával azonban az alkoholos folyadék nem fehérjementesíthető, a fehérje egy kicsiny törtrésze mindig oldatban marad. Ezt könnyen kiválaszthatjuk oly módon, ha az alkoholos folyadékot vízzel kétszeres térfogatra hígítjuk és az oldat p_H -ját kb. 4·7-re állítjuk be. Az így nyert csapadék eléggé tiszta OSBORNE—WAKEMAN-féle fehérje.

Amint tehát láthatjuk, a kazein két komponens-fehérjéjét így *részben* el lehet különíteni, az anyag főtömege azonban (középső frakció) koprecipitációs rendszer alakjában jelentkezik. Ha ezt a középfraekciót ismételtén átesapjuk (egészen hasonlóan, mint ahogyan most leírtuk), belőle mindig el lehet különíteni a két kazeinkomponens egy-egy részletét, míg a középfraekció koprecipitációs rendszer marad, mely mindig azonos arányban tartalmazza a két komponenset.

A frakcionálásra vonatkozó részletek a következők:

90 g kazeinből 4 %-os oldatot készítettünk olyan 70 %-os alkohollal, mely ammoniára nézve 0·05 normál volt. Folytonos

keverés közben ehhez az oldathoz 70 % alkoholt tartalmazó 0·1 n sósavat adagoltunk cseppenként. Közben kivettünk a folyadékból egy-egy kis részletet, a csapadékot lecentrifugáltuk belőle és a folyadék tisztáját sósavval vizsgáltuk, hogy ez okoz-e még a folyadékban csapadékot. Mikor ez a próba már negatív eredménnyel járt, a sósav adagolását beszüntettük és az egész folyadéktömeget lecentrifugáltuk. Így nyertük az A-frakciót. A folyadék tisztájának p_H -ját 7·8-nak találtuk. Midőn ehhez a folyadékhoz folytatólagosan alkoholos sósavat adtunk, elejével nem keletkezett maradandó csapadék. Ilyen csak akkor lépett fel, mikor az oldat határozottan savanyú kémhatásúvá vált. A sósav adagolását addig folytattuk, míg ennek hatására a csapadék mennyisége növekedett. Aztán az egész folyadéktömeget lecentrifugáltuk. A csapadékot (B-frakció) így elkülönítvén, a még oldatban maradt és ebből sósavval le nem választható fehérjét úgy csaptuk ki, hogy a folyadékot vízzel kétszeresre hígítottuk és hozzá 4·7 p_H -jú acetát-puffert elegyítettünk (C-frakció).

Egészen hasonló viszonyok közt a kazein egy részével «teljes lecsapást» csináltunk. Ezt a kazeint egészen úgy kezeltük, mint a frakcionálásnál, de a csapadék-részleteket nem választottuk külön, hanem mindvégig együtt hagytuk őket.

Az eredeti és teljes lecsapású kazeinre, nemkülönben a három frakcióra vonatkozó adatok a következők:

	Tirozin %	Triptofán %	P %	$[\alpha]_D^{18}$	Oltóval való lecsapás ideje
Eredeti kazein — —	6·01	1·32	0·85	107·0	2'36"
«Teljes lecsapás» — —	5·93	1·23	0·83	105·5	2'45"
A-frakció (25 g) — —	6·93	1·64	0·80	99·4	—
B-frakció (55 g) — —	5·39	1·26	0·89	111·0	—
C-frakció (1·5 g) — —	3·83	1·19	—	121·3	—

Mindenekelőtt azt látjuk, hogy a «teljes lecsapású» és eredeti kazein forgatóképessége és oltóenzimmal szemben tanúsított magaviselete között nincs lényeges különbség, ami arra mutat, hogy kazeinünkkel a műveletek folyamán lényeges változások nem történtek.

További célunk az *A*-frakció tisztítása volt. Ezt az anyagot ugyanúgy, mint a frakcionálásnál, háromszor átcsaptuk egymásután, azzal a különbséggel csupán, hogy oldataink fehérjére nézve hígabbak, nevezetesen 1 %-osak voltak. Közben azonban mindig megvizsgáltuk anyagunk tirozin- és triptofántartalmát, továbbá forgatóképességét. Az eredmények a következők:

	Tirozin %	Triptofán %	$[\alpha]_D^{18}$	<i>pH</i> az át- csapásnál
A-frakció	6·93	1·64	99·5	7·8
Első	7·14	1·32	94·0	7·1
Második	7·82	1·62	91·2	8·2
Harmadik	7·81	1·62	—	8·6

Amint látjuk, a harmadik átcsapás már nem változtatott a tirozin- és triptofántartalmon. A harmadik átcsapás után a forgatóképességet nem sikerült a szokásos módon és feltételek mellett megmérni, mert ez az anyag nem oldódott teljesen 1%-os bórax-oldatban. Miután azonban tirozin- és triptofántartalma azonos a kétszer átcsapott anyagéval, feltételezhető, hogy forgatóképessége sem változott. *A háromszor átcsapott anyagot nyilván eléggé tisztának tekinthetjük.*

Az alacsony tirozintartalmú (magas forgatóképességű) alkatrész nagyobb mennyiségben való előállítására céljából a korábban említett *B*-frakció 20 g-jából indultunk ki. Ezt ugyanúgy, mint a frakcionálásnál leírtuk, három részre (*A*₁, *B*₁, *C*₁) frakcionáltuk. Az *A*₁ és *C*₁ súlya mindössze 1—1 g volt. Ezek a frakciók a következő sajátságokat mutatták:

	Tirozin %	Triptofán %	$[\alpha]_D^{18}$
<i>A</i> ₁	7·05	1·43	98·1
<i>B</i> ₁	5·27	1·28	111·0
<i>C</i> ₁	3·91	1·17	124·0

Amint látjuk, frakcióink hasonló tulajdonságúak, mint az A , B , illetőleg C .

A B_1 -frakciót aztán újra átcaptuk és így nyertük az A_2 -, B_2 - és C_2 -frakciókat. Egyiket sem vizsgáltuk közelebbről, azonban a B_2 -frakciót ismét három frakcióra bontottuk: A_3 -, B_3 - és C_3 -ra. Aztán az A_2 - és A_3 -frakciót, továbbá a C_2 - és C_3 -frakciót egyesítettük és a keveréket megvizsgáltuk. Az eredmények a következők:

	Tirozin %	Triptofán %	$[\alpha]_D^{18}$
$A_2 + A_3$ — — — — —	7·37	1·55	—
B_3 — — — — —	5·39	1·34	118·9
$C_2 + C_3$ — — — — —	3·29 ¹	1·17	130·6

Amint láthatjuk, a B -, B_1 - és B_3 -frakciók azonos összetételűek, de belőlük a két szélsőséges komponens elkülöníthető. Nyilván jól definiált, de disszociábilis koprecipitációs rendszerrel van itt dolgunk.

A most elmondott műveleteket a B -frakció 32 g-ján is elvégeztük, hogy lehetőleg nagyobb mennyiségben jussunk hozzá a kicsiny tirozintartalmú fehérjekomponenshez. Az ezt tartalmazó frakciórészeket egyesítve már most tisztítás céljából ismét átcaptuk, és így oly anyaghoz jutottunk, melynek tirozintartalma 3·87 %-nak, triptofántartalma 1·17 %-nak, P -tartalma 0·69 %-nak, forgatóképessége pedig 130·8-nak adódott. *Ezt az anyagot szintén kielégítően tisztának tekinthetjük.* Anyagunk felsorolt tulajdonságai és az a körülmény, hogy ez 70 %-os alkoholban maradék nélkül könnyen oldódik, nyilvánvalóvá teszik, hogy ez az OSBORNE—WAKEMAN-fehérjével azonos.

Befejezésül két tiszta frakciónkat 1:1 arányban összekevertük és a már leírt módon megvizsgáltuk oltóenzimmal szemben

¹ Ez az adat nyilván téves, mert később nem tudtunk többé ilyen alacsony tirozintartalmú frakciót előállítani. A meghatározást nem tudtuk megismételni, mert az anyagot elhasználtuk.

tanúsított magaviseletét. A megalvadás ideje ennél a keveréknél 5' 30" volt, míg az eredeti kazeinnél 4' 41" alatt következett be a megalvadás.

*

Kísérleteinket az *Országos Természettudományi Tanács* és a *Széchenyi Tudományos Társaság* anyagi támogatásával végeztük, melyért ezen a helyen is köszönetet mondunk.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1934. április 23.-án tartott üléséből.)

ÜBER DIE FRAKTIONIERUNG DES CASEINS.

Von J. GRÓH, k. Mitglied der Akademie,
nach Versuchen von E. KARDOS, V. SERÉNYI und K. DÉNES.

Verfasser fraktionierten das Casein nach den folgenden Methoden:

1. Das Casein wurde in einer konzentrierten wässrigen Lösung des Carbamids gelöst und mit absolutem Alkohol portionsweise gefällt.

2. Das Casein lösten sie in geschmolzenem Phenol bei etwa 70° C und haben ebenfalls mit absolutem Alkohol fraktioniert.

3. Aus einer ammoniakalischen Lösung des Caseins, welche 70 % Alkohol enthielt, wurde dasselbe durch Zugabe von alkoholischer Salzsäure bei verschiedenen p_{H} -Werten gefällt.

Durch mehrfach wiederholten Umfällungen ist es gelungen die beiden Caseinbestandteile, welche in der untenstehenden Tabelle durch K_1 und K_2 bezeichnet sind, zu separieren und reinigen. Einige Eigenschaften dieser Bestandteile sind in der folgenden Tabelle zusammengefasst:

Fraktionierung aus	K_1			K_2		
	Tyrosin %	Tryptophan %	$[\alpha]_D^{18}$	Tyrosin %	Tryptophan %	$[\alpha]_D^{18}$
Carbamidlösung ..	7·73	1·63	91·2	3·95	1·07	128·0
Phenol _ _ _ _ _	7·29	1·50	91·0	4·04	1·07	127·9
70%-igem Alkohol...	7·82	1·62	91·2	3·87	1·11	130·8

Fraktion K_2 ist offenbar mit dem OSBORNE—WAKEMAN'schen Protein identisch.

Diese Arbeit wird etwa gleichzeitig auch in einer deutschen Zeitschrift erscheinen.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 23. April 1934.)

TISZTA SZÉRUMGLOBULIN ELŐÁLLÍTÁSÁRÓL ÉS A SZÉRUMGLOBULIN SPEKTROSKÓPIAI TULAJDONSÁGAIRÓL.¹

(Előzetes közlemény.)

GRÓH GYULA I. tagtól és WELTNER MARGIT-tól.

A) Vizsgálatok lószérumokon.

I. Legutóbbi közleményünkben² arra az eredményre jutottunk, hogy azok a szérumfehérjefrakciók, melyeket a szokásos módon, ammoniumszulfáttal való lecsapás útján kapunk, chemiaailag nem homogének, hanem két, vagy több fehérje keverékei. SÖRENSEN elmélete alapján azt is kifejtettük,³ hogy olyan módon lehet remélni chemiaailag homogén frakciók nyerését, ha a frakcionálást *nagy mértékben felhígított* szérumon végezzük.

Munkánk további folyamán legelsőbben is ennek a feltevésnek a helyességéről iparkodtunk meggyőződni. Ebből a célból 500 cm³ lószérumot két egyenlő részre osztottunk és az egyik részt vízzel *kétszeres térfogatra*, a másik részt pedig *húszszoros térfogatra* hígítva frakcionáltuk azáltal, hogy a felhígított folyadékokhoz szilárd ammoniumszulfátot tettünk. Mindkét esetben 5—5 frakciót különítettünk el, külön gyűjtve a 0—30, 30—40, 40—50, 50—60 és 60—70 % telítettségi fokok között kicsapódó fehérjerészleteket. A fehérjefrakciók leválasztása után az anyagot még két óra hosszat

¹ A m. kir. Állatorvosi Főiskola chemiai intézetében készült dolgozat.

² GRÓH GY. és FALTIN ERNŐ, Math. és Term. Ért. **48**, 459 (1931).

³ L. GRÓH GY. és FALTIN E., Zf. f. physiol. Chem. **199**, 13 (1931) alatti közleményének befejező részét.

mechanikai keverővel kevertük, a csapadékot szűrtük és megfelelő töménységű ammoniumsulfátoldattal kimostuk. Az anyagokat 0 C°-on ammoniumsulfátmentesre dializáltuk, majd pedig híg konyhasóoldatban oldottuk őket úgy, hogy az oldatok konyhasóra nézve 1 %-osak legyenek. Ezeknek a fehérjerészleteknek meghatároztuk a tirozin- és triptofántartalmát, továbbá felvettük abszorpciógörbéjüket. A nyert eredményeket az I. táblázatban foglaljuk össze, melyben a $\Delta\varepsilon$ -értékek az abszorpciós görbe maximuma és minimuma közti különbséget jelentik ugyanúgy, mint korábbi dolgozatunkban.

I. sz. táblázat. (1. lószérum normális lóból.)

Ammonium- szulfát telítettség foka %	2-szeresre hígított szérum				20-szorosra hígított szérum			
	A frakció az összes fehérjének hány %-a	Tirozin %	Triptofán %	$\Delta\varepsilon$	A frakció az összes fehérjének hány %-a	Tirozin %	Triptofán %	$\Delta\varepsilon$
0—30	46	5·81	3·26	10·30	18	5·84	3·71	10·75
30—40	9	5·02	2·93	8·30	24	5·85	3·58	10·60
40—50	22	4·17	2·16	5·00	16	4·56	2·43	4·00
50—60	18	4·37	1·34	4·25	31	3·94	1·90	3·95
60—70	5	3·00	0·68	1·20	11	3·88	1·09	2·60

Azt látjuk ebből a táblázatból, hogy a míg a kétszeresre hígított szérum esetében mind az öt frakció más tirozin- és triptofántartalmú és $\Delta\varepsilon$ -juk is különböző, addig a 20-szorosan hígított szérum első két frakciója megegyező tulajdonságokat mutat. Ezenfelül a 20-szorosan hígított szérum első két frakciójának tirozin- és triptofántartalma, nemkülönben $\Delta\varepsilon$ -ja magasabb, mint a kétszeres hígítású szérumból nyert frakciókéi. Mindez arra enged következtetni, hogy a 20-szorosan hígított szérumból nyert első két frakció chemiailag homogén, ami viszont feltevésünk helyessége mellett szól.

II. Az I. táblázatban ismertetett frakcionálást még ezenkívül 5 lószérummal elvégeztük úgy, hogy 1 esetben 20-szorosra, 4 esetben pedig 50-szeresre hígítottuk a szérumot a frakcionálás előtt. A 4.—6. ló esetében csak az első két frakciót vizsgáltuk közelebről.

A nyert frakciókon elvégeztük ugyanazokat a méréseket, mint amelyekről az előbbi pontban volt szó, ezenfelül azonban megvizsgáltuk a frakciók abszorpcióspektrumának lúggal szemben tanúsított magaviseletét is.

Mint egy korábbi dolgozatunkban említettük,¹ a szérum fehérjének abszorpcióspektuma lúgos közegben időbeli változásnak van alávetve még akkor is, ha aránylag híg (0·1 norm.) lúgos közegben alacsony hőmérsékleten (25 C°-on) tartjuk is azokat. Akkori tapasztalataink szerint az abszorpcióspektrum változása ilyen körülmények közt 2 nap alatt befejeződik. Mi a most említendő frakciók mindegyikét megvizsgáltuk ebből a szempontból a következőképen: A frakciókat nátriumhidroxidra nézve 0·1 normállá tettük és azonnal fotografáltuk az abszorpcióspektrumot. A lúgozott oldat ezután 25°-os termosztátba került és 3 nap múlva ismét lefotografáltuk az abszorpcióspektrumot. — A spektrumgörbékre vonatkozó nagyszámú adat közlésétől helykímélés szempontjából eltekintünk, csupán azt tüntetjük fel az alábbi táblázatban, hogy mekkora volt a lúggal való állás következtében az abszorpciós maximum helyén az extinkciókoefficiens növekedése (J_{\max}).

Az eredményeket a II. táblázatba foglaltuk össze.

Ebből a táblázatból (hozzávéve az I. táblázat megfelelő adatait is) a következőket olvashatjuk le:

1. A hat vizsgált eset közül négyenél (1., 2., 4. és 6. szérum) az *első két-két frakció* egymás között megegyező tulajdonságokat mutat úgy tirozin- és triptofántartalom dolgában, mint pedig a J_{ε} és J_{\max} érték tekintetében. A 3. szérumnál az első két frakció triptofántartalmában és J_{ε} -jában mutatkozó eltérést talán avval lehetne magyarázni, hogy a felhasznált szérum két ló szérumának keveréke volt. Az 5. szérum esetére alább még visszatérünk, de már most megjegyezzük, hogy ugyanez a szérum a J_{\max} dolgában is különlegesen viselkedik.

2. Egy eset kivételével (a most említett 5. szérum) az első két-két frakciónak abszorpciós maximuma lúg hatására nem emelkedik ($J_{\max}=0$). A későbbi frakciók — ott, ahol azt vizsgáltuk — jelentékeny emelkedést mutatnak ebben a tekintetben. Az abszorp-

¹ GRÓH GY. és WELTNER M., Math. és Term. Ért. 48, 525 (1931) és Zf. f. physiol. Ch. 198, 267 (1931).

II. sz. táblázat.

Ammonium-szulfát telítettségi foka ‰	A frakció az összes fehérjének hány ‰-a	Tirozin ‰	Triptofán ‰	$\Delta\epsilon$	Δ_{\max}	Megjegyzés
2. lószérum.						
0—30	11	5·81	2·32	10·02	0·00	Tetanusz-immun-ló. Szérum 20-szorosra hígítva
30—40	40	5·78	2·28	10·10	0·00	
40—50	14	4·08	2·09	6·90	1·50	
50—60	11	4·71	1·73	4·90	1·60	
60—70	24	4·14	1·06	2·60	2·30	
3. lószérum.						
0—30	7	5·81	3·53	10·85	0·00	Két normális ló szérumának keveréke. Szérum 50-szeresre hígítva
30—40	34	5·75	2·25	10·03	0·00	
40—50	14	4·89	1·84	7·20	1·90	
50—60	12	4·93	1·62	5·45	3·20	
60—70	32	4·50	1·05	3·20	1·70	
4. lószérum.						
0—30	—	4·94	2·26	9·60	0·00	Normális ló. Szérum 50-szeresre hígítva
30—40	—	4·91	2·29	9·75	0·00	
5. lószérum.						
0—30	—	5·47	2·21	10·00	0·25	Normális ló. Szérum 50-szeresre hígítva
30—40	—	4·78	1·93	9·00	0·95	
6. lószérum.						
0—30	—	5·78	2·28	10·00	0·00	Normális ló. Szérum 50-szeresre hígítva
30—40	—	5·62	2·23	10·18	0·00	

ciós maximum emelkedésének oka valószínűleg a ketoncsoportok enolizációja.¹ A talált eredmény tehát úgy fejezhető ki, hogy az első 2—2 frakció nem tartalmaz olyan csoportokat, melyeknek az említett körülmények között történő enolizációja az abszorpciós maximum emelkedésében megnyilvánulna, míg a további frakcióknál ez a hatás szembetűnő. Ez a körülmény az első 2—2 frakciónak a tisztasága és így közvetve azok homogenitása mellett szól.

¹ GRÓH és WELTNER, l. c.

3. Ha mindegyik esetben csak az első 2—2 frakciót vesszük tekintetbe (csak ezeknek homogén volta lévén valószínű), úgy a következő tirozintartalmakkal találkozunk:

5·84, 5·85, 5·81, 5·78, 5·81, 5·75, 5·47, 5·78 és 5·62 %, illetőleg

4·94, 4·91 és 4·78 %.

Triptofántartalom dolgában pedig a következő csoportok állapíthatók meg:

3·71, 3·58, 3·53 %,

illetőleg

2·32, 2·28, 2·25, 2·26, 2·29, 2·21, 1·93, 2·28 és 2·23 %.

Tehát úgy a tirozin- mint a triptofántartalomban két-két, jól elválasztható típussal találkozunk, melyek közt nincs átmenet. Ha megmaradunk a mellett, hogy első két-két frakciónk chemiailag homogén, akkor ez a szabályszerűség azt jelenti, hogy a szérumblobulinok tirozin- és triptofántartalma egyénekenként különböző lehet és ebből a szempontból az egyéneket bizonyos csoportokba lehet sorolni.

Jelöljük a magasabb tirozintartalmat (átlag 5·74 %) rövidség kedvéért M-el, a kisebbet (átlag 4·88 %) m-el, viszont a nagyobb triptofántartalmat (átlag 3·61 %) N-el, a kisebbet pedig (átlag 2·23 %) n-el. A lehetséges négyféle kombinációról és azok előfordulásáról a következő összeállítás tájékoztat:

Kombináció	Hol fordult elő	$\Delta \epsilon$
M—N	1. szérum első két frakciója	10.75, 10.60
	3. « első frakciója —	10.85
M—n	2. szérum első két frakciója	10.02, 10.10
	3. « második «	10.03
	5. « első «	10.00
	6. « első két «	10.00, 10.18
m—N	Nem fordult elő — — — —	
m—n	4. szérum első két frakciója	9.60, 9.75
	5. « második «	9.00

Amint látható, a lehetséges négyféle kombináció közül háromra akadt példa a vizsgált 12 frakció között. Megfigyelhető azonban felül, hogy az első csoportbeliek $\Delta\varepsilon$ -ja 10·60—10·85, a második csoportbelieké 10·00—10·18, a negyedik csoportba tartozóké pedig 9·00—9·75 közé esik.

Ha azt vizsgáljuk, hogy az egyes állategyének szérumának első két frakciója melyik típushoz tartozik, a következő eredményre jutunk:

1. lószérum	1. frakció	}	M N
	2. «		
2. «	1. «	}	M n
	2. «		
4. «	1. «	}	m n
	2. «		
5. «	1. «	}	M n
	2. «			} .....	m n
6. «	1. «	}	M n
	2. «		

Az összeállításból kihagytuk a 3. lószérumot, mert — mint említettük — ez két ló szérumának keveréke volt.

A további kérdés már most az, hogy hogyan volna értelmezhető ez az egy fajon belül mutatkozó törvényszerűség és hogy milyen biológiai tulajdonságokkal volna ez kapcsolatba hozható. Kézenfekvő volt a vércsoportokra gondolnunk. Sajnálatos módon azonban nem lehetett utólag megállapítani azt, hogy a vizsgált lovak milyen vércsoportba tartoznak, mert a vizsgálatok alkalmával nem jegyeztük meg, hogy melyik szérum melyik lóból származik.

Mikor ilyképen a vércsoportokkal való netáni összefüggés gyanuja előttünk felmerült, és további vizsgálatainkat ebben az irányban akartuk folytatni, arra a megállapításra kellett jutnunk, hogy lószérum helyett elvben célszerűbb figyelmünket az embervér-szérum felé fordítani, mivel a lóvér csoportokba való beosztásánál az irodalmi adatok szerint némi bizonytalanságok mutatkoznak.

B) Vizsgálatok emberszérumokon.

Az emberi szérumokkal való foglalkozás azonban egyben hátrányt jelentett, mert egy-egy egyéntől általában alig lehet oly nagy szérummennyiséget venni (kb. 200 cm³ szérum), mint amennyire a fenti vizsgálatok elvégzése céljából szükség van. Ezért meg kellett alkudnunk és néhány esettől eltekintve az első két-két frakciónak csupán abszorpcióspektrumát határoztuk meg, továbbá azt, hogy az abszorpciós-maximum lúggal a fent elmondottak szerint kezelve milyen növekedést mutat fel (J_{max}). Vizsgálatainkhoz ezenkívül betegek vérért is felhasználtuk, kiktől orvoslás céljából vettek vért. Az alábbi III. és IV. táblázatban feltüntettük az utóbbiak betegségét és életkorát. Ahol ez feltüntetve nincs, ott egészséges, fiatal férfiakról van szó, kik vérátömlesztés céljából valamelyik klinikán nyilván vannak tartva.

Az A_{β} -vércsoportbeli szérumokra vonatkozó adatokat vizsgálva (III. táblázat) azt látjuk, hogy ezek között nincsenek lényeges eltérések és ezenfelül az ugyanazon szérumból 0 és 30 % illetőleg 30 és 40% telítettség mellett leváló frakciók egymás közt is jó megfigyeztetést mutatnak. A J_{ϵ} -értékek középértéke 8·56, a J_{max} -értékeké pedig 2·73.

A B_{α} -vércsoportbeli szérumok közül vizsgáljuk először az első négyet. Ezeknek J_{ϵ} -ja lényegesen magasabb, mint az előző vércsoportbelieké, a J_{ϵ} -ok középértéke 10·66. Itt is jól egyeznek az egyugyanazon szérumból 0 és 30, illetőleg 30 és 40 % telítettségi fok mellett leváló frakciók. Legfeltűnőbb eltérés az A_{α} -vércsoport-hoz képest az, hogy a J_{max} értéke zérus, vagy ahhoz igen közeleső szám. Azonban az 5. szérum merőben ellentétes viselkedésű az első négyhez képest. Ez a szérum ugyanolyan eredményeket adott, mint az A_{β} -vércsoportbeliek.

A $O_{\alpha\beta}$ -vércsoport szérumai az előzőkhöz képest változatos képet adnak. (L. a IV. táblázatot.) Az egyugyanazon szérumból leválasztott két-két frakció viselkedése itt rendszerint nem egyező. Már a J_{ϵ} -értékek is legtöbbször lényegesen eltérők, amennyiben ez a frakciók egyikénél alacsonyabb (A_{β} -vércsoportbeliekhez hasonló), másikánál magasabb (B_{α} -vércsoportbeliekhez hasonló). Különösen eltérnek azonban a J_{max} -értékek. A frakciók egyike (az

III. sz. táblázat.

Sorszám	Vért adó neve	Ammonium-szulfát telítettségi foka %	A_{ϵ}	A_{\max}	Tirozin %	Triptofán %	Megjegyzés	
A_{β} -vércsoportbeli szérumok								
1.	H. Gy.	0-30	8.40	3.00	6.17	2.99		
		30-40	8.60	3.20	6.02	2.77		
2.	K. I.	0-30	8.65	2.80	—	—		
		30-40	8.50	2.75	—	—		
3.	K. L.	0-30	8.62	3.90	—	—		
		30-40	8.70	2.00	—	—		
4.	K. I.	0-30	8.60	3.00	—	—		
		30-40	8.40	2.10	—	—		
5.	T. I.	0-30	8.50	3.05	—	—		71 éves
		30-40	8.35	2.95	—	—		Myodegen. cordis
6.	Sz. M.	0-30	8.69	2.05	—	—		60 éves
		30-40	8.74	2.00	—	—		Art. scler.
B_{α} -vércsoportbeli szérumok								
1.	K. T.	0-30	11.60	0.00	5.75	2.97		
		30-40	11.50	0.20	4.12	2.26		
2.	N. L.	0-30	10.63	0.00	—	—		
		30-40	10.20	0.00	—	—		
3.	B. J.	0-30	9.90	0.00	—	—		36 éves
		30-40	9.80	0.00	—	—		Emphysema
4.	O. S.-né	0-30	10.40	0.00	—	—		48 éves
		30-40	10.30	0.10	—	—		Apoplexia
5.	D. J.	0-30	8.15	3.35	—	—		Apoplexia
		30-40	8.40	3.45	—	—		

IV. sz. táblázat.

Sorszám	Vért adó neve	Ammonium-szulfát telítettség foka ‰	$\Delta\epsilon$	Δ_{max}	Tirozín %	Triptofán %	Megjegyzés
<i>O_{αβ}</i> -vércsoportbeli szérumok							
1.	N. I.	0-30	8·60	3·20	5·50	2·09	
		30-40	11·40	0·25	5·78	2·12	
2.	H. V.-né	0-30	10·15	0·10	—	—	58 éves
		30-40	9·50	2·85	—	—	Apoplexia
3.	Sz. L.-né	0-30	10·05	0·08	—	—	71 éves
		30-40	8·65	2·70	—	—	Art. scler. W. + + +
4.	K. J.	0-30	8·17	0·10	—	—	66 éves
		30-40	8·10	0·00	—	—	Art. scler.
5.	W. J.-né	0-30	7·88	0·05	—	—	26 éves
		30-40	8·20	0·80	—	—	Pneumonia
6.	K. Gy.	0-30	8·30	3·35	—	—	
		30-40	9·20	0·50	—	—	
7.	P. N.	0-30	8·50	2·40	—	—	
		30-40	10·10	0·10	—	—	
<i>AB₂</i> -vércsoportbeli szérumok							
1.	W. N.	0-30	11·55	1·00	6·32	2·70	
		30-40	10·20	3·60	5·71	2·12	
2.	G. J.	0-30	8·37	2·95	—	—	45 éves
		30-40	8·60	3·00	—	—	Uremia
3.	H. K.	0-30	8·55	2·10	—	—	48 éves
		30-40	8·75	2·00	—	—	Myodeg. cord. Emphysema
4.	R. A.-né	0-30	10·20	0·00	—	—	
		30-40	9·87	0·45	—	—	Apoplexia

A_{β} -vércsoport) magas, másika (a B_{α} -vércsoport) alacsony J_{\max} -értéket mutat. A 4. szérumból elüt a többiektől és az B_{α} -csoportbeliekhez hasonlít.

Az AB -vércsoportnál nem egységesek az eredmények. Az ugyanabból a szérumból leválasztott frakciók egymásközt részben egyeznek, részben azonban nem. Úgy a J_{ε} , mint a J_{\max} -dolgában részben az A_{β} , részben a B_{α} -vércsoport) közelálló adatokkal találkozunk.

Mindent összefoglalva azt lehet megállapítanunk, hogy a leg-egységesebb viselkedéssel az A_{β} - és B_{α} -vércsoport) találkozunk, a $O_{\alpha\beta}$ -vércsoport) pedig az előbbi kettőnek sajátosságait látszik egyesíteni magában. És pedig úgy, hogy az ugyanabból a szérumból leválasztott frakciók egyike az A_{β} , másika pedig a B_{α} -vércsoport) megismert tulajdonságokat mutatja.

Egységes magyarázatát úgy adhatjuk az észlelt jelenségeknek, ha a mutatkozó törvényszerűségeket a szérumban foglalt haemagglutininnel hozzuk kapcsolatba. És pedig az A_{β} -vércsoport) észlelt jelenségeket a β -agglutininnel, a B_{α} -vércsoport) észlelteket pedig az α -agglutininnel. Miután a $O_{\alpha\beta}$ -vércsoport) tartozó szérumban mindkét agglutinin jelen van, így érthetővé válik az ilyen szérumban kettős magatartása. A $O_{\alpha\beta}$ -vércsoport)beli 4. számú szérumban viselkedése is érthető lesz, ha feltételezzük, hogy az első két frakcióban nem válik le β -agglutinin, hanem csak α .

Nem szorul bővebb magyarázatra, hogy az észlelt spektroszkópiai tulajdonságokat nem szabad *kizárólag* az agglutininek visszavezetnünk. A szérumboglobulinok abszorpcióspektrumához hasonló spektrumot végtére is minden fehérje mutat és az abszorpciós maximumnak lúggal való emelkedése is olyan tulajdonság, melyet más fehérjénél, pl. a búzagliadinnál is észlelhetünk.¹ Nincs tehát szó maguknak az agglutinineknek a tulajdonságairól, hanem csupán egy coincenciáról, mely a további vizsgálatok alapjául fog szolgálni. Tapasztalatainkat így felfogva nem lephet meg, ha egyik-másik esetben egyelőre közelebről meg nem magyarázható eltérések mutatkoznak a közölt sémától. (Pl. lásd a B_{α} -vércsoport)nál az 5. számú szérumbot.) A haemagglutinint egyáltalában nem tartal-

¹ GRÓH és WELTNER, I. c.

mazó AB_vércsoport nem egységes viselkedése kedvezőtlen előjel a további tájékozódás szempontjából.

Jól tudjuk, hogy az eddig elvégzett vizsgálatok száma kicsiny ahhoz, hogy belőlük végérvényesen általánosíthassunk. Az eddigi eredmények azonban a kérdés további kutatására biztatást nyújtanak.

*

Köszönettel tartozunk az *Orsz. Természettudományi Tanácsnak* és a *Széchenyi Tudományos Társaságnak* anyagi támogatásukért, a *Phylaxia R. T.*-nak és ezen belül KÖVES JÁNOS vezérigazgató, m. tanár úrnak, KANYÓ BÉLA és SZÉLYES LAJOS magántanár uraknak, nemkülönben KARCZAG LÁSZLÓ magántanár úrnak és HANÁK MÁRIA úrhölgynek, kik szérumok készítése és átengedése útján munkánkban támogattak.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1934. jún. 11-én tartott üléséből.)

ÜBER DIE DARSTELLUNG REINES SERUM-
GLOBULINS UND DIE SPEKTROSKOPISCHEN
EIGENSCHAFTEN DESSELBEN.

(Vorläufige Mitteilung.)

Von J. GRÓH, korr. Mitglied der Akademie und M. WELTNER.

Diese Arbeit wird etwa gleichzeitig auch in der *Biochemischen Zeitschrift* erscheinen.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 11. Juni 1934.)

ADATOK A VASKŐ-DOGNÁCSKAI GRÁNÁTOK KÉMIAI ÖSSZETÉTELEHEZ.

ZOMBORY LÁSZLÓ-tól.

Nagymagyarországnak kétségtelenül egyik legérdekesebb, leg-
gazdagabb kőzet-, ásvány- illetve ércelőfordulási területe a jelen-
leg Romániához tartozó bánási kontaktvidék volt. Ezen terület-
nek egy részét Vaskő és Dognácska bányászati szempontból össze-
tartozó környéke képezi, amely egyéb változatos és értékes ásványi
kincsein¹⁻⁴ kívül szép gránátelőfordulásáról is nevezetes.

Amíg e vidék közettani feldolgozásával részletes és kimerítő
monografiák¹⁻⁴ foglalkoznak, addig ehhez képest az itt elő-
forduló jellegzetes ásványok közül a gránátok ismertetése egészen
csekély mértékű. A rendelkezésemre álló irodalmi adatok szerint
mindössze E. BERGEAT,² M. SEEBACH,⁶ FRANZENAU Á. és
TOKODY L.,⁸ VAVRINECZ G.⁷ továbbá ZIMÁNYI K.⁹ foglal-
koztak vaskő-dognácskai gránátokkal — részint kristálytani,
részint kémiai szempontból — de csak nagyobb dolgozatok kere-
tén belül.

Ezen gránátok kémiai összetételére vonatkozó kevés adat
bizonyosfokú kiegészítése céljából Vaskő-Dognácska különböző
bányáiból származó, különféle színű és kristályformájú gránátokat
elemeztem meg és a kapott adatokat a már ismertekkel kiegészítve
igyekeztem eredményt levonni ezen vidék gránátjainak kémiai
összetételét illetőleg.

E gránátok keletkezését röviden a következőkben magyaráz-
hatjuk:² Vaskő és Dognácska környékén a mészkőzónát, amely
kb. 20 km hosszú és olykor 1000 m széles, eruptív kőzetek (főtömegé-
ben granodiorit) törik át. Az érintkezési felület környékén, az ú. n.

kontaktzónában a mészkő szerkezete de anyagi összetétele is megváltozik, amennyiben részint márvánnyá részint mészsilikátokká alakul át. Ez utóbbi folyamat eredménye az ú. n. gránátszirt, amelynek vastagsága egyes helyeken egész 150 m-ig is terjed és amelynek a hasadékaiban és üregeiben főleg fenn növe de bennőtten is találhatók a szép gránátok.

Valamennyi általam megelemezett gránát a Magyar Nemzeti Múzeum Ásvány- és Őslénytárának példánya, illetőleg másodpéldánya volt.

Az elemzéseket a lehetőségig tiszta, homogén anyaggal végeztem. A gránátkristályokat az anyagóztól elválasztottam és megtisztítottam, majd apróbb darabokra törve preparáló-lupe alatt kiválogattam. Amennyiben a kristály zárványokat tartalmazott, egészen apró szilánkokra törtem és 90-szeres nagyítás mellett csak a teljesen tiszta darabkákat szedtem ki. A kiválogatott kristályokat vízzel, majd alkohollal huzamosabb ideig összerázva 105° C-on megszáritottam. Az így kapott anyagot használtam fel fajsúlymeghatározásra és elemzéshez.

A fajsúlymeghatározás részint SCHULLER-féle pyknometerrel vízben, részint WINKLER-féle mikropyknometerrel¹³ CCl_4 -ban, minden esetben 20° C-on történt.

A kémiai elemzéshez¹⁰⁻¹² a fentiek szerint előkészített anyagot porítottam és szódával feltártam. Az előírt módon leválasztottam (kétszer) és meghatároztam a SiO_2 -t; a leszűrt oldatból, a MnO mennyiségtől függően, acetátos módszerrel illetőleg NH_4OH -dal leválasztottam (kétszer) és meghatároztam a $Fe-Al$ -oxydok összegét; utóbbiból, $KHSO_4$ -tal feltárva, oxydimetrikusan határoztam meg az összes Fe_2O_3 -ot.

Az oxydokról leszűrt oldatból (az esetleges Pt -t és Mn -t H_2S -nel eltávolítva) ammonoxaláttal választottam le a Ca -ot és a szüredékből HILLEBRAND előírása szerint a Mg -ot; a Ca -ot mint CaO -ot, a Mg -ot mint $Mg_2P_2O_7$ -ot mértem.

A ferro-vasat külön próbából a módosított PRATT-féle eljárás szerint oxydimetrikusan határoztam meg.

A Mn meghatározása ugyancsak külön mennyiségből HF -os feltárás és ammonperszulfáttal való oxydálás után kolorimetrikusan történt.

Az alkáliák meghatározásához LAWRENCE SMITH eljárása szerint tártam és dolgoztam fel az anyagot. Tekintve, hogy az első 4 elemzésnél nem találtam alkáliát, ezen gránátok között lévő messzemenő analógia alapján a továbbiakban az alkáliákat nem is próbáltam meghatározni.

Ti-t egyik gránátban sem találtam.

A megelemezett gránátokat és az elemzési adatokat alább ismerettem.

1.

Sötétbarnászvörös, nagyobb darabjaiban is áttetsző, elváltozott diopsidon fennőtt gránát-kristályhalmaz. Lelőhely: Vaskő, Carolusbánya. Uralkodó kristályformája deltoid-huszonnégyes. Sűrűsége (d_4^{20}) = 3·880. Összetétele:

Alkatrész	%	Molekulaviszony	
SiO ₂	35·37	—	0·5889 2·953
Al ₂ O ₃	2·31	0·0227	} 0·1994 1·000
Fe ₂ O ₃	28·22	0·1767	
MnO	4·04	0·0570	} 0·5855 2·936
CaO	29·31	0·5227	
MgO	—	—	
FeO	0·42	0·0058	
Izz. veszt.	0·28		
	99·95		

2.

Kevés calcitot és quarcot tartalmazó schweizeritben bennőtt * világoszöldszerű, teljesen áttetsző szép kristályok; a legnagyobb átmérője kb. 0·5 cm. Lelőhely Dognácska, St. Archangelbánya. Uralkodó kristályformája rombtizenkettős. D_4^{20} = 3·818. Összetétele:

* Az anyagközvetben egy helyen, a gránátkristály eltávolítása után, a kristály alakjának megfelelő igen vékony természerez-réteget találtam; a többi gránátnál ezt nem észleltem. Maga a gránát Cu-t még nyomokban sem tartalmazott.

Alkatrész	%	Molekulaviszony	
SiO_2	35·70	—	0·5944 2·866
Al_2O_3	2·61	0·0256	} 0·2074 1·000
Fe_2O_3	29·03	0·1818	
MnO	0·05	0·0007	} 0·5820 2·806
CaO	32·21	0·5749	
MgO	—	—	
FeO	0·46	0·0064	
Izz. veszt. ...	0·54		
	100·60		

3.

Magnetiten fennőtt, világosbarna, meglehetősen nagy (egészen 1·5 cm átmérőig) gránátkristályok halmaza. Szerkezete rétegesnek látszik, a két felső réteg az alsóbbaknál valamivel sötétebb. Lelőhely Vaskő, Carolusbánya. Kristályformái rombtizenkettős és deltoidhuszonnégyes. $D_4^{20} = 3·830$. Összetétele:

Alkatrész	%	Molekulaviszony	
SiO_2	35·26	—	0·5871 2·915
Al_2O_3	2·45	0·0240	} 0·2014 1·000
Fe_2O_3	28·33	0·1774	
MnO	1·71	0·0241	} 0·5875 2·917
CaO	31·22	0·5573	
MgO	—	—	
FeO	0·44	0·0061	
Izz. veszt. ...	0·23		
	99·64		

4.

Kevés calcitot tartalmazó gránátszirten fennőtt, szabad részükön élesen határolt lapu, vörösbarnaszínű, áttetsző kristályok halmaza. Lelőhely Vaskő, Carolusbánya. Uralkodó kristályformája rombtizenkettős. $D_4^{20} = 3·873$. Összetétele:

Alkatrész	%	Molekulaviszony		
SiO_2	34·80	—	0·5794	2·967
Al_2O_3	0·55	0·0054	} 0·1953	1·000
Fe_2O_3	30·33	0·1899		
MnO	2·95	0·0416	} 0·5919	3·031
CaO	30·29	0·5407		
MgO	0·16	0·0040		
FeO	0·40	0·0056		
Izz. vesz. ...	0·32			
	<hr/>			
	99·80			

5.

Asztbesztszerű ásvánnyal összenőtt schweizeritben bennőtt, sárgásbarna árnyalatú, áttetsző zöld kristályok (legnagyobb átmérő kb. 0·8 cm). Lelőhely Dognácska, St. Archangelbánya. Kristályformája rombtizenkettős. $D_4^{20} = 3·838$. Összetétele:

Alkatrész	%	Molekulaviszony		
SiO_2	35·10	—	0·5844	2·964
Al_2O_3	0·68	0·0067	} 0·1972	1·000
Fe_2O_3	30·42	0·1905		
MnO	0·21	0·0030	} 0·5943	3·014
CaO	32·38	0·5780		
MgO	0·35	0·0087		
FeO	0·33	0·0046		
Izz. vesz. ..	0·47			
	<hr/>			
	99·94			

6.

Calcittal átjárt gránátszirten fennőtt, világosbarnaszínű kristályok halmaza. Lelőhely Vaskó, Reichenstein-bánya. Kristályformája deltoidhuszonnégyes. $D_4^{20} = 3·830$. Összetétele:

Alkatrész	°	Molekulaviszony		
SiO_2	35·20	—	0·5861	2·910
Al_2O_3	0·86	0·0084	} 0·2014	1·000
Fe_2O_3	30·82	0·1930		
MnO	1·65	0·0233	} 0·5887	2·923
CaO	31·20	0·5569		
MgO	—	—		
FeO	0·61	0·0085		
Izz. veszt. ..	0·20			
		100·54		

Amint a fenti elemzési adatokból látható, az általam megvizsgált gránátok mind *Al*- és *Mn*-tartalmú mész-vasgránátok. Figyelemreméltó ez az eredmény főleg a zöld gránátoknál, amelyeket eddig általában grossulároknak tartottak.

Összehasonlítás céljából az I. táblázatban összefoglaltam a vaskő-dognácskai gránátokról eddig ismeretes kémiai elemzéseket.* 1—6. a saját elemzéseim, a 7. M. SEEBACH analízise egy Dognácskáról származó, grossulárnak jelzett zöld gránátból. A táblázatban a gránátok színük szerint vannak sorbavéve. Az első három (2., 5., 7. sz.) zöld, a következők (6., 3. sz.) világosbarna, az utolsó kettő (4., 1. sz.) vörösbarna gránátokra vonatkozó elemzések.

I. Táblázat.

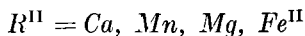
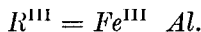
Alkatrész	2.	5.	7.	6.	3.	4.	1.
SiO_2	35·70	35·10	36·79	35·20	35·26	34·80	35·37
Al_2O_3	2·61	0·68	1·39	0·86	2·45	0·55	2·31
Fe_2O_3	29·03	30·42	29·30	30·82	28·33	30·33	28·22
MnO	0·05	0·21	0·26	1·65	1·71	2·95	4·04
CaO	32·21	32·38	31·40	31·20	31·22	30·29	29·31
MgO	—	0·35	0·77	—	—	0·16	—
FeO	0·46	0·33	0·69	0·61	0·44	0·40	0·42
Izz. veszt.....	0·54	0·47	—	0·20	0·23	0·32	0·28
		100·60 99·94		100·60 100·54		99·64 99·80 99·95	

* Ezen táblázatba nem vettem fel sem az E. BERGEAT³ dolgozatában közölt elemzést, tekintve, hogy a szövegből nem volt megállapítható, hogy teljesen tiszta vagy pedig diopsidot is tartalmazó gránát elemzéséről van szó, sem VAVBINECZ G.⁷ két, állítólagos vaskői gránátokból vég-

A gránátok kémiai összetétele az ú. n. gránátformulával, azaz a $R_3^{II}R_2^{III}Si_3O_{12}$, illetve $3 SiO_2 \cdot R_2^{III}O_3 \cdot 3 R^{II}O$ képlettel fejezhető ki. Ezen alapképlettel való összehasonlítás céljából a II. táblázatban összefoglaltam a fentebb felsorolt elemzésekből adódó molekula-hányadosokat.

II. Táblázat.

Elemzés száma	SiO_2	$R^{III}O_3$	$R^{II}O$
1.	2·953	1·000	2·936
2.	2·866	»	2·806
3.	2·915	»	2·917
4.	2·967	»	3·031
5.	2·964	»	3·014
6.	2·910	»	2·923
7.	3·096	»	3·014



Fenti összefoglaló táblázatokból megállapítható:

1. A vaskő—dognácskai gránátok — az eddig ismert elemzési adatok alapján — mind *mész-vasgránátok* és a kémiai összetételük — a 2. sz. gránátnál előforduló kis eltérést kivéve — az általános «gránátformulá»-nak jól megfelel.

2. Lényegileg azonos *Ca*- és *Fe*-tartalom mellett a gránátok színe és *Mn*-tartalma között bizonyos összefüggés mutatkozik. Ugyanis a zöld gránátok csak egészen csekély mennyiségű *Mn*-t tartalmaznak, a *Mn*-tartalom növekedésével erősödik a gránátok barna, illetve vörösbarna színe.* Ennek a kérdésnek pontos eldöntése természetesen csak jóval több elemzési adat alapján lehetséges.

*

zett elemzését, minthogy utóbbi gránátoknak biztos lelőhelye nem volt megállapítható; összetételük és kristályformájuk alapján nagy valószínűséggel valóban vaskői gránátok.

* Ezt az észleletet megerősíti néhány ellenőrző *Mn*-meghatározáson vaskői gránátokból. P. o. egy, Reichensteinbányából való réteges gránát felső, egészen halványbarna rétege 0·46 % *MnO*-t, az alsó, zöld rétege 0·21 % *MnO*-t tartalmaz; az említett, VAVRINECZ által elemzett állítólagos vaskői gránátok közül egy barnaszínűben 2·15 %, egy sötétvörösbarna gránátban 4·86 % *MnO*-t találtam.

Jelen dolgozatomat a m. kir. Vallás- és Közoktatásügyi Minisztérium belföldi kutató-ösztöndíja segítségével készítettem, amely segítségért a nt. Ösztöndíjtanácsnak ez úton is hálás köszönetemet fejezem ki.

Ugyancsak hálás köszönetet mondok dr. ZIMÁNYI KÁROLY és dr. ZSIVNY VIKTOR múzeumi igazgató uraknak a munkám iránt tanusított szíves érdeklődésükért és értékes tanácsaikért.

Budapest. A Magyar Nemzeti Múzeum Ásvány- és Őslénytárának kémiai laboratóriuma. 1934. május hó.

Irodalom. — Literatur.

1. ROZSLOZNIK P. és EMSZT K.: Adatok Krassó-Szörény vármegye banatitjainak pontosabb petrográfiai és chemiai ismeretéhez. Földtani Intézet Évkönyve. 16. 1907—08.
2. E. BERGEAT: Beobachtungen über den Diorit (Banatit) von Vaskó etc. Neues Jahrbuch f. Mineralogie u. s. w. XXX. Beil. B. 1910. 549.
3. LIFFA A.: Jegyzetek a vaskő-dognácskai kontakt vonulatról. Földtani Intézet évi jelentése 1910-ről. 1912. 165.
4. HALAVÁTS GY.: Dognácska-Gattaja környéke. 1912.
5. C. DOELTER: Handbuch der Mineralchemie. II. 2.
6. M. SEEBACH: Inaugur. Dissertation. 1906. Heidelberg.
7. VAVRINECZ G.: Ásványelemzések. Magyar Chemiai Folyóirat. XXXIX. 1933. 54.
8. A. FRANTZENAU u. L. TOKODY: Kristallographische Untersuchungen Ungarischer Mineralien. Math. u. Naturwiss. Berichte aus Ungarn. XXXVIII. 1931. 236.
9. K. ZIMÁNYI: Mineralogische Mitteilungen. Centralblatt f. Mineralogie etc. Abt. A. 3. 1932. 78.
10. M. DITTRICH: Anleitung zur Gesteinanalyse. 1905. Leipzig.
11. W. T. HILLEBRAND: Analyse der Silikat- und Karbonatgesteine. II. Aufl. 1910. Leipzig.
12. J. JAKOB: Anleitung zur chemischen Gesteinanalyse. 1928. Berlin.
13. L. W. WINKLER: Ausgewählte Untersuchungsverfahren für das chemische Laboratorium. 1931. Stuttgart.
14. REICHERT-ZELLER-KOCH: Ásványhatározó. 1931. Budapest.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1934. máj. 28-án tartott üléséből.)

DATEN ZUR CHEMISCHEN ZUSAMMENSETZUNG DER GRANATE VON VASKŐ-DOGNÁCSKA.

Von L. v. ZOMBORY.

Es wurden Granate der Vaskő—Dognácskaer Kontaktzone analysiert, welche teilweise grün, teils braun, bzw. rotbraun waren. Aus den Analysendaten ist folgendes ersichtlich:

a) Die Granate von Vaskő—Dognácska sind laut der bisher bekannten Resultate alle *Kalk-Eisengranate*, mit *Al*- und *Mn*-Gehalt.

b) Die Zusammensetzung dieser Granate entspricht der «Granatformel».

c) Zwischen der Farbe und dem *Mn*-Gehalt der Granate scheint ein Zusammenhang zu sein. Die grünen Granate enthalten nur eine geringe Menge von *Mn*, mit dem Steigen des *Mn*-Gehaltes werden die Granate brauner, bzw. rotbrauner.

Budapest, Chemisches Laboratorium der Mineralogisch-Paläontologischen Abteilung des Magyar Nemzeti Múzeum. Mai 1934.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 28. Mai 1934.)

TALAJOK MECHANIKAI ANALYSISE A VENDL-FÉLE FOLYTONOS p/t GÖRBÉT ADÓ SZEDIMENTÁCIÓS KÉSZÜLÉKKEL.

SCHUMACHER KÁROLY-tól, Sopron.

A talaj fizikai, chemiai és biológiai tulajdonságai, így: a hygroscopicitás, kapillaritás, vízkapacitás, áteresztőképesség, ko- és adhezio, könnyen felvehető tápanyagok keletkezése és tartalékolása, szellőzés, mikro- és makroszervezetek létének biztosítása, nemkülönben a talaj gyakorlati megművelhetősége, mind szerves összefüggésben állanak a talaj mechanikai összetételének minőségi és mennyiségi értékeivel, sőt a legtöbb esetben egyenesen függvényei annak. Tekintet nélkül az anyagi minőségre a legnagyobb szemektől a legkisebbig: a kolloidális dimenzióig, mindenféle nagyságrendnek megvan a maga jellegzetes tulajdonsága, amelyet aztán mennyiségének megfelelőleg érvényesít az össztalaj tulajdonságai-ban. A mechanikai analysisnek a célja éppen, hogy az össztalajban ezen szemnagyságok %-os mennyiségét megállapítsa s ezáltal gyakorlatilag hasznosítható ismeretekhez juttasson bennünket.

A különböző szemnagyságok között főképp azok folynak be a talaj fennemlített tulajdonságainak alakulására, amelyek a 2 mm szem átmérőt meg nem haladják. Az ennél nagyobb szemek képezik a talaj vázát, az ennél kisebb szemek összessége a finom talaj.

ATTERBERG szerint¹ a 2·0—0·2 mm közé eső frakció vízkapacitása minimális, az ilyen szemnagyságok zöméből álló talaj száraz s legfeljebb már csak erdei talajképpen jöhet számításba. A 0·2—0·02 mm közé eső frakció kapillárisai jó víztartók. A kapil-

¹ Int. Mitt. f. Bodenkunde. Bd. 4. 914.

lárís úton történő vízmozgás gyors; általában a jó homokok jellemző frakciója. A 0·02—0·002 mm szemnagyságok közé tartozó szemek tömött állásban már átjárhatatlanok a hajszálgyökök részére, de a kapilláris vízmozgásra kedvezők; e frakció számos vályog és agyagtalaj főalkatrészeként jelentkezik. Azon szemnagyságok, melyek a 0·002 mm átmérőnél kisebbek, már oly kis kapillárisal rendelkeznek, hogy abban a bakteriummozgás is erősen korlátozva van, a víz kapilláris úton való mozgása túlságosan lassú. A nehéz agyagtalajok főalkatrésze.

Emellett természetesen figyelembe veendő az, hogy bizonyos körülmények között már a legkisebb szemnagyságok is kedvezőbb tulajdonságokat mutatnak annál, amit a fentiek alapján várnánk tőlük, ha a talaj kifejezett morzsás szerkezettel bír s a kisebb szemek nagyobb morzsákká tapadva össze, oly szerepet visznek, mintha magasabb nagyságrendbe tartoznának. Oly esetekben viszont, ha ezen legfinomabb frakció ugyan eredeti egyes szemcsés szerkezetben van jelen, de egy bizonyos kedvezőtlen %-ot meg nem halad, még ezen önmagában véve kedvezőtlen rész is előnyösen jelentkezik az ösztatajban, ha annak egy nagyobb mennyisége oly nagyságrendbe tartozó szemekből állana, mely egymagában véve túlságosan laza talajt eredményezne. Éppígy előnyösen hat pl. a 0·2—0·02 mm közé eső frakció egy olyan talajban, melyben a 0·002 mm-nél kisebb frakció relatíve magas értékben jelentkezik.

A chemiai elmállás s az ennek során feltáródó növényi tápanyagok tartalékolása szempontjából is fontos a talaj mechanikai összetételét ismernünk, mert a szemátmérők csökkenésével nő a növények számára számításba jöhető tápanyag mennyisége, tekintve, hogy az elmállás a szemátmérők csökkenésével egyre nagyobb és nagyobb felületen játszódik le, sőt egy bizonyos átmérőn alul már a keletkezett tápanyag kimosása is gátolva van, amennyiben már oly mértékben jelentkezik az adszorpciósi erő, mely mellett a mállási termékek s köztük a növényi tápanyagok kimosása erősen korlátozva van.

A talaj zeolithkomplexuma — melynek kialakulása úgyszólván existenciális kérdés a vegetációra, amennyiben báziscicserélési tulajdonságai révén rezerválja a növényzet részére a tápanyagokat, —

tulajdonképpen szintén egy mechanikai frakció és pedig kb. a 0·002 mm átmérő alatti nagyságrendbe tartozó kolloidok (0·0001—0·000001), illetve azokkal szomszédos (0·001—0·00025) frakcióknak egy része.¹

A mechanikai frakcióknak a talaj fizikai tulajdonságaira gyakorolt kihatása az alapja sok talajosztályozásnak is, mely a homok, a vályog és agyagtalajokat egymástól különbözteti meg (mesterséges talajosztályozás) azon az alapon, hogy mily %-ban van jelen valamely frakció. Ujabban ugyan a mechanikai összetételre alapított talajosztályozások jelentőségükből sokat veszítettek, azonban csak olyan értelemben, hogy e mellett az osztályozásoknál számos más — főképen fizikai — tulajdonságnak is döntő szerep jutott.

A talaj mechanikai összetételének az ismerete tehát felette fontos, amit már magában a mechanikai elemzések elvégzésére szolgáló készülékek nagy száma és változatossága is bizonyít.

Különböző átmérőjű nyílásokkal bíró sziták, állóvízben való szedimentáció, ahol az egyenlő fajsúlyú, de nagyság szerint különböző szemek eltérő sebessége, mozgóvíz eltérő sebességnek a különböző szemnagyságokra vonatkozó eltérő cipelő ereje, centrifuga különböző szemnagyságokra eltérő centrifugális ereje az alapja többnyire a legtöbb készülék frakcionálásának. Egyes készülékek ezenfelül effektíve is elválasztják a különböző frakciókat, mások csak regisztrálják azokat a frakciók effektív kinyerése nélkül.

A szedimentáció alapján való mechanikai elemzésre egy nagy-jelentőségű új módszert dolgozott ki SVEN ODÉN.² Ez abban áll, hogy a szedimentáció előhaladását ülepedés közben egy az iszapoló hengerbe merülő s annak feneke felett állandó magasságban lebegő serpenyőn folyamatosan méri. Ennek eredményeképp nyeri az ú. n. esésgörbét, mely a leülepedett tömegeket ábrázolja az idő függvényeképp koordinata rendszerben. Az esésgörbe matematikai elemzése alapján levezetett formulákkal azután akár számítás, akár szerkesztés révén értékeli ki a próba %-os összetételét. Ez az el-

¹ K. K. GEDROIZ: Der adsorbierende Bodenkomplex. 1924. 4. o.

² SVEN ODÉN: Eine neue Methode zur mechanischen Bodenanalyse. Internationale Mitteilungen für Bodenkunde. 1915. Band 5, Heft 4.

járás különleges berendezést kívánt. A serpenyőre ülepedő szemek folytonosan növekvő súlyát ODÉN egy érzékeny, kétkarú mérleg segítségével méri, annak egyik karjára van függesztve a serpenyő, másik karjához pedig egy, a serpenyő súlyának folytonos kiegyensúlyozására szolgáló automatikus berendezés és elektromos átvitelű regisztráló-készülék csatlakozik.

Ez a készülék az automatikus mérés és regisztrálás felette komplikált berendezése miatt elterjedni nem tudott. Többen módosították, egyszerűsítették azóta, azonban a kétkarú mérleg, az automatikus mérő és regisztráló-szerkezet minden esetben megmaradt.

Legutóbb VENDL dolgozott ki egy az esésgörbe felvételére alkalmas készüléket.¹ Ennél a mérés nem automatikus, hanem személyesen végezhetjük s el lehetett hagyni a regisztráló berendezést is. A mérésre a kétkarú mérleg helyett spirálrugó szolgál. A berendezés, amint azt az 1. ábra mutatja, igen egyszerű.

Kétféle kivitelben is előállították, és pedig mintegy 1 g és 12 g bemérés elemzésére alkalmas formában.

A rugónak, hogy a szükséges intervallumban a terheléssel arányos nyúlást mutasson, állandóan egy bizonyos, az iszapolás során maximálisan elérhető terhelésre kell igénybevéve lennie. Emiatt a bemérést úgy kell megválasztanunk, hogy a teljes ülepedés esetében a próba serpenyőre jutó részének vízben mért súlya ezt az állandó, maximális igénybevételt meg ne haladja.² Hogy viszont már az ülepedés alatt is állandóan e terhelésre legyen igénybe véve a rugó, az azáltal válik lehetségessé, hogy a rugót a hajtócsavar (*c*) segítségével e maximális terhelésnek megfelelő nyúlásra feszítjük s eltekintve a mérések rövid tartamától, állandóan e helyzetben is tartjuk.

Az így kifeszített rugó a serpenyőt felvonni nem tudja, mert

¹ M. VENDL: Eine Vorrichtung zur Schlämmanalyse kleiner Substanzmengen. Bányamérnöki és erdőmérnöki főiskola bányászati és kohászati osztályának közleményei.

² Tulajdonképpen a szuszpenzióban mért súlya, tekintve azonban, hogy a kettő közötti különbség az elérhető pontosság mellett elenyészik, elhanyagolható. Hasonló okokból s a világos áttekinthetőség kedvéért nem foglalkozom itt a többi felmerülő korrekcióval sem.

a közvetítőkapocs (j_v) korongja (j_g) a fixállású villában (f) megakad. Ezzel egyben az is el van érve, hogy az esésmagasság állandó, mert a serpenyő — eltekintve a mintegy 1 mm-es vertikális irányú játéktól, mely a mérésekkor szükséges — állandó magasságban függ. Méréskor a csavar segítségével tehát addig süllyesztjük a rugó felső végét, mígnem húzása a terheléssel egyenlő, illetve amál egy kis értékkel kisebb lesz, mire a korong a villától elválik, amit jól megfigyelhetünk a fedőre szerelt lupe (g) segítségével. A mérce (b) mm beosztásán a mellette álló noniusz segítségével leolvassuk mm-ekben az ezen terhelésnek megfelelő rugónyúlást, egyidejűleg a stopper-órán az időt, mely az ülepedés megindulása után a korongnak a villától való elválásáig eltelt s a rugó felső végét a következő mérésig ismét a maximális terhelésnek megfelelő magasságba emeljük, az észlelt idő és rugóhelyzeti adatokat pedig feljegyezzük. Az észlelési adataink sorozatából szerkesztjük meg az esésgörbét koordinata rendszerben s erről értékeljük ki szerkesztéssel a %-os összetételt. E célból tudnunk kell, mekkora mm-ekben kifejezett rugónyúlás felel meg:

a serpenyő- és közvetítőkapocs súlyának, az iszapolás alkalmával használandó magasságú vízoszlopba merülve (0 helyzet); továbbá

a teljes leülepedés esetén a serpenyőre jutó talaj vízben mért súlyának ($P_{100\%}$).

Előbbit az iszapolás előtt kísérletileg állapítjuk meg, utóbbit számítással nyerjük a teljes próba levegőben mért súlya (T) faj-súlya (s) és a készülék faktora (f) ismerete esetén grammokban s ezt átszámítjuk mm-ekre.

A faktor az a viszonyszám, mely mutatja, hogy a bemért próba hányadrészének kell a serpenyőre jutnia a homogén szuszpenzióból zavartalan függőleges esés mellett. Értéke az iszapoló-henger és a serpenyő fölé eső elméleti henger volumenjéből van kiszámítva a serpenyőszár által elfoglalt és a serpenyő lapja alatti volumen figyelembevételével.

A rugó terhelése teljes leülepedés esetén vízben mérve grammokban

$$P_t = \left(T - \frac{T}{s} \right) f$$

Hogy a rügó valamely megterhelésének mily mm-ekben kifejezett rugónyúlás felel meg a használt intervallumban, azt egyszerű aránylattal számítjuk ki, ha kísérletileg megállapítjuk a legalacsonyabb és legmagasabb terheléseknek megfelelő nyúlást a segédserpenyő (1_o) és az arra felrakható analitikai súlyok segítségével, levegőben.

Ezek alapján tehát kiszámíthatjuk a P_i -re nyert súlynak megfelelő rugónyúlást mm-ekben. ($P_{100} \%$).

Természetes a $P_{100} \%$ csak akkor fog valóban megfelelni a számított értéknek, ha az ülepedés teljesen egyenletes elosztási szuszpenzióban, függőleges eséssel megy végbe. Ezért az iszapolás előtt a serpenyőnek az $i-i$ csavarokkal való rögzítése s a nyílás elzárása után az iszapoló hengert a q -tengely körül forgatjuk s ezt követőleg függőleges helyzetbe rögzítve kezdjük meg az észlelést.

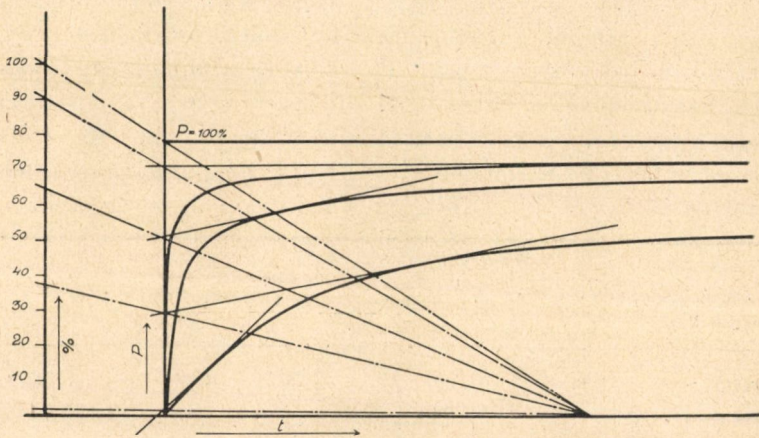
Az első órában a gyakori mérések miatt a készülék mellé vagyunk kötve, később a még esésben lévő szemek folyton csökkenő mennyisége és nagysága folytán az észlelések mind ritkábban ejtethők meg olyannyira, hogy figyelembe véve a viszonylag nagy esésmagasságot (70 cm), amely mellett a 0.002 mm átmérőjű szemek esési ideje a hőmérséklet és fajsúly szerint mintegy 50—70 óra között van, többórás, sőt $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$ napos időközökben eszközölt mérések is biztosítják az esésgörbe szabatos megszerkesztését.

A szedimentáció menetét koordinata-rendszerben ábrázoljuk, hol az ordinátára a 0 helyzettől a $P_{100} \%$ -ig a rügónyúlások mm léptékét az abszcisszára az időt visszük fel, utóbbit célszerűen többféle léptékben. Felhordva az adatainkat, megvonhatjuk az esésgörbét.

Valamely két nagyságrend közé eső frakció %-os mennyiségének kiértékelése, ahogy azt SVEN ODÉN nyomán VENDL alkalmazza, úgy történik, hogy a keresett két nagyságrend aequivalens radiuszának megfelelő esési sebességet vagy formulával (STOKES OSEEN), vagy ily formulák alapján számított táblázatból (KÖHN) kikeressük.¹ Kiszámítva, hogy a keresett szemnagyságoknak az alkalmazott esésmagasság mellett mekkora ülepedési idők felelnek meg, ezeket az abszcissán felkeressük s e pontban emelt összrendezőkkal metsszük a görbét. A metszéspontokhoz húzott érintőknek az ordinátával való

találkozási pontjai közé eső távolság a keresett frakció %-át adja. VENDL szerint a metszéspontokat egy az ordinátától távolabb, vele parallel emelt egyenesre is kivetíthetjük az abszcissa egy pontjából s ha ennek a P_{100} %-on keresztül vont egyenessel nyert s az abszcissa által metszett pontjai közti távolságot 100 részre osztjuk (célszerűen mm papíron), úgy a tangensek metszéspontjait erre kivetítve, mindjárt leolvashatjuk a %-os értékeket (2. ábra).

A készüléket, amely eredetileg petrografiai vizsgálatok céljaira készült, ellenőrző vizsgálat alá vettem, hogy megállapítsam,



2. ábra.

vajjon a folytonos p/t görbéből eredő előnyök kihasználása mellett mennyiben lenne alkalmas a talaj mechanikai összetételének a megállapítására. A vizsgálatok részben talajokkal, részben őrlött kvareből mesterségesen összeállított próbákkal hajtottam végre. Összehasonlítás végett egy-egy próbát a VENDL-féle készülék mellett ATTERBERG-KOPECKY, továbbá KÖHN-KRAUSS-féle készülék-kombinációkkal is megelemeztem.

A talajok egyike egy kilúgozott erdei agyagos talaj A_2 szintjéből vett próba, a másik egy kigyósi szik B szintjéből lett véve. Ez utóbbi mésztartalma 10 %.

¹ M. KÖHN: Beiträge zur Theorie und Praxis der mechanischen Bodenanalyse. Landwirtschaftliche Jahrbücher LXVII. Band. H. 4.

A 2 mm-es szítán szárazon átszitált finom földet nedvesen átszitáltam a 0·2 mm-es, majd az 0·1 szítán s részben a 0·2 mm >, részben a 0·1 mm > szemeket használtam az összehasonlító vizsgálathoz. Előkészítés kétórás főzés vízfürdőn H_2O_2 -vel való kezelés mellett s rázás. A kétértékű elektrolyteket tartalmazó szikes talajnál az iszapoló henger volumenjének megfelelőleg, pro liter 10 cm 0·5 norm. $Na_2C_2O_4$ -et adtam a diszperzio előmozdítására. A 0·002 mm alatti szemnagyságok mennyiségének a meghatározására ATTERBERG iszapolóhengert használtam s a meszet tartalmazó szikesnél ugyancsak $Na_2C_2O_4$ -et alkalmaztam stabilizátorkép. Ugyanazon talajok további frakcióit csatlakozóan KOPECKY-készüléken határoztam meg. Egyidejűleg azonban egy külön próbában, melyből a 0·05 mm < szemeket előre eltávolítottam, KÖHN-pipettával is meghatároztam a 0·002 > mm és 0·02—0·002 mm-es frakciókat. Számptalan kísérletemből az alábbi táblázatban mutatok be kettőt, hol a frakciók %-ban vannak feltüntetve.

Szemek átmérője mm-ben	Kigyósi szik B szintjéből							
	Atterberg		Kopeckzy		Köhn		Vendl	
	1	2	1	2	3	4	5	6
0·002 >	31·85	29·2	—	—	20·70	19·00	34·0	33·0
0·002—0·01	—	—	27·96	28·27	50·60	50·90	21·2	19·5
0·01—0·02	—	—	28·80	29·20	—	—	16·3	19·5
0·02—0·05	—	—	—	—	—	—	21·3	20·2
0·05—0·1	—	—	7·93	6·72	—	—	5·6	6·0
0·1 <	—	—	3·46	2·30	—	—	1·6	1·8
Összesen							100·0	100·0
Szemek átmérője mm-ben	Erdei agyagos talaj A ₂ szintjéből							
	Atterberg		Kopeckzy		Köhn		Vendl	
	1	2	1	2	3	4	5	6
0·002 >	19·11	21·40	—	—	10·55	10·43	20·0	20·0
0·002—0·01	—	—	24·60	21·61	46·81	46·89	23·0	23·0
0·01—0·02	—	—	34·89	36·18	—	—	13·5	13·5
0·02—0·05	—	—	—	—	—	—	23·5	22·0
0·05—0·1	—	—	13·02	10·81	—	—	12·0	11·5
0·1 <	—	—	8·38	10·00	—	—	8·0	10·0
Összesen							100·0	100·0

A VENDL-féle készüléken nyert parallel eredmények egymásközött jól egyeznek s azonfelül közel állanak az ATTERBERG-KOPECKY eredményekhez is. Feltűnő azonban a KÖHN-pipettával nyert értékektől való eltérés. Feltehető volna, hogy a meszet tartalmazó szikesnél az ATTERBERG-készülékkel az elektrolytok állandó kimosása folytán teljesebb peptizáció következett be, mint a KÖHN-hengerben, de a teljesen kimosott és mészmentes erdei talajnál (pH 4·5) nem lehet erről szó. Az ATTERBERG-féle iszapoló-hengerrel általában magas értékeket nyerünk, mert a leengedéskor kiömlő frakció a már leülepedett nagyobb szemekből is magával ragad valamit, továbbá már az ülepedés ideje alatt a kifolyó nyílásba is ülepszik be a kiiszapolandónál nagyobbszemű talaj, mely a leengedéskor kikerül. Mindezek ellen még valamelyest védekezhetünk, de további hibaforrásként jelentkezik az ATTERBERG-hengernél az, hogy a henger belső falára a kiiszapolandónál nagyobb szemek is tapadnak, melyek a leengedéskor a víz színének süllyedése közben a falról lefolyó vízzel a leengedés alatt álló, náluknál kisebb szemek közé kerülnek s azokkal együtt kiiszapolattnak. Nehezebb, agyagosabb talajnál, ahol a kiiszapolás mintegy 50—60-szor is ismétlődik, az itt említett körülmények tetemes hibákra vezethetnek.

Az ATTERBERG-féle készülékkel való ellenőrzést éppen ezen okok miatt elejtettem s miután a VENDL- és KÖHN-eredmények a 0·002 mm > szemekre vonatkozó eltérése következetesen jelentkezett a további vizsgálatok során is, magát a VENDL-féle készüléket vettem behatóbb elemzés alá. Megállapítást nyert, hogy a szemek függőleges esése zavart szenved, mert a leülepedett talajból a serpenyőre annyinak kellene jutni, mint amennyit nyerünk, ha a készülék faktorával, mely a használatomban álló készüléknél 0·65, megszorozzuk a leülepedett teljes talajmennyiséget. Vagyis a leülepedett összes talaj 65 %-ának kellene elméletileg a serpenyőn lenni. Ezzel szemben cca 50—55-ig változott a %, vagyis minden esetben kevesebb s a viszonyszám azonfelül is meglehetősen ingadozó.

A szerkesztéssel való kiértékelés tárgyalásánál elmondottakból kiviláglik, hogy a P_{100} % pontos meghatározása nagyon fontos, mert közvetlenül ettől függ a legkisebb frakció %-os értéke s közvetve valamennyi frakcióé (2. ábra).

A VENDL-féle készüléknél a 0·002 mm > frakcióra kapott aránylag magas érték egyik oka az, hogy a 0·65-os faktorial számitjuk a $P_{100\%}$ -ot ki, holott az a valóságban a 0·65-öt nem éri el. Egyszerű volna a készülék faktorát gyakorlati meghatározással megállapítani (kvarc frakciókból összeállított próbával), ha az nem ingadozna, és ha a mellett külön a serpenyőre és körülé üledett talaj megegyező mechanikai összetételt mutatna. Erre nézve vizsgálatokat végeztem s amint az alábbi táblázatból látható, a %-okban feltüntetett eredmények azt mutatják, hogy a frakciók megoszlása a serpenyőn és a körülötte levő területen nem egyenletes.

Szem- átmérők mm-ben	1. sz. próba						
	Köhn			Krauss			Vendl
	serpenyőn	serp. körül	teljes	serpenyőn	serp. körül	teljes	teljes
0·002 >	5·48	8·35	11·20				21·0
0·002—0·01	22·14	27·68	21·30				21·8
0·01—0·02	21·92	24·53	22·00				21·2
0·02—0·05				24·95	25·15	23·10	23·9
0·05—0·1				25·20	17·20	19·72	10·1
0·1 <				6·15	3·09	5·12	2·0
Összesen							
Szem- átmérők mm-ben	2. sz. próba						
	Köhn			Krauss			Vendl
	serpenyőn	serp. körül	teljes	serpenyőn	serp. körül	teljes	teljes
0·002 >	5·88	7·28	11·92				25·5
0·002—0·01	21·56	29·15	26·77				22·3
0·01—0·02	17·86	24·05	16·94				15·1
0·02—0·05				21·12	22·76	19·48	20·1
0·05—0·1				27·44	17·62	20·77	12·5
0·1 <				5·71	4·56	4·71	4·5
Összesen							

Az adatokból látható, hogy a 0·02 mm-ig terjedő szemnagyságokig a serpenyő körül több ülepszik, mint a serpenyőre, a 0·02—0·05 mm-es frakciónál közel egyező %-os mennyiségek ülednek, e fölött pedig a serpenyőre esik a nagyobb százalék.

Meg kell azonban jegyezni, hogy a VENDL-féle készüléknél a spirálrugóval való mérésben van a rendkívüli előnyöket jelentő újítás, mert egy analitikai mérleget tesz feleslegessé s ezzel lényegesen egyszerűsödött a mérőserpenyős készülék. A szedimentációs henger és serpenyő, mint eddig is használatos berendezés, egyszerű átvétel folytán került a készülékbe. Mindazon hibaforrásoknak tehát, melyek ezen berendezésekkel járnak s amelyeknek már számottevő irodalma van (CROUTTS és CROWTHER, SHAW és WINTERER, CORRENS stb.) következképp itt is jelentkezniök kellett. Ezekhez járult még a serpenyő kúpos kiképzése s a viszonylag nagy esés-magassággal együttjáró, hosszú pályán érvényesülő falhatás. A serpenyő kúpos kiképzésének célja az volt, hogy a buborékoknak alóla való eltávozását biztosítsa. Ezen megoldásnak azonban hátránya, hogy az esésben levő szemek pályája ezen a részen a serpenyő csúcsa felé irányul, amely áramlás visszahatólag a serpenyő felett is jelentkezik s a serpenyő fölé eső elméleti hengerből a szuszpenziót részben elszívja. Ezért a továbbiakban egy alul csapottan kiképzett serpenyőt használtam, egyidejűleg egy a serpenyő szélességével pontosan megegyező, mintegy 8 mm magas alátétet rögzítettem a henger fenéklapjára ($1/d$), hasonlóan a SVEN ODÉN-féle készülék javított alakján látható elrendezéshez, azzal a különbséggel, hogy alátétnek a csonka neiloid helyett lapos hengert alkalmaztam. Ezzel a változtatással ugyan velejár, hogy a serpenyő alá könnyen ékelődik légbuborék, ez azonban elkerülhető, ha a serpenyőt a forgatás tartamára a padkától mintegy 3 mm magasságban rögzítjük s a merőlegesbe való állításkor az utolsó fordítást lassabban eszközöljük, hogy a szuszpenzió ne csapódjon a serpenyő alá, hanem a teret zökkenésmentes emelkedéssel töltse ki. Valamelyest lomhább a serpenyő emelkedése és süllyedése is így, azonban még mindig elég pontossággal (± 0.2 mm) mér. Ezzel a serpenyővel és padkával iparkodtam előmozdítani a helyes ülepedést. Ami a falhatást illeti, arra nézve az esési magasság csökkentését látom célravezetőnek.

A jelzett átalakítás után 0.05 mm-nél kisebb szemekből álló kvarcpróbákat iszapoltam különböző esés-magasságok mellett.

A vizsgálat előbb a KÖHN-pipettával, majd átöntés után a VENDL-készüléken s végül a lebegő rész eltávolítása után a serpenyőn és külön a serpenyőn kívül leülepedett anyag KÖHN-cilin-

derekbe való átmosása után ismét KÖHN-pipettával lett megejtve s bepárlás után mérve.

Elemzéseimből az alábbi táblázatban mutatok be néhányat.

Szem- átmérők mm-ben	1. sz. próba frakciói %-ban				2. sz. próba frakciói %-ban			
	esésmagasság 43·5 cm				esésmagasság 24·5 cm			
	Köhn			Vendl	Köhn			Vendl
	serp.	serp. körül	teljes	teljes	serp.	serp. körül	teljes	teljes
0·002 >			9·84	14·0			5·53	7·7
0·002—0·01	31·41	33·15	26·28	27·8	19·39	·0·65	16·76	17·5
0·01—0·02	24·50	20·40	25·36	19·0	18·80	22·31	15·92	16·8
0·02 <	44·09	46·45	38·52	39·2	61·81	57·04	61·79	58·0
Összesen			100·00	100·0			100·00	100·0

Szem- átmérők mm-ben	3. sz. próba frakciói %-ban				
	esésmagasság 24·5 cm			esésmag. 16·5 cm	
	Köhn			Vendl	
	serp.	serp. körül	teljes	teljes	teljes
0·002 >			8·21	12·0	9·8
0·002—0·01	27·54	32·06	23·98	24·4	25·2
0·01—0·02	28·74	24·28	24·42	24·6	25·2
0·02 <	43·72	43·66	43·39	39·0	39·8
Összesen			100·00	100·0	100·0

Amint az adatok mutatják, a 0·002 mm szemek %-os értékei a KÖHN-pipettával nyert értékekkel az esésmagasság elegendő csökkentése esetén elég jól egyeznek. A módosított serpenyővel a faktort 0·66-ban állapítottam meg, azaz a serpenyőn az összes leülepedett anyag 66 %-ának kell lennie. A lebegő rész leszívása a serpenyőre és körülötte leülepedett anyag bepárlása után a mérések azt mutatták, hogy az anyag elosztása valóban a megállapított faktor szerint következik be (0·64, 0·66, 0·66).

Voltaképpen tehát az egész VENDL-féle készülék elvben ugyanaz maradt, a jelzett csekély módosítással azonban kedvezően lehetett befolyásolni az esési pályát.

Természetesen itt csak az említett két legjelentékenyebb zavaró behatás csökkent. Még mindig fennállnak az ülepedéses eljárások-



kal együtt járó többi hibaforrások (elektrolyt hatás, szivattyú hatás, a felrázáskor keletkező örvénylő pályák, melyek folytán esetleg a szuszpenzió szemmagyságok szerint való egyenletes megoszlása is zavart szenved stb.), ami látható a serpenyőn és körülötte levő szedimentum mechanikai összetételének az eltéréséből is, jóllehet az esésgörbe lefutása ugyanazon talaj teljes összetételét bizonyos kompenzáció révén az ellenőrző készüléken nyert adatokkal megegyezően, vagy közel megegyezően adja.

Végeredményben azonban éppígy megvannak a más eleven működő készülékeknek is a maguk sajátos hibaforrásai. A mechanikai analysisben a chemiai analytika értelmében vett pontosságot ezek miatt ezidőszerint elérni nem tudjuk. GESSNER szerint ¹ a párhuzamos kísérletek egyes frakciókra nyert adatainak 2% közepes eltéréssel való egyezését mint jó eredményt kell fogadnunk. E mellett meg kell jegyezni, hogy egy talaj mechanikai elemzési adatait csak akkor értékelhetjük, ha meg van melléje adva az előkészítés módja s a használt készülék.

Végül néhány szót a készülék talajvizsgálati vonatkozásairól.

A talajok mechanikai elemzésére szolgáló készülékeket általában csak egy-egy intervallumban szoktunk használni, minden készüléket azon szemmagyságokra, melyekre nézve a legalkalmasabbak. GESSNER szerint ²

a 10 mm-nél nagyobb szemek elkülönítésére a szitálás,

1·0—0·1 mm közötti szemek elkülönítésére a szitálás vagy mozgó vízzel való iszapolás,

0·1—0·01 mm közötti szemek elkülönítésére a szitálás vagy mozgó vízzel való iszapolás,

0·01—0·001 mm közötti szemek elkülönítésére a szedimentálás,

0·001 mm alatti szemek elkülönítésére a centrifuga

stb. a legalkalmasabbak. Látható tehát, hogy egy teljes elemzés elvégzésére több készülék csatlakozó alkalmazása szükséges. VENDL a készülékére — figyelembe véve az aránylag igen nagy esésmagasságot s a leolvasások úgyszólván pillanatok alatt való eszközölhetését — 0·2—0·002 mm és 0·002 mm > szemmagyságokkal adja

¹ H. GESSNER: Die Schlämmanalyse. 1931. 170. o.

² H. GESSNER: Die Schlämmanalyse. 1931. 154. o.

meg a készülék intervallumát, amely mellett lehetséges, hogy mindössze két készülékkel végezhessük el a mechanikai analysist. Száraz és nedves úton való szitálással lemehetünk a 0·2 mm-ig s az átment frakciót iszapolhatjuk.

A mérőserpenyős készülékek rendkívül jellemző módon tüntetik fel a talajok mechanikai összetételét, már a pusztá esésgörbe alakjában is. Az esésgörbe pillanatról-pillanatra érzékenyen követi a szedimentáció menetét. E révén pl. egész különleges szerephez juthat a készülék oly vizsgálatoknál, ahol az elektrolyt hatását, annak mértékét s a koaguláció lefolyását kutatjuk az ülepedésben levő szuszpenzióban. De ezenfelül egy ilyen esésgörbéről *bármikor, bármely* kívánt frakció %-a is kiértékelhető, ami nagy előnyt jelent, ha meggondoljuk, hogy a mechanikai összetételt illetően még ma sem teljesen egységes a felfogás arra, hogy mily szemnagyságok szerint osztályozzák a frakciókat s a legkülönbözőbb nagyságrendekre rögzített talaj elemzési adatokkal találkozunk.

A talajtanban többnyire a 0·002 mm átmérőnél kisebb, 0·002—0·02, 0·02—0·2 és 0·2—2·0 mm szerint vett osztályozást használjuk, s hogy ezen szemnagyságok esésidejének a görbén megfelelő ponthoz húzott érintő a legkedvezőbb helyzetben legyen megvonható, célszerű ezeknek megfelelő időléptékek mellett megszerkeszteni a rajzot.

(A M. Tud. Akadémia III. osztályának 1933. nov. 13-án tartott üléséből.)

DIE MECHANISCHE ANALYSE DER BÖDEN MIT DER ZUR AUFNAHME DER STÄTIGEN p/t FALLKURVE GEEIGNETEN APPARATUR VON VENDL.

Von KARL SCHUMACHER. (Sopron.)

Verfasser beschreibt den VENDL'schen Apparat, welcher auf derselben Grundlage arbeitet, als der SVÉN ODEN'sche, jedoch mit dem Unterschied, dass zur Messung anstatt der zweiarmigen Wage eine sich im gebräuchlichen Interwall mit der Belastung proportionell verlängernde Spiralfeder verwendet wird. Auch besitzt der Apparat keine automatische Vorrichtung. Die in der Tabelle 1 zusammengefassten Untersuchungsergebnisse zeigen, dass bezüglich der Fraktion unter 0.002 die Resultate von denen mit dem ATTERBERG'schen Apparat gewonnenen wesentlich nicht abweichen, aber mit den, mittels der KÖHN'schen Pipette erhaltenen verglichen, zu hoch ausfallen. Als Ursache wird hauptsächlich die konische Ausbildung der Wagschale und der verhältnismässig starke Einfluss der Wandnähe betrachtet. Der Unterschied zeigt sich besonders deutlich beim ausgelaugten tonigen Waldboden, dagegen ist dieser beim kalkhaltigen Szik-boden weniger ausgeprägt. Bei der genaueren Untersuchung des VENDL'schen Apparates zeigte sich, dass der senkrechte Fall der Körner gestört wird. Dies ist daraus ersichtlich, dass sich von der gesamten sedimentierten Probe nicht jene Sedimentmenge auf die Wagschale und die diese umgebende Ringfläche lagert, als dies dem Verhältnis ihrer Flächen entsprechen würde. Auf die Fläche der Wagschale sollten sich nämlich bei dem angewandten Apparat — unter Berücksichtigung des Verhältnisses zwischen der Fläche der Wagschale und des inneren Querschnittes des Zylinders, ferner der bei der Sedimentierung

nicht in Betracht kommenden Suspensionsmenge (unter der Wagschale) — 65 % der gesamten sedimentierten Menge setzen, wogegen die auf der Wagschale gefundene Sedimentmenge zwischen 50—55 % schwankt. Die mittels der KÖHN'schen Pipette durchgeführte Untersuchung der auf den bezeichneten Flächen vorgefundenen Sedimentmenge ergab, dass ihre mechanische Zusammensetzung mit dem aus der Fallkurve gewonnenen Ergebnis nicht übereinstimmt, (Tab. 2) obzwar letzteres, abgesehen von der Fraktion <0.002 mm infolge gewisser Kompensationserscheinungen dem Analysenresultat des Kontrollapparates ziemlich nahekommt. Um die obenerwähnte richtige Verteilung zu begünstigen, wandte Verf. bei den weiteren Versuchen eine Wagschale anderer Form mit Unterlage an (Fig. 1 1/d). Zur Beschränkung des Einflusses der Wandnähe empfiehlt er die wesentliche Verminderung der Fallhöhe. Nach obigen Änderungen untersuchte Verf. Quarzproben mit verschiedenen Fallhöhen, von denen einige Tab. 3 anführt. Nach diesen Änderungen stellte sich die berechnete Verhältnisszahl auf 0.66, und tatsächlich verlief die Sedimentation in der Weise, dass sich von der Sedimentmenge 64,—66 und 66 % auf die Wagschale lagerten.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 13. Nov. 1933.)

ADATOK AZ ÉSZAKI BAKONYBÓL
A MAGYAR KÖZÉPSŐ TÖMEG FIATALMEZOZOOS
FEJLŐDÉSTÖRTÉNÉTEHEZ.

Telegdi ROTH KÁROLY I. tagtól.

(Székfoglaló értekezés.)

1 térképpel és 3 szövegközi ábrával.

TARTALOM.

Bevezetés.....	206
I. A fiatalmezozoos és harmadkori sorozatok rétegtani összetétele.....	209
1. Fiatalabb mezozoikum.....	209
A) <i>Juraképződmények</i>	209
a) Dachsteinliász.....	210
b) Alsó-liász magasabb része (középső-liász p. parte).....	211
c) Középső-liász (liász δ).....	215
d) Felső-liász.....	215
e) Alsó- és középső-dogger.....	216
f) Dogger felső része, malm (exkl. titon).....	218
g) Titon.....	219
B) <i>Kréta képződmények</i>	224
a) Alsó-kréta (valanginien, hauterivien).....	225
a—1. Alsó-kréta cephalopodás mészkő.....	227
a—2. Alsó-kréta krinoideás-brachiopodás mészkő ..	228
b) Bauxitszint (barrémien).....	229
c) Középső-kréta (aptien, albien).....	229
c—1. Ostreás-orbitolinás csoport.....	230
c—2. Requiéniás mészkő.....	232
c—3. Orbitolinás-brachiopodás mészkő.....	232
c—4. Lemezes szürke mészkő.....	233
c—5. Glaukonitos szint.....	233
c—6. Turrilitéses márga.....	233
Összefoglalás: Üledékképződés a fiatalabb mezozoikumban.....	234
2. Harmadkori üledékek.....	238
II. Hegyszerkezeti viszonyok.....	239
III. A fiatalmezozoos fejlődéstörténet összefoglalása.....	243

Azokban az utóbbi évek folyamán sűrűn megjelent szintézisekben, melyek a földkéreg orogén öveinek és különösen a dél-európai fiatal lánchegységeknek (az ú. n. alpi orogénnek) a hegyszerkezetével és kialakulási folyamatával foglalkoznak, lassanként kikristályosodott és ma már általánosan elfogadottnak mondható a «közbenső hegység» (KOBÉR: «Zwischengebirge»),¹ vagy másként «középső tömeg» (BÖCKH H.: «median mass»)² fogalma. Ezek a közbenső hegységek is az üledékgyűjtő geoszinklinális tartozékai ugyan, de ezen belül merevebb, ellenállóbb magok, idősebb hegyképződésekben összetömörült földkéreg-rögök, melyeknek a fiatal orogenezisből származtatható hegyszerkezeti vonásai feltűnően egyszerűbbek, kevésbé átformáltak, mint azoké a redőzeteké, amelyekbe e középső tömegek peremi részei átmennek.

Az alpi orogénnek egyik legfeltűnőbb ilyen magja (centrális közbenső hegysége: STAUB³; frontális közbenső hegysége: SEIDLITZ⁴) a magyar középső tömeg, mely az Alpok keleti kettéosztódásán illeszkedik a Kárpátok íve és a Dinaridák vonulata közé. Nem is új e mag fejlődéstörténeti és hegyszerkezeti «közbenső» jellegének a felismerése, ennek a «pannoniai masszívum»-nak (mint a MOJSISOVICS által felismert «keleti szárazulat» tartozékának) már id. LÓCZY ma is minden tekintetben helytálló, nagyvonalú jellemzését adta.⁵

Tudvalévő, hogy a magyar középső tömeg az alpi orogenezis előrehaladottabb fázisaiban összetöredezett, hogy tetemes részeit vastagon borították be a harmadkori tengerek üledékei s hogy így csak itt-ott kiemelkedő középhegységeink nyujtanak módot középső tömegünk idősebb építőanyagának és hegyszerkezetének részletesebb tanulmányozására. Rég ismeretes az is, hogy a magyar középső tömegből fennmaradt középhegységeink közül különösen

¹ KOBÉR: Bau der Erde. Wien, 1928.

² BÖCKH H.: LÓCZY LAJOS és a magyar geológia. Földrajzi Közlemények, LVIII. k. 108. l.

³ STAUB: Der Bewegungsmechanismus der Erde. 33. l. Berlin, 1928.

⁴ SEIDLITZ: Diskordanz und Orogenese der Gebirge am Mittelmeer. 69. l. Berlin, 1931.

⁵ LÓCZY L.: Geologische Studien im Westlichen Serbien. A M. Tud. Akad. által eszék. balkán-expedíciók eredm. II. k. 120. l.

a Nyugati (Dunántúli) Magyar Középhegység tűnik ki gazdag és típusosan keletalpi fáciesű mezozoos üledéksorával.

Középső tömegünk e szíve, hol az alpi orogenezis csak aránylag kevésbé gyúrta és alakította át a perm-mezozoos és harmadkori üledéksorokat, hol azok eredeti elrendeződése aránylag csak kevesebbet változott és kövülettartalma is aránylag gazdagon és épen megmaradt, e Nyugati Középhegységünk különösen alkalmasnak látszik arra, hogy az alpi geoszinklinális e részében végbe ment üledékképződés menetét itt pontosan nyomkövetni és magának az alpi orogenezisnek a középső tömegben csak enyhébben megnyilvánult (synorogén) fázisait részletezni és időben is rögzíteni próbáljuk.

Nyugati Középhegységünk legnagyobb kiterjedésű egysége a Bakony, melyben aránylag legteljesebb kifejlődésben található a perm-mezozoos sorozat, de az idősebb harmadkori képződmények is.

A Déli Bakony (Balatonfelvidék) hazánknak talán legjobban feldolgozott geológiai egysége. Böcker J. úttörő kutatásainak eredményét id. Lóczy Balaton-monográfiája¹ a legrésztelesebb regionális leírassá bővítette ki, és örök kára a magyar tudománynak, hogy az e munkában lefektetett rengeteg részlet-megfigyelést és értelmezést koronázó hegyszerkezettani és fejlődéstörténeti összefoglalás már nem készülhetett el.

Az Északi Bakonyra vonatkozó ismereteink sokkal hézagosabbak. Ennek a — sokáig elhanyagolt — hegység résznek részletes geológiai térképét a m. kir. Földtani Intézet megbízásából TAEGER H. készítette el 1909—14. években. Nagyon sajnálatos, hogy TAEGER részletes térképei mindeddig nem jelentek meg, és hogy eredményeit eddig néhány rövidre fogott jelentésben közölhette csupán.²

Rég ismert a Bakony fővonulatának nagy vonásokban egyoldalú (monoklinális), nagyjából északnyugatnak hajló felépítése. Így délen, a Balatonfelvidéken az id. Lóczy monográfiájában a

¹ LÓCZY L.: A Balaton környékének geológiai képződményei és ezeknek vidékek szerinti telepedése. A Balaton tud. tanulm. eredményei. I. kötet, I. rész, 1. szakasz. Budapest, 1913.

² TAEGER H. közleményei a m. kir. Földtani Intézet évi jelentése 1909—1914. évi köteteiben.

legrészletesebben ismertetett alpi — és pedig közelebről déli alpi — fáciesű, gazdagon tagolható és megszakítás nélkül való tengeri ülepedésből származó perm-triász rétegsor foglal helyet és ez a sorozat észak felé Nagyvázsony—Veszprém—Várpalota széles «fődolomit»-vonulatában végződik. Ennél fiatalabb mezozoikum a Déli Bakony felépítésében csak alárendelt elterjedésben vesz részt. Az alpi üledékképződés és orogenezis menetében nagyfontosságú jura és kréta időszakok képződményei fő elterjedésükkel az Északi Bakony területére, közelebről a veszprém—várpalotai fődolomit-övhöz észak felé csatlakozó vonulatra esnek.

A Bakony eme északi szegélyén vizsgálataimat még 1925-ben, a Gaja-völgyi eocén szénképződmény tanulmányozásával kezdtem meg, de később az itteni mezozoikumra is kiterjesztettem. Azt láttam ugyanis, hogy itt a jura és kréta üledéksorok kövületekkel jellemzett szintekre és fáciesekre aránylag részletesen tagolhatók, s így ha valahol, akkor itt van mód arra, hogy a fiatalabb mezozoos fejlődéstörténeti mozzanatok kibogozhatók legyenek, dacára annak, hogy a lösztakaró sok mindent beburkol és az összefüggések keresését sokszor nagyon megnehezíti.

Különösen fontos részletekben a legaprólékosabb fölvételt végeztem el. Vizsgálataimat mint a m. kir. Földtani Intézet geológusa kezdtem el, később — a Földtani Intézettől való megválásom után — részben szintén a Földtani Intézet megbízásából, részben pedig a Széchenyi Tudományos Társaság anyagi támogatásával folytattam. Támogatásukért úgy a Földtani Intézet igazgatóságával, mint a Széchenyi Tudományos Társaság vezetőségével szemben e helyütt is kifejezem őszinte köszönetemet. A külső bejárásoknál és gyűjtéseknél, valamint a részletek tudományos feldolgozásában nagymértékben segítségemre voltak derék tanítványaim és munkatársaim, dr. SZÖRÉNYI ERZSÉBET és ORMÓS ERZSÉBET kisasszonyok, valamint dr. KOVÁCS LAJOS, NOSZKY JENŐ, WEIN GYÖRGY és THIRRING JÁNOS urak. És ha szabad közöttük megkülönböztetést tennem, úgy különösen NOSZKY JENŐ fáradhatatlan és eredményes munkásságát kell kiemelnem.

Munkámat megkönnyítette az a körülmény, hogy egyes terület-részek aprólékos átvizsgálásánál kiindulásul másolatban felhasználhattam TAEGER eredeti geológiai térképeinek a m. kir. Földtani

Intézet igazgatósága által rendelkezésemre bocsátott részleteit. Ilyen térképmásolatok Kisgyón, Tés és Olaszfalu környékéről állottak rendelkezésemre.

A Bakony perm-mezozoos fővonulata a Nyugati Középhegység északkeletnek tartó főcsapását követi, nagyjából északnyugatnak, illetve északnak lehajló rétegsorral. Az Északi Bakony nyugati felét — Pápa irányából — hatalmas «ellenszárnyként» (TARBGER) kiemelt felső triász földolomit- és mészkőtömegek foglalják el, melyek a fővonulattal együtt depressziót zárnak be, az átlag 400 m magasságban fekvő zirci katlant: ebben és e körül csoportosulnak a mezozoos sor fiatalabb tagjai, a jura- és krétaképződmények.

Vizsgálataim a Bakony északkeleti szögletétől (Bodajktól) Zirc környékéig terjedő vonulatra terjeszkedtek ki. Az Északi Bakony mezozoos vonulatának délnyugati végét — Pénzeskút és Bakonybél környékén — részletesen tanulmányozhatni ezideig módomban nem volt és nincs is reményem arra, hogy ezt a munkát a közeljövőben elvégezhessem. Így már most beszámolok tanulmányaim eredményeiről, bár valószínű, hogy a még hiányzó részek vizsgálata az eddigi megismeréseimet további adatokkal bővíthetné.

Az alábbiakban eddigi tanulmányaimnak csupán végső eredményeit foglalom nagy vonásokban össze.

I. A fiatalabb mezozoos és harmadkori sorozatok rétegtani összetétele.

1. Fiatalabb mezozoikum.

A) Juraképződmények.

A Bodajk-Zirci vonulat északkeleti végén, Bodajk, Balinka és Isztimér községek között, kiemelt és a harmadkor előtt tetemes mértékben lepusztult terjedelmes rögcsoport foglal helyet, melyben a földolomitnál fiatalabb mezozoos tag nem maradt meg. E rögcsoport földolomitján középsőeocén üledékek transzgresszív településben foglalnak helyet. A Gaja-patak epigenetikus sziklaszorosban töri át ezt a tömeget. A bodajki rögcsoportot nyugaton az Isztimér község irányából északnak, a Som-hegy nyugati vége felé

tartó diszlokáció határolja el. Ezen a diszlokáción túl lépnek föl először a fiatalabb mezozoos tagok, melyeknek bő sorozata részben már régebben ismeretes a Bakonycsernyétől délre fekvő Tűzköves árok környékéről.¹ Újabb diszlokáció-rendszer szakítja meg a Bakony északi peremének további nyugati folytatását Csőszpusztától keletre, a Hamuházi-hegy mentén. Csőszpusztától Olaszfalu-Eplény-ig oly rögcsoport foglal helyet, melyben a transzgredatazó középső-kréta sorozat közvetlenül a fiatalabb mezozoos összlet legmélyebb tagjain (dachsteini mészkő, dachstein-típusú alsó-liász) foglal helyet. Zirc-Lókút táján következnek újra olyan rögek, melyekben a fiatalabb mezozoos rétegsor bővebb egymásutánja tanulmányozható, itt a legteljesebb összefüggő szelvényt a Lókúttól keletre emelkedő Kávás-hegy feltárásai szolgáltatják.

a) *A dachstein-típusú alsó-liász mészkő.* Mint azt TAEGER is kiemeli, a liász legmélyebb része észrevétlenül jön át a felső-triász dachsteini mészkősorozatából. Kőzettani alapon éles határt vonni e két képződmény között általában nem lehet. Például az alsóperei Csengő-hegy jól feltárt világos-színű, Megalodus-átmetszetekeket tartalmazó dachsteini mészkőpadjai fölfelé meg nem különböztethetően azonos padokban folytatódnak, csak elmaradnak a megalodusok és brachiopodák jelentkeznek. Egy ponton tömegesen találtuk a Terebratula gregaria, Suess fajt kistermetű példányokban.

A dachstein-típusú alsó-liászt alulról praktikusán onnan számíthatjuk, ahol a kőzettanilag dachsteini külsejű mészkő magasabb részében vegyes réciumi és alsó liász brachiopodák társulásai² jelentkeznek, de kövületek hiányában is onnan, ahol világos sárgásfehér és szürke ólitos mészkőfeleségek iktatódnak a dachsteini típusú sorozatba. Olyan jelenséget, amely a felső-triászból az alsó-liászba átvezető folytonos tengeri üledékképződésnek valaminő megszakadására utalna, amilyent pl. a Gerecse-hegységéből említ VIGH,³ az Északi Bakonyból nem ismerék.

¹ PRINZ GY.: Az északkeleti Bakony idősb jurakorú rétegeinek faunája. A m. kir. Földtani Intézet évkönyve XV. k. Budapest, 1906—07.

² KOVÁCS L.: Adatok az Északi Bakony juraképződményeinek ismeretéhez. Közl. a debreceni egyetem ásv.-földtani intézetéből, 1. szám. Debrecen, 1931. 5. l.

³ VIGH, GY.: Führer in das Gerecse-Gebirge. Führer zu den Studienreisen d. Paläont. Gesellsch. Budapest, 1928. 29. l.

A dachsteini típusú alsó-liász mészkő aránylag nagy elterjedésben mutatható ki nemcsak az összefüggő jura-szelvények alján, mint pl. a Tűzköves árok környékén, a lókuti Kávás-hegyen, vagy a Borzavártól délre hajló jura-sorozatban, de közvetlenül a transzgredáló középső kréta alól felbukkanó helyzetben, a Tés-Alsópere-Olaszfalu környékén lévő rögökben is.

b) *Alsó-liász magasabb része* (középső-liász p. parte).

Feltűnő fáciesváltozás (krinoideás-brachiopodás fácies, tűzkő, ammonitás fácies megjelenése) folytán mindenütt jól elkülöníthető a dachsteini típusú alsó-liásztól az alsó-liász magasabb része.

Kisebb hegyszerkezettani egységekkel foglalkozó értekezések a Bakony megszakítás nélkül való alsó-liászában több-kevesebb biztossággal elkülöníteni iparkodnak a közep európai liászfáciesnek lehetőleg összes jellemző zónáit.¹ Nagyobb kiterjedésű, de különösen olyan nagyon eldarabolt és horizontális diszlokációkkal megzavart területen, mint az Északi Bakonyban, ilyen részletes rétegtani taglalás általánosítása sok nehézséggel jár és csak a séma bizonyos erőszakolásával volna keresztülvihető. Ahány liász profil, annyiféle réteg-egymásután állapítható meg (l. az 1. ábrát) és éppen a horizontális eltolódások következtében sokszor közvetlenül egymás mellett fekvő rögökben egészen eltérő profilok adódnak. Akármilyen részletesen is iparkodjunk megfigyeléseinket végezni, e tekintetben a lehetőségek — a terület nagyfokú megzavartságánál és fiatalabb képződményekkel (főleg lösszel) való eltakartságánál fogva — korlátozottak. És éppen ilyen részletes vizsgálatok vezetnek engem arra a meggyőződésre, hogy az alsó-liász üledékképződés időegységeiben nagy változatosságban keletkeztek különböző fáciesek egyidejűleg.

Összefüggő alsó-liászsorozatok a Tűzköves árok környékén, a lókuti Kávás-hegy környezetében, valamint a Zirc és Borzavár között fekvő rögökben voltak tanulmányozhatók.

A kövületek — főleg az ammonita-asszociációk — nem nagy távolságokra követhető rétegekben, hanem inkább korlátolt kiter-

¹ VADÁSZ E.: A Déli Bakony jurarétegei. A Balaton tud. tanulm. eredményei. L. kötet 1. rész. Független: A Balatonmellék palaeontológiája. III. k. IX. Budapest, 1911. Kovács L.: Id. h.

jedésű, kiékelődő, lencseszerű településben halmozódtak össze már eredetileg is, és pedig — mint a továbbiakban látni fogjuk — nemcsak az alsó-liász, hanem a későbbi jura és alsó-kréta időegységek folyamán is.

A részletekre itt nem térhetek ki, csak egy-két példát említek.

A dél felől a Tűzköves ároknak tartó szelvényben a dachsteini típusú alsó-liász mészkőpadok fölött világos, szürke meg sárgás-fehér, itt-ott rózsaszínbe hajló, táblás — kövületeket alig tartalmazó — mészkősorozat következik, fölfelé egészen a Tűzköves árok alsó végében lévő kőbánya középső-liász vörös ammonitász mészkősorozatáig. A világosszínű, táblás alsóliász rétegsornak különösen magasabb része sok tűzkövet tartalmaz, minek következtében a dél felé emelkedő hegyoldalt e tűzköves mészkősorozat denudációs maradványaként hatalmas tűzkőtömbök borítják.

Ebből az alsó-liászszorozatból krinoideász fációs úgyszólván teljesen hiányzik, ezzel szemben a szomszédos Hamuházi-hegy szelvényében közvetlenül a dachstein-liász fölött határozottan elkülöníthetők krinoideász-brachiopodász padok.¹

A Kávás-hegy juraszorozatában a dachstein-liász ólitos mészkőpadjai fölött krinoideász-brachiopodász meszek következnek, majd HIERLATZ-típusú ammonita-faunát tartalmazó (VADÁSZ E. szíves meghatározása szerint) világosveres mészkőpadok sora, mely utóbbi krinoideász padok közbetelepüléseit is tartalmazza. Felső része tűzkőben különösen gazdag, egészen egy sötétebb vörös ammonitász csoportig, mely már típusos középső liászfaunát tartalmaz.

A Kávás-hegy eme alsó- (és részben középső) liász rétegsorát Kovács L. a legaprólékosabban fölvette (megfigyeléseit másutt fogja közölni) és ebben a sorozatban posidonomyász rétegek közbeiktatódását² is kimutatta. A Tűzköves árok világosszürke tűzköves mészkőképződményének azonban itt nyoma sincs.

A Kávás-hegyitől merőben eltérő és inkább a Tűzköves árokéra emlékeztet a Zirc és Borzavár között fekvő rögök alsó- (és részben középső) liászszorozata, mely rögökhöz kelet felé (a részletesen föl nem vett és így térképemen nem ábrázolt) kardosréti rög profilja

¹ KOVÁCS L. i. h. 11. l.

² VADÁSZ E. i. h. 23. és 38. l.

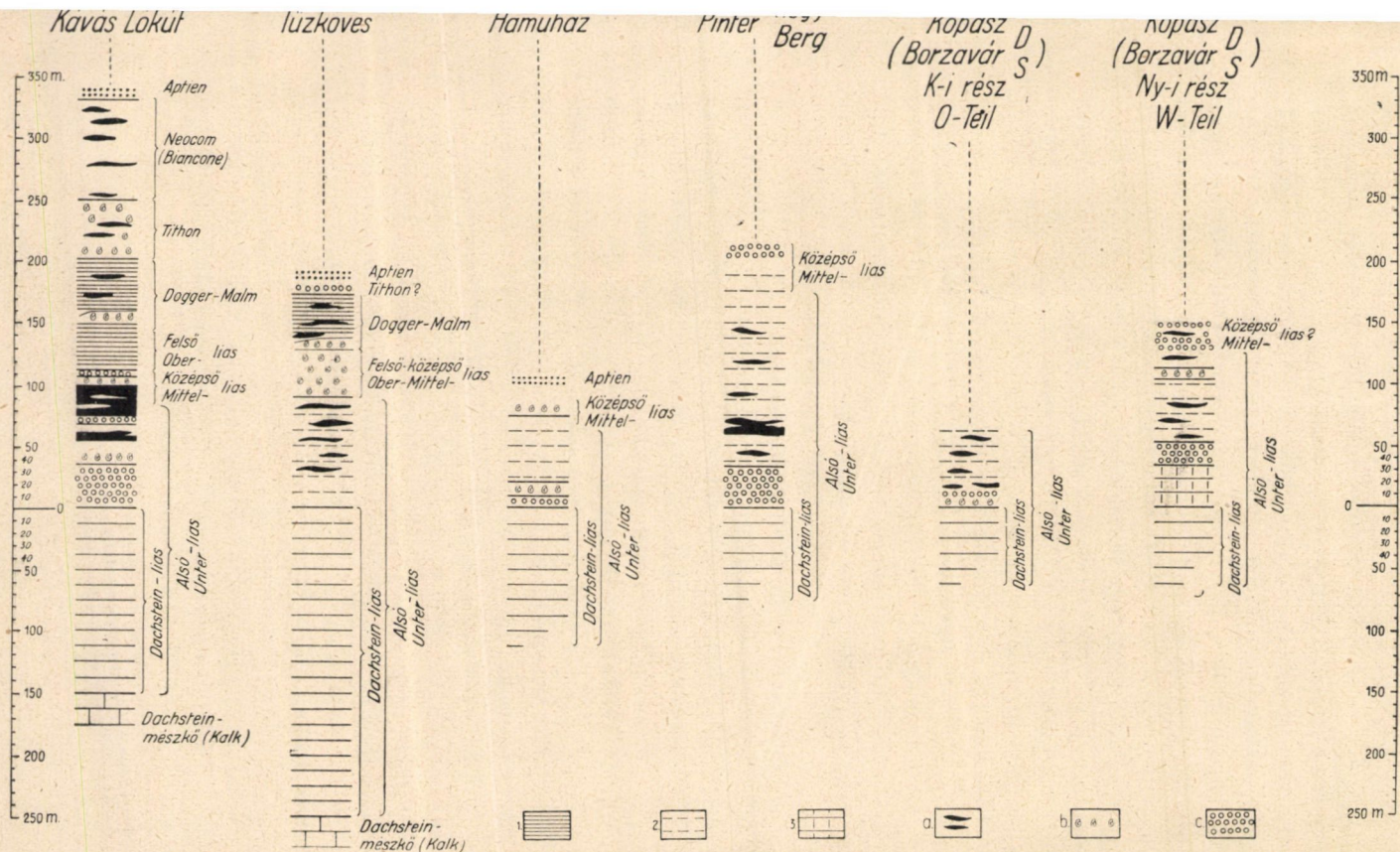


Fig. 1. ábra. Juraszelvények. — Juraprofile.

1. Felsőliász-malm kovás márgák. — Kieselige Mergel des Oberlias-Malm. 2. Liász táblás-pados szürke mészkő. — Graue Kalke des Lias. 3. Élénkveres, kalciteres alsó-liász mészkő (kékhegyi fácies). — Rote Kalke des Unterlias mit Calcitadern (Fazies des Kékhegy). — a) Tűzkő. — Feuerstein. b) Cephalodás tömött mészkő. — Dichter Cephalopodenkalk. c) Krinoideás-brachiopodás fácies. — Crinoiden-Brachiopodenfazies.

csatlakozik. E szorosan egymás mellé préselt rögök alsó-liász-rétegsorainak részleteiben az egyes rögökben egymás között is sok eltérés mutatkozik. A dachstein-liász fölött következő alsó liász-sorozat összetételében egy uralkodó módon világosszürke, részben sárgás-halványzöldes, helyenként halványrózsaszín árnyalatokkal foltos táblás mészkősorozat uralkodik, melynek gazdag tűzkő-tartalma különösen a kardosréti feltárásokban tanulmányozható jól, de a zirci Pintér-hegyen és Bocskor-hegyen is jelentkezik. E világos táblás mészkősorozat alján (közvetlenül a dachstein-liász-padok fölött) Kardosréten, de a Pintér-hegy északi részén is brachiopodákban gazdag, részben krinoideás, világosveres padok foglalnak helyet és fölöttük következik a szürke, tűzköves, táblás mészkő tetemes vastagságú sorozata. A Borzavártól délre emelkedő Kopasz-hegy szelvényében egy helyen a típusos dachstein-liász legfelső padjára csak pár centiméter vastag vörös, ammonitákkal tele rétegecske és fölötte vörös brachiopodás mészkő települ és csak azután következik a világosszürke sorozat, melynek magasabb részében világosvörös ammonitás közbe település ismétlődik meg. A Pintér-hegy déli végén, a Zirc északi kijáratánál lévő kőfejtőben a világos táblás sorozat magasabb része van feltárva, e kőbánya nyugati részében, az itteni sorozat legmagasabb tagjaként világosvörös krinoideás mészkő számos brachiopodát tartalmaz, és pedig az uralkodó *Terebratula* (*Pygope*) *aspasia*, *Men.* mellett a *T. nimbata*, *Opp.* és *T. beyrichi*, *Opp.* fajokat is. A Borzavártól délre helyetfoglaló rögcsoport nyugati tagjában a dachstein-liász fölött oly rétegcsoport következik, melyben húsveres, ujjnyi vastag fehér kalciterekkel sűrűn átjárt mészkőpadok uralkodnak, oly kőzetfeleség, mely a keletebbre eső helyeken teljesen hiányzik, de — az itt tárgyalt területen nyugatra kívüleső — Kék-hegy krinoideás-brachiopodás alsó-liász mészkősorozatának jellemző tagja. A Kardosrét-Zirc-Borzavár között fekvő rögök világos, almazöld és világos rózsaszín árnyalatokkal foltos mészkősorozatában is vannak ammonitákat tartalmazó részletek.

A tűzköves alsó-liásznak és a krinoideás-brachiopodás közbe településekkel jellemzett fáciesnek ilyen egymást helyettesítő fellépésével TAEGER is részletesebben foglalkozik.¹

¹ TAEGER H.: Évi jelentés 1911-ről. 65. l.

Ki kell emelnem, hogy az a sorozat, melyet az elmondottak szerint térképeken alsó-liász-ként tüntetnek föl, aránytalanul vastag a fiatalabb juraemeletek vastagságához képest. Ez a hiba terhel azonban többé-kevésbé úgyszólván minden eddigi, a Dunántúli Középhegység juraképződményeire vonatkozó rétegtani beosztást. Kétségtelen, hogy a térképeken az alsó-liászhoz vett sorozat magasabb része tulajdonképpen már a középső-liászhoz volna sorolandó: ennek biztos őslénytani bizonyítékát adni azonban egyelőre nem tudom. TAEGER a magasabb tűzkövet (pl. a Kávás-hegven, Pintér-hegven) már a középső-liászhoz sorolja.¹

c) *Középső-liász* (liász δ). A középső-liász egy jól jellegzett magasabb szintje az előzőkben leírt rétegsor megszakítás nélkül való fedőjében úgy a Tűzköves árok környékén, mint a Kávás-hegy körzetében is kimutatható. Csak pár méter vastag és mangános foltokkal jellemzett vörös agyagos ammonitás mészkőből áll. A Tűzköves árok alsó végében lévő kőbánya, valamint a Hamuházi-hegy középső-liász faunái már részletesen feldolgoztattak² és ezekkel azonos ammonita-faunák kerültek elő a Kávás-hegy több pontjáról is (ez utóbbiakat is Kovács L. dolgozta fel).³ Kovács (i. h.) a Hamuházi-hegy középső-liász ammonita-faunáját a liász δ . szintbe (az *Amaltheus margaritatus*, Mont. és az *A. spinatus*, Brug. zónái) helyezi.

d) *Felső-liász*. A mélyebb liásztagek fölött összefüggő fiatalabb jura-sorozat csak két szelvényben volt megfigyelhető, és pedig a Tűzköves árokban és a lókuti Kávás-hegven.

A Tűzköves árok alsó végében fekvő kőbánya középső-liász mészkőpadjai felett közvetlenül következő sorozat nincsen feltárva, az árokban mintegy száz méterrel feljebb már csak az alsó dogger és annak fedősorozata látható csupán. Az árok nagyjából a rétegsor csapása mentén vágódik be. Ha az árok felső részéből közeledünk az aránylag kisebb foltra szorítókozó alsó-dogger feltárása felé, folytonos sorozatban léphetünk egyik vörös mészkő-

¹ TAEGER H.: Évi jelentés 1909-ről 57. l. és Évi jelentés 1911-ről 64. l.

² PRINZ GY. i. h., KOVÁCS L. i. h. és Néhány középső-liászkorú ammoniteszfaj az Északkeleti Bakonyból. Földtani Közöny LXII. köt. Budapest, 1933.

³ Bemutatta a Földtani Társulat 1934. ápr. 4-én tartott szakülésén.

padról a felette fekvő másakra egészen addig, míg az alsó-dogger rétegcsoportot el nem érjük. A mélyebben fekvő vörös mészkőpadokban még *Phylloceras hantkeni*, *Schloenb.* tanuskodik e padok középső liász kora mellett, innen pedig kőzettanilag semmiben se különböző, de kövületeket nem tartalmazó padok során juthatni el egészen az alsó-dogger kövületes sorozatig. Határozottan a felső-liászhoz sorolandó összeletet tehát kőzettani alapon itt elkülöníteni nem tudtunk.

A lókuti Kávás-hegy középső-liász ammonitás szintje fölött egy kőzettani szempontból jól elkülöníthető rétegcsoport következik. A középső-liász ammonitás padok fölött finoman kristályos (krinoideás) halvány ibolyás- és szürkesszínű mészkőtáblák következnek, majd egy világosszürkés táblás sorozat, melyben leveles szerkezetű (helyenként sűrűn elhelyezkedett apró kagylókból álló) posidonomyás táblák és különösen a sorozat mélyebb részében sok barnás tűzkő-lemez és lencse foglaltatik. E sorozat mészköve általában erősen elkovásodott. Minthogy e rétegsor közvetlen, megszakítás nélkül való fedőjében foglaltatik a Kávás-hegynék az alábbiakban említendő középső-dogger ammonitás padja, ez a sorozat a felső-liászt és esetleg az alsó-dogger-t képviseli.

Ez a felső-liász kovás világosszürke mészkőképződmény az eplényi mangánbánya mellett is megvan a mélyebb liásztagok fedőjében.

e) *Alsó- és középső-dogger.* Ammonitás dogger-rétegek a Tűzköves árok és a lókuti Kávás-hegy szelvényein kívül még egy harmadik ponton, a zirci Palihálás-pusztától kb. 1 km-re északkeletre fekvő házcsoporthoz (Alsómajor) mellett egy elszigetelt kibukkanásban is kimutathatók voltak.

A Tűzköves árok szelvényében az alsó-dogger ammonitákkal teli csoport igen jól elkülönül az alatta fekvő középső- és felső-liász sötétebb vörös, pados mészkősorozattól. Feltárása az árok alsó végében lévő kőbánya fölött az árokban mintegy 100 m-el följebb kezdődik és innen mintegy 250 m távolságon át követhető. A feltárás felső végén csak 1—2 m vastag, világosabb vörös, gumós táblás-mészkő alakjában foglal helyet a fekvő sötétebb vörös mészkőpadok és a fedő — a továbbiakban említendő — világosszürke, tűzköves mészkő táblás sorozata közén, az árokban lejjebb feltárása 4—5 m-ig

kivastagszik. E helyen a feltárásban alul a gumós mészkő látható és fölötte lazább, világos veres, halvány szürkés-almazöldes színnel foltos lemezes mészkősorozat szolgáltatja különösen bőven a kövületeket. Megjegyzem, hogy PRINZ, a Tűzköves árok faunájának monográfiusa¹ annak idején főleg mások által gyűjtött őslénytani anyagot dolgozott fel és így nem tudta határozottan elkülöníteni az alsó kőbánya középső-liász mészkövéből és a világosabb színű, laza felső sorozatból (dogger) származó anyagot, mert tisztán kőzettani alapon teljes biztossággal ez nem mindig lehetséges.

A Tűzköves árok dogger-faunája az alsó-dogger *Lioceras opalinum* és *Ludwigia Murchisonae* szintjeire utal, de — úgylátszik — még bőven tartalmaz felső-liász fajokat is (PRINZ i. h.).

A lókuti Kávás-hegy szelvényében a doggert csak egyetlen ponton lehetett megállapítani, és pedig a Kávás-hegyet a tőle északnyugatra fekvő lókuti legelőtől elkülönítő, délnek tartó kis völgyben, mely két vető közé foglalt tektonikai árok. Ebben a völgyecskében van egy kút és a kúttól 150 lépésnyire északnyugatnak búvik ki az ammonitákkal teli doggerpad, különben a lejtőn e rétegből kimosott, kopott ammoniták találhatók csupán. A kövületes dogger réteg az előzőekben leírt és főtömegében a felső-liászhoz sorolt tűzköves-kovás táblás mészkősorozat közvetlen fedőjében fekszik és kőzetanyaga hasonló a Tűzköves árokban feltárt doggeréhez, de világosabb és uralkodó színárnyalata nem veres. Világossárgás, kissé a halvány rózsaszínbe hajló, helyenként világos almazölden foltos tömött mészkő, mondhatni ammonita-breccsia és a belőle kikerült faunából a *Phylloceras nilssoni*, Héb., *Cadomites bayleanus*, Opp., *C. brodiaei*, Sow. fajokat említhetem meg, melynek a középső-dogger (*Stephanoceras humphriesianum* szintje) jelenlétére utalnak. A doggerpad fedőjében a továbbiakban említendő finomszemű mangános kovás márga rétegcsoportja fekszik.

A Palihálás pusztától északkeletre fekvő doggerelőfordulás kis kiterjedésű, elszigetelt kibukkanás, melynek közvetlen rétegtani összefüggése más képződményekkel nem volt kinyomozható. Nem messze e doggerkibukkanásától északra a (továbbiakban említendő) legalsó vörös ammonitás titon szinttel kezdődő, teljes titon-alsó

¹ PRINZ i. h.

krétasorozat nagyobb hegyszerkezeti egysége következik és nyomozható összefüggően Borzavár felé. A palihálási dogger kibuvás közete egy sajátságos füstszürke, kissé kristályos szerkezetű, mangános bevonatokat és apró mangánérc-gumókat is tartalmazó mészkő, a benne foglalt ammonita-kőbelek tarka, sárgás-téglavörösen foltozott tömött mészkőből állnak. Az ebből a padból kikerült kövületek a lókuti Kávás-hegyivel azonos dogger szintre utalnak.

f) *Dogger felső része, malm (exkl. titon)*. Úgy a Tűzköves árokban, mint a lókuti Kávás-hegy szelvényében a dogger ammonitáspadok felett közettenilag lényegében a két helyen azonos és nagyon jellegzetes sorozat következik: a mangános, finomszemű kovás márgák csoportja. Minthogy ennek a sorozatnak a közvetlen, megszakítás nélkül való fedőjében a lókuti legelőn kövületes titon sorozat foglal helyet, e kovás márgák rétegsorában a dogger magasabb részének és a malm legnagyobb részének equivalentenseit kell megállapítanunk.

A Tűzköves árok alsó-dogger rétegsora felett világosszürkés, tűzkőszinórokban és lencsékben gazdag táblás mészkő-, majd erősen kovásodott tűzköves márgasorozat következik, mely utóbbinak összetételében csak alárendeltebben vesz részt egy világosszínű, finomszemű kovás, repedezett márga, melynek repedéseit mangános bevonat borítja. Az utóbbi szintén tartalmaz tűzkövet és a Tűzköves árok felső vége fölött vezető úton is kibukkan. Ez a mangános kovás márga uralkodó módon vesz részt a lókuti sorozat — a továbbiakban említendő és rétegtanilag a Tűzköves árok kovás sorozatával egyenlő értékű — részének összetételében. A Tűzköves árok feltárásának legmagasabb részében e kovás, tűzköves, részben mangán-bevonatos márgasorozatot sárgásfehér krinoideás mészkő padjai zárják le, melyek talán már a titonemelethez sorolhatók.

A lókuti Kávás-hegy szelvényében — magának a Kávás-hegynek a nyugati részén, de különösen tovább északnyugatra, a lókuti legelőn — nagy egyöntetűséggel következik a csak egy ponton kimutatott középső-dogger szint fölött és általában a főtömegében a felső-liászhoz számított világosszürke, táblás, kovás mészkő-sorozat fölött a tipikus mangánbevonatos, finomszemű, tűzkőbeágyazásokat (radiolarit) tartalmazó kovás márgák sorozata. Ennek a sorozatnak a felső részében rózsaszínű árnyalatok ural-

kodnak, alsó része uralkodó módon fehér. A rózsaszín sorozat közvetlen fedőjében itt a titon vörös ammonitás mészköve települ.

Csak mellékesen említem meg, hogy ezzel a mangánbevonatos, tűzköves, kovás márgával kőzettanilag mindenben megegyező sorozat fordul elő Sümeg délkeleti szomszédságában, a Lesence-istvándra vívő országút mellett, az ottani jurasorozat legmagasabb tagjaként. E kovás márgákat Böckh J. benne található kisternetű aptychusok alapján térképén a titonemelethez sorolta, Lóczy és Vadász analógiák alapján a felső-liászhoz veszik.¹

g) *Titonemelet*. A megelőző f) pont alatt említettem, hogy a Tűzköves árok jurasorozatának legfelső tagjaként világos sárgás-fehér színű, krinoideás mészkőpadok különíthetők el, melyek talán már a titonemelethez tartoznak, kövület bennük nem akadt. Ezen az egy ponton kívül titon képződmények a bodajk-zirci vonulatnak csak a nyugati felében, a zirci depresszió környékén, de ott aránylag nagyobb elterjedésben fordulnak elő (l. a 2. ábrát).

Legtanulságosabb a lókuti Kávás-hegy szelvényének titon-sorozata, mely kövületekben gazdagságával tűnik ki. A titonrétegek a Kávás-hegy északnyugati folytatásán, a lókuti legelőn vannak igen jól feltárva. E helyen kívül titon még a Zirc, Pali-hálás puszta és Borzavár között helyetfoglaló rögökben, valamint az Olaszfalu mellett emelkedő Eperkes (Eperjes) hegyen és Vadalmás (Som) hegyen található. Régismert a Zircről Borzavárra vezető országút mellett fekvő kőfejtések krinoideás-echinidás (Pygope diphya, Col. tartalmú) táblás titon mészköve, melyről már Koch A. is megemlékezik.²

A titonképződményből származó gazdag fauna tudományos feldolgozását Wein György végzi, ki munkájának eddigi eredményeiről már be is számolt a Magyarhoni Földtani Társulat 1934. február 21-én tartott szakülésén.³

A lókuti legelőn a mangános, kovás márgák felső, rózsaszínű

¹ Lóczy: A Balaton környékének geológiai képződményei, 187., 190. és 192. lapon.

² Koch A.: A Bakony északnyugati részének másodkori képletei. Földtani Közlöny, 1875. évf. 5. sz. 14. l.

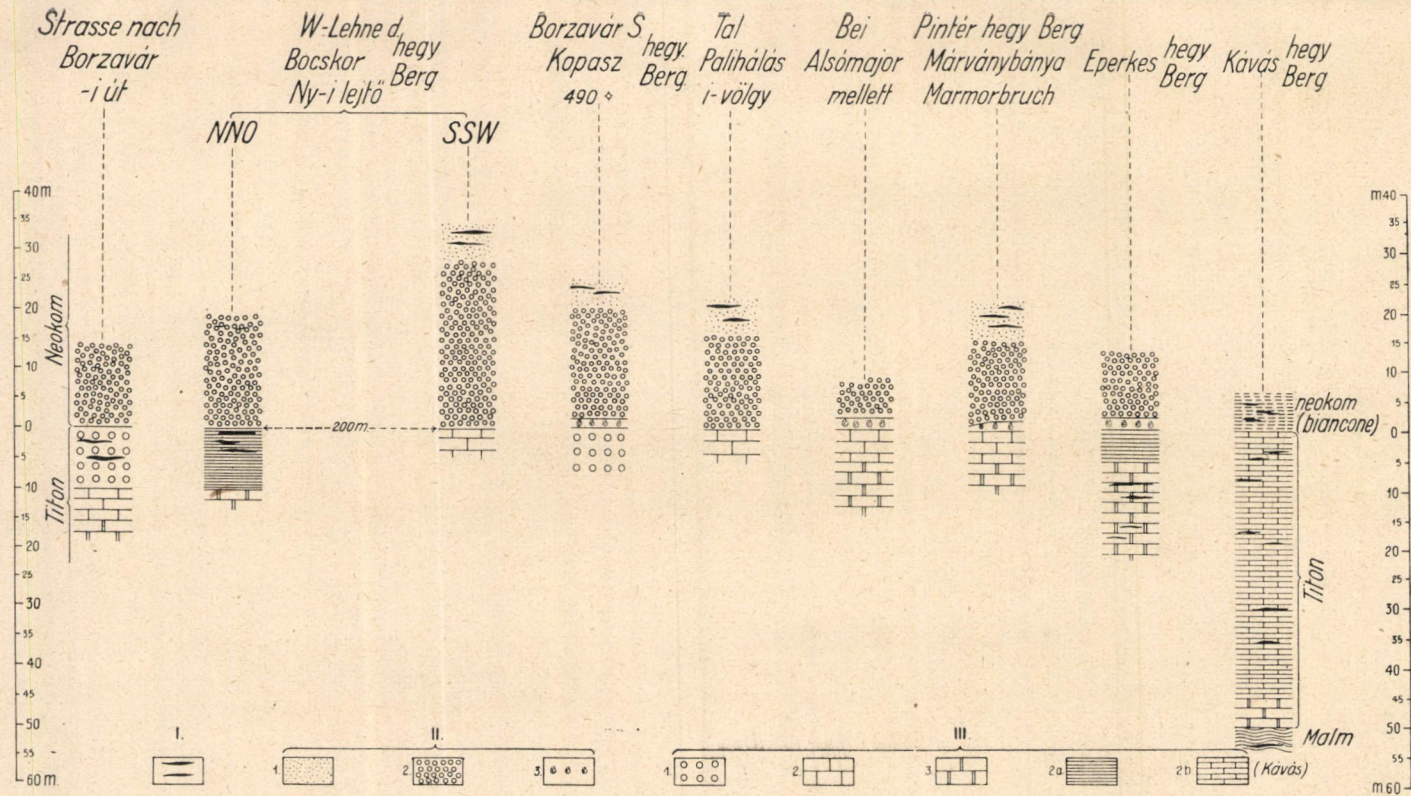
³ Wein Gy.: Zirc környékének titonrétegei. Földtani Közlöny LXIV. k. 81. l. Budapest, 1934.

csoportja felett világosveres ammonitások padok és azok fedőjében egy sárgásfehér, táblás mészkőszorozat foglalnak helyet. Mindkét csoport aránylag gazdag kőületekben. A vörös mészkőpadokban aspidocerasok is fellépnek, a fehér szorozatot különösen a hoplitesek gyakorisága jellemzi (WEIN Gy. megállapítása szerint). Utóbbiból a *Pygope diphyia*, Col. több példánya is előkerült és magasabb részében helyenként aránylag sok tüskebőrű maradványt és általában tűzkő-lencsét is tartalmaz. Ez a sárgás-fehér táblás mészkőszorozat fölfelé éles határ nélkül megy át egy fehérszínű, tömött, porcellánszerű, tűzkőzsinórokat és elkovásodott lepényeket bőven tartalmazó mészkőszorozatba, mely már az alsó kréta-időszak képződménye.

A Zirc környékén kimutatott titonelfordulások a lókuti legelő titon rétegsorától főleg abban térnek el, hogy bennük egy durván kristályos, krinoideás-echinidás fácies is fellép, oly fácies, mely a lókuti szelvényből teljesen hiányzik.

A lókuti szelvényen kívül egyetlen olyan hely sincsen, ahol kőületek alapján biztosan titonnak minősíthető rétegsor közvetlen fekvő képződménye megállapítható lenne. Azonban mindenütt általában a lókutihoz hasonló vörös ammonitások mészkő állapítható meg a titon rétegsor megfigyelhető legmélyebb tagjaként. A vörös mészkőpadok fölött többnyire fehérszínű mészkőpadok települnek pár méter vastagságban és a világosveres, részben zöldesfehér — előbb említett — krinoideás, sok echinidatörmeléket (főleg *cidaridabunkókat*) tartalmazó lemezes mészkőfácies (*Pygope diphyia*-val) — ahol megvan — a titonsorozat legmagasabb tagjaként állapítható meg.

A zirci Pintér-hegy déli aljában lévő ú. n. márvány-bányában a vörös mészkőpadokat (belőlük aránylag gazdag cephalopoda-fauna WEIN Gy.-nél) és felettük 5—6 m vastagságban a fehér mészkőpadokat fejtik. A márványbányának ez a fehér mészkőve vastagon padozott, kőületekben nagyon szegény és így éppúgy, mint e mészkő alább említendő egyéb előfordulásaiban is, külső képében eltér a lókuti legelő felső, sárgásfehér, táblás, kőületekben gazdag és lényegesen vastagabb mészkőszorozatától. A márványbánya fehér, pados mészkőjén világos sárgásszürke, halvány ibolyaszínnel foltos mészkő lencséje fekszik, mely már a továbbiak-



ADATOK AZ ÉSZAKI BAKONYBÓL STB.

Fig. 2. ábra. Titan-neokomszelvények. — Titan-Neokomprofile. I. Tűzkő. — Feuerstein.
 II. Neokom. 1. Finom kristályos lemezes mészkő. — Feinkristalliner Plattenkalk. 2. Szürke krinoideás-brachiopodás lemezes mészkő. — Grauer Crinoiden-Brachiopoden Plattenkalk. 3. Cephalopodás mészkő. — Cephalopodenkalk.
 III. Titan. 1. Vörös és sárgás krinoideás-brachiopodás mészkő. — Roter und gelblicher Crinoiden-Brachiopodenkalk. 2. Fehér tömött mészkőpadok. — Weisse dichte Kalkbänke. 2a) Fehér lemezes aptychusos mészkő. — Weisse Aptychen-Plattenkalke. 2b) Fehér cephalopodás lemezes mészkő (Káváshegy). — Weisse Cephalopoden-Plattenkalke (Kávásberg). 3. Vörös cephalopodás mészkőpadok. — Rote Cephalopodenkalkbänke.

ban említendő alsó-kréta gazdag faunáját tartalmazza és fölfelé alsó-kréta krinoideás-brachiopodás fáciesben folytatódik.

A zirci Bocskor-hegy délnyugati végén (a Borzavárra vezető országút fölött) közvetlen fehér mészkőpadok bukkanak ki, közvetlen fedőjükben alsó-kréta krinoideás-brachiopodás mészkő települ. E fehér mészkőpadok északi irányban — csapás mentén — jó darabon követhetők, hol aztán őket (a Bocskor-hegy nyugati lejtőjén) aptychusok és Pygope diphya fellépésével jellemzett fehérlemezes mészkő fáciese váltja fel, mely alól vörös cephalopodás mészkő bukkan ki. A titon krinoideás fáciese — egy másik rögben — tovább nyugatra, a Borzavárra vezető országút mindkét oldalán kőfejtőkben van jól feltárva: ez az az előfordulás, melyről (i. h.) már Koch A. is megemlékezik. Az uralkodó módon veresszínű titon krinoideás fácies fedőjében itt éles határ nélkül következik az alsó-kréta sárgásszürke színű, krinoideás-brachiopodás fáciesű rétegsora. Az országút mellett fekvő kőbányától északnyugatra völgy jön le és ebben, a titon krinoideás szint fekvőjébe illeszkedő helyzetben, fehér és vörös (alsó) titonmészkőpadok bukkanak ki.

A Borzavártól délre emelkedő Kopasz-hegy tetjén és onnan délre, Palihálás-pusztá felé (a liász-sortól diszlokáció által elvágva) nagyobb titon — alsó-krétaegység foglal helyet. Ebben az alsó-kréta sárgás-szürke, krinoideás-brachiopodás sorozata a legelterjedtebb, mely alól általában a titonsorozat tagjai bukkanak ki. A 490 m-es hegytetőn a titon vörös krinoideás mészkövet és közvetlen szomszédságában a fedő alsó-kréta sárgásszürke krinoideás-brachiopodás táblás mészkövet több kőfejtés nyitotta meg. A két képződmény közén neokom cephalopodás fácies nyomait találtuk. A borzavári Kopasz-hegyhát nyugati aljában (a palihálási völgy mentén) is kibukannak az alsó-kréta krinoideás-brachiopodás sorozat alól az itt felhajló titonképződmények: ha észak felől jövünk, eleinte még a titon krinoideás fácies nyomai is, majd délebbre már csak a fehér és vörös tömött mészkő padjai — az alsó-kréta krinoideás-brachiopodás sorozat közvetlen fekvőjében. Az Alsó-major (Palihálás ÉK.) mellett nyíló, északkeletnek tartó völgyben a vörös cephalopodás titonmészkőpadok és felettük fehér padok mutatkoznak, majd egy sárgás-vörös cephalopodás mészkőpad

neokom cephalopoda-faunával, melyet azután az alsó-kréta krinoideás-brachiopodás mészköve fed.

Nem messze e völgy vörös cephalopodás (alsó) titonmészkőpadjainak kibukkanásától délre fekszik az Alsómajor mellől az előzőekben említett doggermészkő kis izolált kibukkanása.

Az elmondottak szerint a részben a titon cephalopodás fácies (jól padozott tömött mészkő) felső részének helyettesítőjeként fellépő durván krinoideás-echinidás titonfácies elterjedésében a Bocskor-hegy és Kopasz-hegy körzetére szorítkozik.

A cephalopodás fácies felső részének fehér padjai, minthogy a zirci márványbányában rájuk települő mészkő a neokomnak nem a legmélyebb szintje (l. alább), részben talán már az alsó-krétába vezetnek át.

Még két ponton lépnek föl titonképződmények Olaszfalu mellett, éspedig az Eperkes-hegy és Vadalmás(Som)-hegy rögeiben.

Az Eperkes-hegy rögének magját brachiopodákat tartalmazó (dachsteini típusú) alsó-liázmészkő alkotja. Ez a mag északra, kettévált rög alakjában ékelődik be az Eperkes főtömegét alkotó normális, titon-alsókréta-középsőkréta sorozat testébe. A hegy Ny-i aljában (az országot mellett) cephalopodákat, aptychusokat, de Pygope diphya-t is tartalmazó világosveres, gyéren tűzközsinórokkal is tarkított (alsó) titon tömött mészkő öve foglal helyet aránylag nagyobb elterjedésben és fölötté fehér titonmészkő nyomai (csak törmelékben látható), valamint ezek felett az alsó-kréta-krinoideás-brachiopodás lemezes mészkő foszlánya (a hegy északi végén). E sorozat tektonikai vonal mentén támaszkodik a keletre következő liászröghöz, melynek déli végén a titon fedőjében a neokom cephalopodás szintet is ki lehetett mutatni a krinoideás-brachiopodás fáciesű alsó-kréta alatt. Az alsó-krétagyűjtés egy része a kettévált liázmag két röge közé is beékelődött, ebben vörös, durván krinoideás-brachiopodás fácies fektetésében szintén kimutatható volt a neokom cephalopodás faciése. Az Eperkes-hegy délnyugati részét az alsó-kréta krinoideás-brachiopodás képződménye építi föl, mely itt északkelet felől betolódott és tektonikailag aránylag erősen igénybevett. A krinoideás sornak legmélyebb része durván kristályos szerkezetű, világos veres, részben szürkés-sárgába hajló lemezes mészkő, mely külsejében a családásig hason-

lít a borzavári krinoideás-echinidás titonfácies kőzetére, de benne nincs meg az ott annyira jellemző *Pygope diphya*, hanem egyéb — rosszmegtartású — brachiopodák jelentkeznek, melyek már neokom-fajok. Megvannak továbbá a finomabban kristályos Zirc környékéről széles elterjedésben ismert — sárgás-szürke színű, alsó-kréta krinoideás-brachiopodás táblás mészkövek is. E sorozatra a középső-kréta üledékek települnek úgy, mint Zirc mellett.

A Vadalmás (Som-hegy) rögének délnyugati sarkában bukkan ki korlátolt kiterjedéssel, meredek falban egy tektonikailag aránylag erősebben igénybevett, fehér és lejjebb uralkodó módon rózsaszínveres, tűzkőben gazdag és jórészt erősen elkovásodott mészkősorozat, melyet kőzettani minősége és a belőle kikerült gyér ősmaradványok alapján a titonemelethez kell sorolnunk. Ezt a képződményt a Vadalmáson — alsó-kréta teljes hiányával — közvetlenül fedik a transzgradáló középső-krétaüledékek.

B) Krétaképződmények.

Az Északi Bakony krétaképződményeinek rétegtani csoportosításában célszerű a krétaidőszak képződményeinek hármast (alsó-, középső- és felsőkrétára való) beosztását használni, mért így egymástól kitűnően elhatárolható, nagy természetes egységeket nyerünk. Az alsó-krétaképződmények — mint láttuk — a jurasorozat közvetlen megszakítás nélkül való folytatásában következnek föl-felé (pl. a Kávás-hegyen). A tengerrel való elboríttatás megszakadása, hegyképződés, szárazföldi időszak (bauxitképződés), választják el az egységes mélyebb mezozoikumtól (inkl. alsó-kréta) az újra előrenyomuló középső-krétatenger üledéksorát. Ez a középső-kréta üledéksor az aptiennel veszi kezdetét és a cenomanig követhető. A Bakonynak területemen kívül eső részein már régebben bebizonyosodott, hogy Ajka, Sümeg és Ugod vidékének gozauifáciesű felső-krétaképződményei egy szorosabb értelemben vett pregozauifáciesű orogén fázist követő újólagos transzgresszióban keletkeztek. Ennek a felső krétakorú transzgresszióknak az üledékei a bodajk-zirci vonulat felépítésében nem vesznek részt s így a továbbiakban csak az alsó- és középső-kréta képződményeivel kell foglalkoznunk.

a) *Alsó-kréta (valanginien, hauterivien).*

Már KOCH és később TAEGER¹ is megállapították, hogy Borzavár és Zirc között a Pygope diphya, Col. tartalmú világos krinoideás titonmész-kő-összlet fölött általában sárgás-szürke, finomabban kristályos, krinoideás-brachiopodás táblásmész-kő sorozata következik, mely magasabb részében tűzkő-zsinórokat és lencsákat bőven tartalmaz. A benne foglalt brachiopodák többnyire rosszabb megtartásúak és nem szintjelzők s így nem csoda, ha ezt a szintet mindkét szerző még a titonhoz számította.

A zirci Pintér-hegy «márványbányájában», az ottani (a titonnál említett) fehér mészkőpadok fedőjében WEIN Gy. által először fölfedezett, gazdag neokom faunát tartalmazó mészkőlencse felismerése tette lehetővé a rétegtani beosztás helyesbítését, mert kétségtelenné vált, hogy a sárgás-szürke krinoideás-brachiopodás sorozatnak, mely a márványbányában a neokom cephalopodás mészkőlencse fedőjében következik, így szintén az alsó-krétához kell tartoznia.

A krinoideás-brachiopodás, táblás alsó-kréta mészkőképződés aránylag vastag és elég nagy elterjedésű Zirc és Borzavár környékén. Azoknak a feltárásoknak a legtöbbször, ahol e krinoideás-brachiopodás sorozatnak a legmélyebb része látható, meg lehet állapítani azt, hogy ez a sorozat általában a titon rétegsor fölfelé való folytatása. Ilyen helyekként már a titonképződmények ismertetésénél felsoroltam a zirc-borzavári országút mellett fekvő kőfejtéseket, hol az alsó-kréta krinoideás-brachiopodás mészkő a titonkorú világosvereses, Pygope diphya-tartalmú krinoideás-echinidás táblás mészkősorozatból éles határ nélkül fejlődik ki. Ugyanott felsoroltam a Boeskor-hegy délnyugati sarkát és a borzavári Kopasz-hegyhát nyugati — a palihálási völgyre néző — alját, hol az alsó-kréta krinoideás-brachiopodássorozat a titonképződés tárgyalásánál megemlített fehér, tömött mészkő legfelső padjára települ. E helyeken a rétegsorok kifogástalan feltárásokban tanulmányozhatók és kétségtelen, hogy belőlük a Pintér-hegy márványbányájából említett cephalopodás neokom mészkőlencse hiányzik.

¹ TAEGER: Évi jelentés 1910-ről, 61. l.

Az alsó-kréta krinoideás-brachiopodássorozat alján cephalopodás szint nyomait Zirc mellett a zirci márványbányán kívül még két ponton sikerült kimutatnunk. A borzavári Kopasz-hegyhát 490 m-es tetején, hol — mint már említettem — kőfejtések azonos dőléssel, közvetlen egymás mellett jól feltájják a titon világosveres krinoideás-echinidás lemezes mészkövet és fedőjében az alsó-kréta sárgás-szürke krinoideás-brachiopodás táblás sorozatát. A két képződmény feltárásai között a legelőn heverő törmelékben találtuk itt egy neokom cephalopodás szint kövületekben aránylag gazdag törmelékét. A másik pont az Alsó-majornál (PalihálásÉK) betorkolló, északkeletnek kiágazó völgy, melyben — mint már említettem — vörös titon cephalopodás mészkőpadok, tömött fehér-mészkő padjai s ezeken egy sárgás-vörös, tömött, neokom cephalopodákat tartalmazó pad megszakítás nélkül egymás fölött foglalnak helyet. Tovább a fedő felé a sárgás-szürke krinoideás-brachiopodás alsó-krétasorozat következik.

Az elmondottakból az alsó-kréta cephalopodás mészkővére vonatkozólag is beigazolódik az a megállapításom, melyet már az alsó-liászsorozat részletesebb leírásánál említettem, hogy különösen az ammonitás szintek gyakran — már keletkezési módjuknál fogva — aránylag kis horizontális kiterjedésű, vékony lencsék csupán.

Szemmel látható ez a zirci márványbánya neokom cephalopodás lencséjén, mely mintegy 15 m szélességben van feltárva és csupán 40 cm maximális vastagságot ér el, de egyik irányban (kelet felé) fokozatosan elvékonyodik és teljesen ki is ékelődik, hogy e kiékelődésen túl pár ujjnyi vastag nyomokban — a fedő és fekvőréteglapok közén — kőzetanyaga még jelentkezzen.

Alsó-kréta cephalopodás szintet találtunk az alsó-kréta sorozat bázisán legújabbán az Olaszfalu mellett emelkedő Eperkes-hegyen is (l. az Eperkes-hegy titonjának jellemzését). A hegy tömegébe észak felől beékelődött dachsteinliászmag délkeleti végén, a titon-sorozat fedőjében bukkan ki világosveres-sárgás mészkő, mely a kettéosztott liász-hát két részlete közé ékelődött alsó-krétasorozat alján is kimutatható volt. E mészkő aptychusokon és brachiopodákon kívül cephalopodákat is tartalmaz és fedőjében mindkét helyen a krinoideás-brachiopodás alsó-kréta lemezes mészkőve foglal helyet.

A Kávás-hegy összefüggő szelvényében (a lókuti legelőn) — mint a titonról szóló fejezetben már említettem — a titon felső, sárgás-fehér lemezes cephalopodás mészköve észrevehető határ nélkül megy át egy porcellánszerű, fehér, táblás, tűzkő-zsinórokat és elkövásodott lepényeket tartalmazó sorozatba. Az ennek magasabb részéből, egy Lókút község keleti vége fölött (északon) lévő kőfejtésből, kikerült szegényes és rossz megtartású fauna, melyben egy *Crioceras* sp. is foglaltatik, már határozottan neokom-karakterű. Maga a rétegsor kőzetanyaga erősen emlékeztet a Déli-Alpok «biancone»-jének leírásaira. A lókuti neokom fedőjében, közvetlenül az előbb említett kőfejtés fölött, a középső-kréta üledéksor legmélyebb tagjai foglalnak helyet.

Az alsó-kréta lelőhelyekkel és azok gazdag faunájának tudományos feldolgozásával ifj. NOSZKY JENŐ foglalkozik, ki tanulmányainak eddigi eredményeiről már be is számolt a Magyarhoni Földtani Társulat 1934 február 21-én tartott szakülésén.¹

a) — 1. *Alsó-kréta cephalopodás színtek* — mint említettem — négy helyről ismeretesek kis horizontális kiterjedésben és aránylag csekély vastagságban: a zirci márványbányából, a palihálási Alsó-major völgyéből, a borzavári Kopasz-hegy 490 m-es pontja mellől és az Eperkes-hegyről.

A zirci márványbánya neokom mészkőlencséjéből ismételt gyűjtések oly gazdag faunát szolgáltatottak, melyben NOSZKY mintegy 50 fajt határozhatott meg. Ez a fauna a képződménynek a hauterivienbe való tartozása mellett vall.

A palihálási és kopasz-hegyi előfordulásokból szegényesebb fauna van csupán birtokomban, mert e lelőhelyeket kellően kiaknázni még módunkban nem volt. Se kőzetanyaguk, sem pedig faunájuk karaktere nem teljesen azonos a márványbányai előfordulásával.

NOSZKY eddigi megállapításai szerint a márványbányai és palihálási neokom előfordulások között inkább csak fácies-különbség mutatkozik (a palihálási sárga-vörös neokom mészkőben hoplitesek, oleostephanusok uralkodnak, melyek a márványbányai faunából

¹ Ifj. NOSZKY J.: Adatok az Északi Bakony krétaképződményeinek ismeretéhez. Földtani Közöny I.XIV. k. 99. 1. Budapest, 1934.

teljesen hiányzanak), a Kopasz 490 m-es tetején csak törmelékben talált világosvöröses, kalciteres mészkőtömbök cephalopoda-faunája pedig (aspidocerasokkal) a neokomnak valamely mélyebb szintjére vall.

Az Eperkes-hegy két helyen is kimutatható neokom cephalopodás szintjéből — mint azt az alsó-krétáról szóló általános fejezetben már említettem — aránylag szegényebb fauna került ki, néhány cephalopoda, sok aptychus és a zirci márványbánya cephalopodás neokom szintjében is otthonos brachiopodák.

a) — 2. *Krinoideás-brachiopodás mészkő*. Az alsó-kréta krinoideás-brachiopodás, sárgás-szürke, táblás mészköve aránylag nagyobb elterjedésű Zirc, Borzavár és Palihálás-pusztá között, valamint Ziretől délre a Kakas-hegyen és Olaszfalu mellett az Eperkes-hegyen. A megelőző (a titon emeletről és az alsókrétáról általában tárgyaló) fejezetekben részletesebben jellemeztem ennek a sorozatnak a különböző pontokon megfigyelt, idősebb képződményekre való települési módját. E szerint fekéjében alsó-kréta cephalopodás fácies, a titonosorozatot záró fehér, kövületszegény mészkőpadok, vagy a felsőtiton világos-veres, krinoideás-echinidás táblás sorozata fordulhatnak elő. A Kakas-hegyen fekvője nincs feltárva.

Az alsó-kréta krinoideás-brachiopodás sorozat aránylag nagyobb vastagságban vesz részt a zirc környéki mezozoos sorozat összetételében. Alsó padjai durván krinoideásak, magasabb részében finomabban kristályos szerkezetű, tűzközsínórokat meg lencséket sűrűn tartalmaz. Az ennek a rétegsoportnak lepusztulásából visszamaradó törmelék ilyen elkovásodott részletek erősen kilúgzott, szivacsos szerkezetű darbjait sűrűn tartalmazza, amint arról már КОСН is megemlékezik.¹

Brachiopodák ennek a rétegsoportnak különösen mélyebb részében helyenként tömegesen fordulnak elő, de általában nem valami jó megtartásúak. A *Terebratula cf. acuta*, Qu., *Rhynchonella cf. multiformis*, Roem., *Zeilleria tamarindus*, Sow., *Lyra neokomiensis*, d'Orb. fajokat említhetem meg e rétegsor mélyebb részéből, oly alakokat, melyek másutt a hauterivienben fordulnak elő és részben fiatalabb neokom szintekbe is átterjednek.

¹ КОСН А. и. h. 18. l.

b) *Bauxitszint (barrémien).*

Bauxitszint jelenlétét Alsópere mellett és Eplénytől északra a Boszorkány-hegy hajlásában BALÁS JENŐ bányamérnök állapította először meg. A bauxittest itt a dachsteini mészkő mélyedéseiben fekszik és felső részében áthordott, breccsiás bauxitképződmény foglal helyet, melyben a dachsteini mészkő részben tetemes nagyságú, szögletes zárványai is foglaltatnak. A bauxittest legfelső részéből KORMOS TIVADAR és VADÁSZ ELEMÉR középső krétakorú gastropodákat gyűjtöttek. Mint a BALÁS-féle kutatóaknakban világosan látható, a baux ittestet a transzgradáló középső krétaüledéksor fedi. Bauxittest található még Eplénytől DDKre, az Ámos-hegy levetett nyugati aljában is (bányászati művelés alatt), mely itt is dachsteini mészkövön fekszik és a tetején ugyancsak áthordott bauxitképződményt tartalmaz. A bauxittest fedőjében e helyen középső-eocén képződmény és miocén kavics mutathatók ki csupán.

c) *Középső-kréta (aptien, albien).*

A jól tagolható középső-kréta képződmény nagy egyöntetűséggel követhető területemen végig Zirc környékétől egészen Kisgyónig. Mint arról a továbbiakban még szólni fogok, a középső-kréta üledéksor lerakódása kiemeltetést és szárazföldi időszak denudációját követő epirogén besüllyedés transzgressziójában indult meg, ezt világosan bizonyítja az a körülmény, hogy ennek a nagyon egyöntetű sorozatnak a közvetlen fekvőjében a nála idősebb mezozoikumnak a legkülönbözőbb tagjaival találkozunk. Alsópere mellett és az eplényi Boszorkány-hegyen a középső-kréta sorozat a dachsteini mészkő mélyedéseiben fekvő bauxittestre települ, az alsóperei Tunyok-hegyen és Csengő-hegyen dachsteinliász mészkőre. A tési vonulatban is dachsteinliász, illetve dachsteini mészkő a közvetlen fekvő. A Csósz-pusztától keletre fekvő Hamuházi-hegyen ¹ a középső-krétasorozat közvetlen fekvőképződménye nem figyelhető meg, a legmélyebb középső-kréta szinttől nem nagy távolságra eltérő dőlésű középső-liász képződmény buvík ki. A Tázkóves

¹ KOVÁCS L. i. h.

árokban a középső-krétasorozat aljának nyomai fehér-sárgás színű, a titonhoz sorolható, krinoideás mészkő közvetlen szomszédságában voltak kimutathatók. Az Eplény mellett emelkedő Vadalmáson (Som-hegyen) a legmélyebb középső-kréta tag titonra települ és végül a Kávás-hegyen és Zirc környékén (különösen jól megfigyelhető módon a Kakas-hegyen és Eperkes-hegyen) a neokom krinoideás-brachiopodás mészkővére.

A Bakony középső-kréta faunájáról először HAUER számolt be 1862-ben.¹ Jelenleg ezzel a képződménnyel és a belőle kikerült faunák feldolgozásával ifj. NOSZKY JENŐ foglalkozik (tanulmányát l. id. helyen), a túskebőrű-anyagot SZÖRÉNYI ERZSÉBET dolgozta fel és mutatta be a Magyarhoni Földtani Társulat 1934. február 21-én tartott szakülésén. Középső-krétánkról nemrégiben jelent meg rövid közlemény DOUVILLÉ tollából,² e közlemény TAEGER által kiküldött kövületanyag alapján készült.

Középső-krétasorozatunkban a következő — a térképen is jól kiválasztható — tagokat különböztethettünk meg alulról felfelé: legalsó tag ostreás-orbitolinás csoport (TAEGER «foraminiferás réteg»-ei), fölötte urgon fáciesű requieniás mészkő, majd orbitolinás-brachiopodás mészkő, lemezes szürke mészkő, glaukonitos szint, és végül legfelül turriliteses márga.

c) — 1. *Ostreás-orbitolinás csoportunk*, mely legalább nyomokban a középső-krétasorozat alján úgyszólván mindenütt kimutatható, nagyon változatos összetételű rétegsor és egy karsztosodott területre benyomuló ingresszió bazális képződményének számos jellemző vonását tárja elénk.

Kistéstől keletre jól látható, hogy e sorozat legmélyebb tagjaként élénkvörösrre festett ostreás pad települ az itteni dachsteiniás mészkőre. A Tunyok-hegy nyugati oldalában a dachsteiniászra települt kb. $\frac{1}{2}$ m vastag, vörösszínű algás pad (*Munieria baconica*, Hant.-fajjal) és fölötte keményen összeálló, vörösszínű ostreás réteg kezdik meg a középső-kréta rétegsort. Algás lemezes

¹ HAUER, F.: Über die Petrefacten der Kreideformation des Bakonyer Waldes. Sitzungsberichte d. Math.-Naturwiss. Kl. d. Akademie d. Wiss. Wien, 1862. XLIV. Bd. I. Abt.

² DOUVILLÉ, H.: Sur le crétacé du Bakonyer Wald. Comptes rendus de la soc. géol. de France. Fasc. 10. p. 117—118. Paris, 1933.

mészkövel kezdődik alul az ostreás-orbitolinás csoport Zirc közvetlen északnyugati szomszédságában is, hol ez a sorozat aránylag nagyobb vízszintes elterjedésű, valamint az Eperkes-hegy szelvényében is.

A sorozat mélyebb részében lágy és tarkaszínű (kéesszürke, sárga, barna és vörösen foltos) agyagok is helyetfoglalnak, ezeket különösen jól tanulmányozhattuk egy Tés ÉK-i végén készített mesterséges feltárásban. Ebben az agyagban ujjnyi vastag lencseszerű beágyazások tele vannak ostracodákkal (ZALÁNYI BÉLA szíves közlése szerint tengeri alakok), de kistermetű tengeri csigákat is tartalmaznak.

Nyilvánvaló, hogy a megelőző denudációs időszakban keletkezett mállási termékeknek a környező karsztosodott térszínről az előrenyomuló lagunákba bemosott anyaga üllepedett e tengeri szervezeteket tartalmazó, terresztrikus külsejű agyagok képében a fenékre. Vörös-színűre festett üledékeket az ostreás-orbitolinás sorozat legalján és agyagjaiban csak ott találtam, ahol a középső kréta transzgresszió a dachsteini mészkövet, illetve dachsteinliászt érte el.

A tési kutatóknánk agyag-sorozatának magasabb részében szabálytalan táblás mészmárga-rögök foglaltatnak, melyek brachiopodákat (*Terebratula sella*, Sow. alakköre) bőven tartalmaznak. Kistés mellett (a már TAEGER által is megemlített lelőhelyen) mikrofaunával tömött mészlemezek foglaltatnak ebben az agyagban és itt, valamint az alsóperei bauxittest fedőjében mélyített BALÁS-fele kutatóknakban ujjnyi vastag szénzsinórok is. Lágy agyagok nyomai az ostreás-orbitolinás sorozatnak úgyszólván valamennyi felbukkanási helyén mutatkoznak.

A sorozat magasabb részében-uralkodóvá válik a mészmárga. E magasabb tagokat a Zirc szomszédságában (az Új-utca és Kő-utca folytatásában fekvő völgyben) találni jól feltárva. Itt orbitolinás mészkőrögök, majd föllebb kövületekben (tüskebőrűek, brachiopodák, molluszkák stb.) igen gazdag, széttöredező mészmárga rétegek zárják le fölfelé a rétegsort. E helyen a sorozat teljes vastagsága legalább mintegy 50 m-re becsülhető.

Másutt ezt a vastagságot kimutatni nem igen lehet. A sorozat lágy agyagban való gazdagsága következtében a hegyképző moz-

gások alkalmával erősen kipréselődhetett és jórészben ennek tulajdonítom, hogy helyenként a fedő requieniás mészkőtömeg az ostreás-orbitolinás sorozat fekvőjének oly közelségébe került, hogy látszólag csak pár méter vastagság esik a szelvényben az utóbbi sorozatra. Ez az agyagos — sokszor megpréselt — képződmény kitűnő vízrekesztő, Zirc mellékének és az Eplény-tési vonulatnak természetes forrásai úgyszólván kivétel nélkül a fedő mészkőtömegekből, ezen az agyagon lépnek a felszínre.

Az ebből a sorozatból kikerült aránylag gazdag fauna sajátos összetételű. A páratlanul kitűnő megtartású tüskebőrűek SZÖRÉNYI ERZSÉBET vizsgálatai szerint és a gastropodák VADÁSZ ELEMÉR szerint (szóbeli közlés) leszármazottaikban eddig főleg csak jóval fiatalabb (cenoman-turon) képződményekből voltak ismeretesek. Rétegsorunk aptien korát azonban (melyet i. h. DOUVILLÉ is megállapít) a fedősorozatok részben gazdag és szintjelző faunái közvetve is bizonyítják.

c)—2. *A requieniás mészkő* nagyon jellegzetes tagja középső-kréta-sorozatunknak. Vastagon padozott, többnyire repedezett és elkarsztosodott sziklatömegekben lép a felszínre, mállási felületein tömegesen láthatók a pachyodonta-átmetszetek. Mint vaskos, merev tömeg a hegyképző mozgásokban összetöredezett, megtorlódott rögesoportokban található és így többnyire jóval szélesebb övet alkot a sorozatban, mint amely szélesség az ő valódi vastagságának — mely zavartalan profilokban 30—40 m-nél többnek nem igen adódik — megfelelő. Mint kitűnően jellegzetes szint végig követhető egész középső-kréta-vonulatunkon.

c)—3. *Orbitolinás-brachiopodás mészkő*-csoportunk sokszor éles határ nélkül fejlődik ki a requieniás mészkőből, de azért attól többnyire térképen is jól elkülöníthető. Jól padozott, többnyire világos barnássárga színű tömött mészkőből áll ez a csoport. A pachyodonták eltűnnek, a sorozat mélyebb részében brachiopodák (*Terebratula sella*, Sow. alakköre), itt-ott molluszkák és orbitolinák fordulnak elő, mely utóbbiak azonban nem tömegesen, kőzetalkotó módon, hanem csak egyenként elszórva, vagy legföllebb kisebb csoportokban található. A sorozat felső részében helyenként tömeges brachiopodák mellett exogyrás padok is fellépnek (pl. a Tunyok-hegyen).

Az orbitolinás-brachiopodás mészkőszint épp olyan jellegzetes tag, mint a requeniás mészkő szintje, középső-krétavonulatunk minden szelvényében megtalálható. Vastagsága 15—20 m.

c)—4. *A lemezes szürke mészkő* az orbitolinás-brachiopodás mészkőszint exogyrás padokat tartalmazó (gyakran szürkeshínű) részéből többnyire észrevétlenül fejlődik ki. Kitűnően vékonyantáblás szerkezetű, többnyire szürkés színárnyalatú és ősmaradványokban nagyon szegény. Nehány rossz megtartású túskebőrű maradvány került ki mindössze belőle. Nem mindenütt egyforma vastagságú, mert míg a tési fennsíkról a Gaja völgye (Jásd, Inota puszta) felé lehajló krétatáblában aránylag vastagabb (20—30 m), addig pl. a bakonyánai Gaja-áttörés szelvényében ifj. NOSZKY mindössze 10 m vastagnak találta.

c)—5. *A glaukonitos szint* kitűnő vezérlőszint úgy faunisztikai, mint kőzettani szempontból. Glaukonitos közbetelepülések itt-ott, lokálisan a középső-kréta mészkősorozat mélyebb részében is előfordulnak ugyan, de glaukonitos vezérlőszintünk az egész vonulatban kitar az előzőekben tagolt mészkősorozat legfelső tagjaként és fedője mindenütt a kőzettani szempontból a fekü-sorozattól feltűnően eltérő, jellegzetes, lágy turrilités-es márga.

A lemezes szürke mészkősorozat fölfelé feltűnően kemény padokkal ér véget, a legfelső pad hullámos felületére tapad a glaukonitdús mészmárga anyaga, melybe kemény, galaukonitban szegény lepények is iktatódnak. A glaukonitos szint helyenként csak egy-két deciméter vastag, de kivastagszik 2 m-re is. Legszebb és terjedelmesebb feltárása a bakonyánai Gaja-szorosban van. Aránylag gazdag, főleg túskebőrűekből és ammonitákból álló faunája ifj. NOSZKY megállapítása szerint a vraconnien (legfelső albien) szintjére utal. Erre az eredményre jutott (id. h.) DOUVILLÉ is.

c)—6. *A turrilitéses márga csoportja* — a glaukonitzemek kimaradása folytán — aránylag hirtelen fejlődik ki a glaukonitos szint márgájából. Világosszürke színű, repedezett, aránylag lágyabb, részben vízben szétázó agyagmárga e szint típusos kőzete, mely helyenként a csalódásig hasonlít a középső oligocén (kiscelli) agyagmárga bizonyos fajtáihoz. Főleg a tési fennsíkról a Gaja völgyébe lehajló krétatábla legfelső szintjeként található, maga a Gaja-meder is ebben a képződményben fekszik, mely egy-két pon-

ton még a Gaja-völgy északnyugati oldalán (Jásd mellett) is a felszínre jut. Területem nyugati részén csak az Eperkes-hegy rögeiben van meg a turrilitéses márga, különben ezen a részen a középső-krétasorozat magasabb része már általában denudálódott. A turrilitéses márga faunája lényegileg azonos a glaukonitos szintével, egyes jellemző turrilités-fajok és nagytermetű túskebőrűek sajátjai e rétegsornak.

A turrilitéses márga krétasorozatunk legfelső tagja és aránylag tetemes vastagságú, mert dacára annak, hogy részben denudálódott, egyes szelvényekben így is 60—70 m vastag sorozat maradt meg belőle.

Üledékképződés a fiatalabb mezozoikumban.

(Összefoglalás.)

A fiatal mezozoos tagok megelőző részletesebb leírásából is kitűnik, hogy célszerű, de különösen a továbbiakban következő hegyszerkezeti és fejlődéstörténeti összefoglalás szempontjából indokolt a bodajk-zirci vonulatban bizonyos rögcsoport-egységeket megkülönböztetni, melyekre a mezozoos tagok azonos csoportosulása jellemző az egyes egységeken belül, egymástól eltérő csoportosulás a különböző egységekben.

A legteljesebb mezozoos profilokat a Lókút mellett emelkedő Kávás-hegy rögcsoportjában és másrészt keleten, a Tűzköves árok rögcsoportjában tanulmányozhatni. A kettő közé eső ámos-tési rögcsoportban a középső-kréta transzgradáló üledékei a mezozoos rétegsor aránylag mély tagjaira, a dachsteintípusú alsó-liász mészkőre, illetve közvetlenül a dachsteini mészkő mélyedéseiben foglalt bauxittestre települnek és így a fiatalabb mezozoos tagokat eltakarják. Északnyugaton, a zirci rögcsoportban a zirci depresszió felé hajló rétegsort diszlokáció-rendszer vágja ketté, ennek északi oldalán a mezozoos sorok idősebb része — bezárólag a középső liászig — mutatható ki a zirci depresszió felé hajlott helyzetben a zirci depresszió felé leszakadt rögöket pedig titon-alsó-kréta képződmények építik föl, titonnál idősebb tag egyetlen ponton, a Pali-háláshoz tartozó Alsó-major mellett jut csupán izolált kis dogger kibukkanás képében a felszínre (1. a térképet és a 3. ábrát).

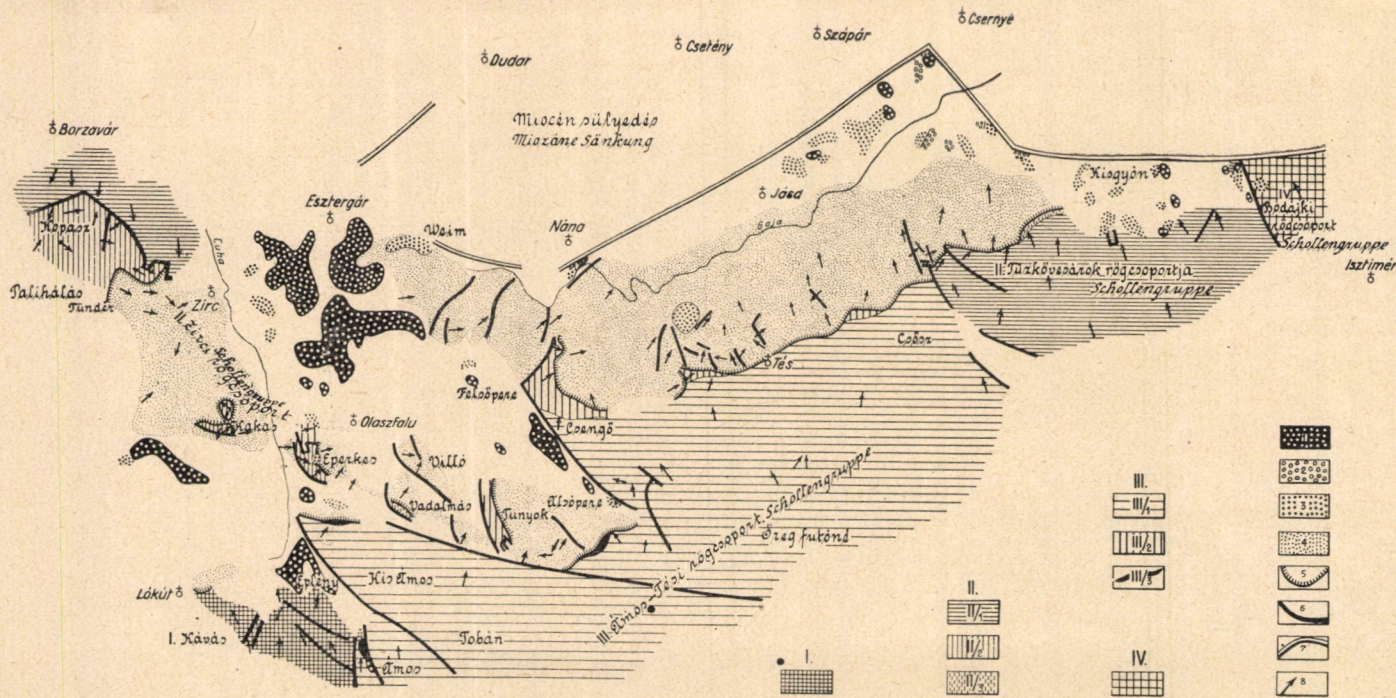


Fig. 3. ábra. I. In der Schollengruppe Kávás-i rögcsoportban. Földolomit-alsókréta folytonos rétegsora. — Hauptdolomit-Unterkreide, ununterbrochene Serie.
 II. Zirc és a Tuzkőves árok rögcsoportjaiban. — In den Schollengruppen von Zirc und des Tuzkőves árok. 1. Földolomit-Malm. — Hauptdolomit-Malm. 2. Titon-alsókréta. — Titon-Unterkreide. 3. Titon (alsó-kréta fedő nélkül). — Titon (ohne hangender Unterkreide).
 III. In der Schollengruppe Ámos—Tés-i rögcsoportban. 1. Földolomit-dachsteini mészkő. — Hauptdolomit-Dachsteinkalk. 2. Dachsteinlias. 3. Bauxit.
 IV. In der Schollengruppe Bodajk-i rögcsoportban. Földolomit. — Hauptdolomit.
 1. Miocénkavics. — Miozäner Schotter. 2. Középső-oligocén. — Mitteloligozän. 3. Eozän. 4. Középső-kréta. — Mittelkreide. 5. A középső-kréta határa normális rátelepedésben. — Grenze der Mittelkreide in normaler Auflagerung. 6. Tektonikai vonalak. — Tektonische Linien. 7. Miocén vetődés. — Miozäne Verwerfung. 8. Rétegek dőlése. — Einfallen der Schichten.

Fussunk röviden végig a mezozoos üledékképződés mentén.

A felsőtriász dachsteini mészkő, mely az ő vastaghéjú kagylóival, algás és helyenként korallal képződményeivel általánosan uralkodó felfogás szerint neritikus, sekélytengeri képződmény, területemen mindenütt éles határ nélkül megy át a liász legmélyebb tagjába, a dachsteini típusú alsó-liász brachiopodás sorozatába. A további liászüledékképződést nagy változatosság jellemzi. Jellegzetes képződmények: krinoideás-brachiopodás fácies, tömött mészkő helyenként cephalopodákban gazdag, nem vastag és többnyire lencseszerű összehalmozódásokkal, továbbá — a két másikkal kombinálódva — tűzkőfácies. E fáciesek eloszlása vertikális, de horizontális irányban is gyakran változik, vertikális profilban a részletekben határozott egymásután nincs, a vízszintes elmozdulásokkal erősen megzavart rögcsoportokban sokszor közvetlenül egymás mellett fekvő rögökben is egészen eltérő részletes profilok adódnak (l. az 1. ábrát). Már TÆGER is megállapította, hogy általában alsó-liász profiljainkban nagy vonásokban egy uralkodó tűzköves és egy krinoideás-brachiopodás közbetelepülésekkel jellemzett fácies részben helyettesítik egymást. A középső-liászban (KOVÁCS LAJOS id. munkái szerint a liász δ szintben) mangánbevonatos «tarka cephalopodás fácies» meglehetősen egyöntetűséggel jelenik meg. A Kávás szelvényében e cephalopodás szint fölött átmenetileg még jelentkezik krinoideás-brachiopodás szint gyenge kifejlődése, de azután ez a típusú sekélytengeri képződmény elmarad.

Az üledékképződésnek ezen menete nyilvánvalóan jelzi a tengerfenéknek a liász kezdetétől fokozatos kimélyülését. A doggermalmban finomszemű, erősen elkövődött, radiolarittartalmú és feltűnően vékony, de a doggerben még lencseszerű cephalopodás közbetelepüléseket is tartalmazó márgák a tenger kimélyülésének maximumát jelzik. A titon felsőrészében jelennek meg újból krinoideás-echinidás-brachiopodás lemezes mészkövek, jelezvén a tengerfenék meginduló kiemelkedését. Ez a kiemelkedés azonban területemen szárazulattá válásra nem vezetett.

Területemen a Kávás-hegy szelvénye az egyetlen, hol a titonképződmény a mélyebb malm-sorozat közvetlen, megszakítás nélküli folytatásában figyelhető meg. A Tűzköves-árokban a titon

jelenléte bizonytalan. A Zirc környékén nagyobb elterjedésű titonképződmény közvetlen fekvője sehol se figyelhető meg, de határozottan meg lehetett állapítani azt, hogy a titon ezeken a helyeken idősebb képződményekkel tektonikai érintkezésben van. Így van ez Zirc és Borzavár között és így van ez az Eperkes-hegyen, hol a hegy magját alkotó dachsteinliászrög kettéválva, idegen testként, tektonikailag ékelődött be a normális titon-krétasorozat testébe.

Területemen titontranszgresszió nyomait kimutatni tehát nem lehetett és erős a gyanúm, hogy azoknak a helyeknek legalább is nagy részén, hol a Dunántúli Középhegység más részeiben titontranszgressziót említ az irodalom, részletes vizsgálatok az enyémekekhez hasonló módon transzgresszió helyett tektonikai érintkezést fognak megállapítani a titon és idősebb képződmények között. A titon mélyebb része ugyanis nemcsak területemen, de a Középhegység más helyein is (a leírások szerint) többnyire tűzköves és cephalopodás fáciesben fejlődött ki, márpedig megelőző szárazföldi periódusban denudálódott mészkötömegek területére ingresszió-szerűen benyomuló tenger első üledékeként ilyen képződményt elképzelni nem tudok.

A felső titonban újra jelentkező, kiemelkedésre, elsőkélyesedésre valló krinoideás-brachiopodás fácies — vékony cephalopodás lencsék közbeiktatódása után — kizárólagos uralomra jut a neokomban, hogy azután szárazulattáválás következzék be.

Neokomkorú negatív parteltolódás és szárazulattáválás nyomait már rég ismerjük a Gerecse-hegységből (»lábatlani homokkő«). Az Északi Bakonyban is megvannak a neokom folyamán beállott kiemeltetés, szárazföldi időszak és denudáció nyomai az Alsópere és Eplény mellett található bauxittestek képében, melyek ebben a szárazföldi időszakban, a karsztosodó mészkötömegek mélyedéseiben halmozódtak föl.

Nagyon fontos azonban, hogy a bauxit keletkezési ideje, az itt fönnállott szárazföldi időszak tartama, egészen szűk határok közé vonható. Minthogy a zirc környéki folytonos mezozoos tengeri üledékképződést lezáró neokom faunája a valanginien és hauterivien emeletek jelenlétét igazolja, a bauxitot fedő sorozat pedig az aptien jellemző, gazdag faunáját tartalmazza, az Északi Bakony-

ban az alsó-krétában fennállott szárazföldi időszak lényegileg a barrème emelet idejére lokalizálható.

A középső-kréta bazális képződményei — mint az előző fejezetben láttuk — egy elkarsztosodott térszínre benyomuló ingresszió üledékeinek számos típusos jellegét viselik magukon. A följebb következő sorozat egymásutánja: pachyodontás zátonyképződmény, orbitolinás mészkő, glaukonitos színt és végül (turrilitéses) márga, melyben a mostohább életkörülményeket is elviselő nagytermetű tüskebőrűek szelektálódnak, beszédesen tanuskodnak a középső-kréta tenger fokozatos kimélyülése mellett. A további üledékképződés menetét itt nyomonkövetni nem lehet. A később kiemelt és denudálódott területünket csupán a középső-eocén tenger üledékei borították újból el, az eocén előtt végbement lepusztulásokból visszamaradt sorozatokban a turrilitéses márgánál fiatalabb tag nincs.

2. Harmadkori képződmények.

A Gajavölgy óharmadkori fejlődéstörténetének fő vonásait egy másik értekezésemben már összefoglaltam,¹ ezért a zirci depresszió harmadkori képződményeire vonatkozólag csak a következőket említem meg:

A középsőeocén üledékek hegyképződés után bekövetkezett szárazföldi időszak denudálódott felületére transzgregálnak és így a legkülönbözőbb idősebb képződményekre települnek. Zirc mellett kövületmentes homok van a középső-eocénsorozat bázisán. Kisgyón-Jásd vidékén fejtésre érdemes széntelepeket tartalmazó szénképződmény bányászati művelés alatt áll. Zirc környékén ennek csak nyoma van a kövületmentes homok fölött, de megvan itt is a kisgyóni széntelepeket fedővel azonos féligsós vízi képződmény (Eplény mellett *Cardium Wiesneri*, Hantk. tartalmú márga), mely fölött nummulinás tengeri márga széles elterjedésben található. A szénfedő tengeri sorozat magasabb része Kisgyóntól délkeletre az alaphegységre transzgregál. Dudar-Csesznek mellett (már tér-

¹ T. ROTH KÁROLY: Infraoligocén denudáció nyomai a Dunántúli Középhegység északnyugati peremén. Földtani Közlöny LVII. k. 32. 1. Budapest, 1928.

képemen kívüleső területen) az eocént az alaphegységre közvetlenül rátelepedő főnummulinás mészkő képében nagyobb, összefüggő elterjedésben található.

Már régebben kimutattam a Gaja völgyében (id. munkámban) egy «infraoligocén» denudáció nyomait, középső-oligocén foraminiferás agyagmárga («kiscelli agyag») — alatta helyenként kövületmentes homok («hárshegyi homokkő») — az eocén denudált felületén foglal helyet. A középső-oligocén foraminiferás agyagmárgát, eocén nummulinás mészkőre települve, csekély kiterjedésben Bakonyháza község déli végén is kimutattuk.

Területünk legfiatalabb képződménye a miocén kavics, mely helyenként eredeti településben, de sokhelyt már áthordott állapotban található és Herend vidékén, valamint Várpalotán szerzett tapasztalatok alapján id. Lóczyval¹ az alsó- és középsőmiocénbe, de részben talán még a szarmata-emeletbe is sorolandó. Korát illető bizonyítékok területemen nem voltak szerezhetők.

II. Hegyszerkezet.

Hegyszerkezet tekintetében általánosan megállapítható, — mint az már régen nem újság — hogy uralkodó vonás a merev rögökre való darabolódás és e rögöknek egymáshoz képest vertikális és horizontális irányban való elmozdulása. A rétegsoroknak eredeti vízszintes helyzetükből való kibillenése mindenkor csak aránylag kismértékű. 10—15°-os, legföllebb 20°-os dőlési szög általánosságban uralkodik, a hajlás ezt az értéket csak egészen ritkán és csak egészen helyi jelentőségben haladja meg. Ez az egy körülmény is elegendő annak megállapítására, hogy ilyen szerkezet mellett a ma használatos nomenklaturában a részletekben gyűrődésekről beszélni nem lehet. Kétségtelen, hogy azok a hegyképző mozgások, melyekben e rögsoportok elrendeződtek, nem vastagon feltöltött geoszinklinális plasztikus mélyében, hanem a földkéreg legkülső részében, a felszínen, vagy a felszínhez egészen közelfekvő merev testben mentek végbe.

¹ LÓCZY LAJOS: A Balaton környékének geológiai képződményei stb. 246. l. és T. ROTH KÁROLY: A várpalotai lignitterület. Földtani Közöny LIV. k. 28. l. Budapest, 1925.

Térképemen csak azokat a tektonikai vonalakat tüntettem föl, melyek megfelelő feltárásokban, részletes rétegtani adatok segítségével kétségtelenül kimutathatók voltak, a lehetőségig kerültem minden hipotetikus vonás feltüntetését. Mint azt a dőléseket ábrázoló nyilak irányainak gyakori megváltozásai mutatják, a feltüntetetteknel jóval több tektonikai vonal van a valóságban. Rétegdőlés-elhajlások csaknem mindig törés mentén következnek be és csak egészen kivételesen és lokálisan találtam nyereg- vagy teknőszerű réteghajlásokat.

A rögök elrendeződése megtorlódásra utal, uralkodó módon egyirányban kissé megbillent rögök háztetőcserépszerű elrendeződésével találkozunk. A vertikális elmozdulások mértéke így általában nem nagy, de ezzel együttjárt egyes rögöknek horizontális irányban való, egymáshoz mért sokszor jelentős eltolódása is. Leveles törésekről beszél különben Eplény környékének tektonikai jellemzésénél TAEGER is.¹

Valóban Eplény környéke vízszintes eltolódásoknak kitűnő példája (l. a 3. ábrát). A zirci rögesoport szélső tagjai (Eperkes, Vadalmás) a különösen a titont és alsó-krétát eltérő fáciesben tartalmazó kávási rögesoport közvetlen közelébe nyilvánvalóan ilyen horizontális mozgások következtében kerültek. Az ámos-tési rögesoport tagjai, melyek a dachsteini liászra és dachsteini mészkőre transzgradáló középső-krétával jellemzettek, valósággal beékelődnek a folytonos mezozoos rétegsorral jellemzett Kávás-rögesoportja és a zirci rögesoport egymás mögé tolódott szélső rögei (Eperkes, Vadalmás) közé. Az alsóperei nagyon jellemző sorrend (dachsteini mészkő-bauxit-középsőkréta) folytatása a Kisámos ÉNy-i végén, kerekén 4 km-el eltolt helyen van. Ez az eltolódás egy nagyjából K—Ny-i vonalon történt, mely messze követhető K felé a földolomit testében is, az Öreg futóné déli aljában, morfológiai lépcső képében, egészen Várpalotáig.

A zirci rögesoport szélső tagjai, az Eperkes és Vadalmás, beékelődnek a teljesen idegen felépítésű Ámos és Tunyok rögök közé. Az Eperkes még teljes titon-alsó-kréta üledéksort tartalmaz a középső-krétasorozat fekéjében — a benne ülő dachsteinliász-mag

¹ TAEGER HENRIK id. évi jelentés 1914-ről, német kiadv. 402—405. l.

idegen testként, tektonikailag ékelődött e rétegsorba — a Vadalmáson azonban már jelentkezik a neokom szárazföldi időszak denudációjának nyoma, mert itt a középső-krétagozat — alsókréta hiányával — közvetlenül titonra települ.

A Tunyok-hegy az ámos-tési rögcsoport tagja. Megtorlódott és kiemelt nyugati részén a dachsteinliászt fedi a középső-kréta, míg keleti részén a tovább transzgregált középsőkréta dachsteini mészkőre települt bauxitot fed be.

Itt az eplényi sarokban nemcsak az ismertetett egy-két példa, hanem egy csomó egyéb részletjelenség is beszédesen tanuskodik a vízszintes eltolódások és megtorlódás mellett. Ezekre itt tovább részletesen nem térek ki.

A tési rögcsoportot a Tűzköves rögcsoportjától elkülönítő diszlokáció-rendszer is heterogén testeket választ el egymástól. A Tűzköves csoport ide határos sarkán, a Hamuházi-hegyen, mint ahogyan az Kovács LAJOS id. részletes tanulmányából is kivehető, a középső-liászig bezárólag terjedő mezozoós sorozat szomszédságában kezdődik a középső-kréta, amely a diszlokáción túl a tési rögcsoportban, Csósz-puszta mellett, dachsteinliászra települ.

A diszlokációk geológiai korát illetőleg azzal a jelenséggel állunk szemben, amelyre STILLE alapvető munkája mutatott először élesen rá,¹ hogy t. i. a mai hegyszerkezeti képet több hegyképző fázisban fokozatosan kialakult rezultánsnak kell tekintenünk.

Határozottan legfiatalabbak azok a törések, melyek területünk északi szegélyét vágják el és amelyek mentén a szápár-nánadudari medence besüllyedése ment végbe. Minthogy e medence feltöltésében eocén- és oligocén-sorozatok felett az alsó-középső-miocén még egységesen résztvesz, a besüllyedés legalábbis miocénkorú, de hogy itt a magyar középső tömeg más helyein kimutatott még fiatalabb mozgások idején, tehát a legfiatalabb időkig folytatódott a relatív besüllyedés, arra következtethetünk abból a körülményből, hogy a nyilván epigenetikus eredetű Gaja bevágódása már korán fogva maradt az északnak lehajló krétagozatában és nagyjából annak csapásán folyik s nem helyeződött át a tektonikai

¹ STILLE, H.: Grundfragen der vergleichenden Tektonik. Berlin, 1924.

süllyedés területére, melyet így a mai formájában egészen fiatalnak kell tartanunk.

Hogy a mezozoós tömegeket elvágó földiszlokációkon mozgások mentek végbe még a miocénképződmény lerakódása után is, erre vall pl. a Csengő alján, vagy Eplény mellett eredeti településű miocénkavics levetett helyzete.

Viszont a legidősebb, határozottan kimutatható oly mozgás, mely területemen szárazföldre való kiemeltetést eredményezett, az előbbieken említett neokom (barrême) — mint a továbbiakban látni fogjuk, nagyon lapos — feldomborodás.

Tapasztalataim összefoglalásaként arra az eredményre jutok, hogy az eocén transzgresszió az Északi Bakony területén olyan tömeget ért, mely *nagy vonásokban* már a mai rög-elrendeződést tartalmazta. Az eocénfoszlányok ugyanis a legkülönbözőbb idősebb képződményeken fekszenek transzgresszív helyzetben és többnyire a földiszlokációk mentén elvetett módon rendeződnek el ugyan, de e tekintetben nem sokat különböznek a miocén levetett kavics-roncsoktól. Az eocén utáni mozgásokról kitűnő képet ad a Dudar és Csesznek között fekvő, főnummulinás-mész-kő nagyobb, összefüggő tömegével borított terület. Itt is vannak horizontális elmozdulások, de aránylag kismértékűek. Ennek a résznek beható tanulmányozását THIRRING JÁNOS végzi.

Az alpidák kialakulásában az alsó-kréta és eocén közé eső időből két jelentős hegyképződési fázist lehetett általánosságban kimutatni: az ausztriai (gozau-előtti) és az eocént megelőző lamari mozgókat. Az előbb elmondottak szerint az Északi Bakony mai mozaikszerű rög-elrendeződésének *fővonásait* tehát e két hegyképződési fázissal egyidejű szynorogén mozgások rovására írhatjuk. E két mozgásnak egymástól való elkülönítésére azonban — felsőkrétaképződmény teljes hiányában — területemen mód nem volt. Abból, amit a bakonyi felső-kréta legszebb előfordulási helyén — Ajkán — a felső-kréta és középsőeocén sok tekintetben konform elrendeződését illetően az eddigi irodalomból kivehetni, arra a következtetésre juthatunk, hogy elsősorban az ausztriai (pregozau) mozgások terhére kell írunk az Északi Bakony rögeloszlásainak fővonásait, hogy azokon a lamari mozgások már csak aránylag kevesebbet változtattak. Ennek precíz megállapítását illetően sok

újat nyújthat még Ajka — a szénbányászat által is jól feltárt — környékének részletes áttanulmányozása.

III. A fiatal-mezozoos fejlődéstörténet összefoglalása.

Ha az elmondott adatok alapján röviden összefoglaljuk az Északi Bakony mezozoos fejlődéstörténetét, abból bizonyos általános vonások is adódnak, melyek az itteni tapasztalatok alapján az egész Nyugati Magyar Középhegységre, a magyar középső tömeg e legtípusosabb reprezentáns roncsára kiterjeszthetők.

Középhegységünk mezozoikuma típusosan alpi, geoszinklinális fáciesű. A triászkorú Thétisz térfoglalásáról, az abban végbement triász üledékképződés menetéről id. Lóczy Bakony-monográfiája ad részletesen számot. A tengeri üledékképződés az Északi Bakonyban megszakítás, észrevehető határ nélkül megy át a jurába is. A Gerecsében VIGH GYULA a liász alján jelentkező kiemeltetést és denudáció nyomait állapítja meg. Az Északi Bakonyban a jura-üledékképződés megszakítás nélkül folytatódik, a tenger kimélyülése konstatalható, mely maximumát a malmban éri el, hogy azután a tengerfenék kiemelkedése mutatkozzék a titonban, mely az alsó-krétában kétségtelen szárazulattá-emeltetésre vezet. VIGH gerecei adatai egy az Alpokban másutt is kimutatott ó-kimmériai mozgásra utalnak, a titon tenger elsőkélyesedése tágabb értelemben vett (elkéselt) fiatal-kimmériai mozgásra.

Ilyen elkéselt fiatal-kimmériai mozgásban az Északi Bakonyban nem kerültek részletek a tenger színe fölé. A Középhegység mindazon helyeit, honnan a régibb irodalom titon transzgressziót ír le, átrevideálandónak tartom, mert biztosra veszem, hogy mint az Alpokban,¹ úgy a Középhegységben is el fognak tüntetni részletes vizsgálatok sok látszólagos rétegtani hézagot, mert ezeknek egy része — mint területemen is — előreláthatólag tektonikai érintkezésnek fog bizonyulni.

¹ PIA, J.: Zur Frage der Lückenhaftigkeit des alpinen Jura, besonders in den Lessinischen Alpen. Mitteilungen d. Geol. Gesellsch. in Wien, Bd. XII. 1920.

Kétségtelenül kimutatható szárazulattáválás területemen a neokom barrème emeletében következett először be. STILLE nomenklaturájában ezt a kiemeltetést idősebb ausztriai mozgásnak nevezhetjük, de joggal jelölhetjük új névvel is, pl. tisiai hegyképződési fázisnak, mert ez a fázis az alpi orogenezis menetében általában szokatlan, de a magyar föld más helyein is kimutatható. Így kimutattam én magam a Villányi-hegységben, a Harsány-hegyen, ROZLOZSNIK kimutatta a Királyerdőben,¹ román geológusok kimutatják a Keleti Kárpátokban² és talán ilyen neokom kiemeltetésre és lepusztulásra vezethető vissza az a jelenség is, melyről másutt már régebben megemlékeztem,³ hogy az Északi-Kárpátok maghegységeinek nyugati részében: a Kis-Kárpátok-Inovec-Tribeceben a redőzetek összetételéből alsó-kréta üledékek — eddigi ismereteink szerint — hiányzanak.

Az esetleges idősebb és fiatalabb kimmériai fázisokban és a különösen az Északi Bakonyban oly szembetűnő tisiai fázis kiemelkedésében jött létre Középhegységünk fővonulatának első, ősi antiklinorium-formája, melyhez nyilván már ekkor csatlakozott a pápai ellenszárny által befogott zirci szinklinorium ősi alakja. Ezek az ősi formák lényegükben a mai napig is megmaradtak, hiszen Nyugati-Középhegységünk fővonulata lényegében ma sem egyéb a kárpáti csapás irányába illeszkedő, hosszan elnyúlt antiklinorium egyik, ÉNy-nak lehajló szárnyánál, melyben a rögös eldarabolódás és horizontális eltolódások mellett nagy vonásokban ma is megmaradt az az eredeti elrendeződés, hogy fiatalabb tagokra befelé, a Velencei-hegység és a Balatonpart kristályos magjai felé, mind idősebb tagok következnek. E fővonulathoz ÉNy-on ma is a kiemelt pápai ellenszárny csatlakozik, a fővonulattal együtt a zirci szinklinoriumot zárva be.

¹ ROZLOZSNIK PÁL: Előzetes jelentés a bauxit előfordulási körülményeiről az északi Biharban (Királyerdő). A m. kir. Földtani Intézet évi jelentése 1916-ról. 450. l. Budapest, 1917.

² MACOVEI, G.: Aperçu géologique sur les Carpathes Orientales. Association pour l'avancement de la géologie des Carpathes, deuxième réunion en Roumanie. Guide des excursions, Bucarest, 1927. 23. l.

³ T. ROTH KÁROLY: Magyarország geológiája. Tudományos Gyűjtemény 104. Pécs, 1929. 81. l.

Középhegységünk kialakulásának ezt az első, embrionális fázisát minősíthetjük egyedül vastag geoszinklinális feltöltődés mélyén meginduló embrionális gyűrődésnek. Azokat a határvonalakat, melyeket ezen redő-embriók mai napig is fennmaradt szárnyainak mezozoos sorozatában ma az egyes tagok normális rátelepedéseként kimutathatunk, a denudáció szabta meg. Az egészen az alsó-krétáig terjedő — folytonos — sorozatban, melyben cephalopodás és tűzköves fáciesek uralkodnak, melyek kétségtelenül mélyebb tenger üledékei, a Középhegység testén keresztül egykori tengerpart-vonalakat meghúzni nem jogosult.

A tisiai fázisban előállott redő-embrióknak nagyon lapos szárnyakkal kellett bírniok. A Káváson és a zirci rögcsoport több helyén jól tanulmányozhatni a középső-krétaképződésnek az alsó-krétára való rátelepülését. Közbeeső szárazföldi időszak nyomát itt megállapítani nem lehet, dőlési diszkordanciát se tudtam kimutatni, a település látszólag folytonos, konkordáns. Az üledékképződés megszakadása, szárazföldi denudáció nyomai és a középső-kréta transzgresszív települése az ámos-tési rögcsoportban kétségtelen, a középső-kréta sorozat itt dachsteinliászra, illetve a dachsteini mészkövön fekvő bauxittestre települ. Dőlési diszkordanciát azonban a szokásos kompaszmérésekkel itt se lehetett kimutatni. Nem kétlem, hogy ilyen dőlési diszkordancia mesterséges feltárások és pontos mérések segítségével megállapítható volna, de biztosan csak kis eltéréseket konstataálna a dőlési szögekben. A rétegsorokat a későbbi mozgások együttesen billentették a mai meredekebb helyzetükbe.

Mégis elegendők voltak ilyen lapos felboltozódások is ahhoz, hogy a barrème szárazföldi időszak denudációja a kiemelt hátakon alapos pusztítást végezzen. Ha tekintetbe vesszük azt, hogy míg id. Lóczy számításai szerint (a Balaton-monográfiában) a permtriász rétegsor legalábbis 2000—3000 m vastagságúnak adódik, addig a jura-neokom üledéksor összes vastagsága területemen gondos számítások szerint a dachsteinliással együtt se haladja meg az 500 m-t (l. az 1. és 2. ábrát), akkor nem csodálkozhatunk azon, hogy a jura-neokom-képződés a kiemelt hátak legnagyobb részéről már a barrème denudációban nyom nélkül eltűnt és főleg csak a zirci ósszinklinorium vonala táján maradt meg.

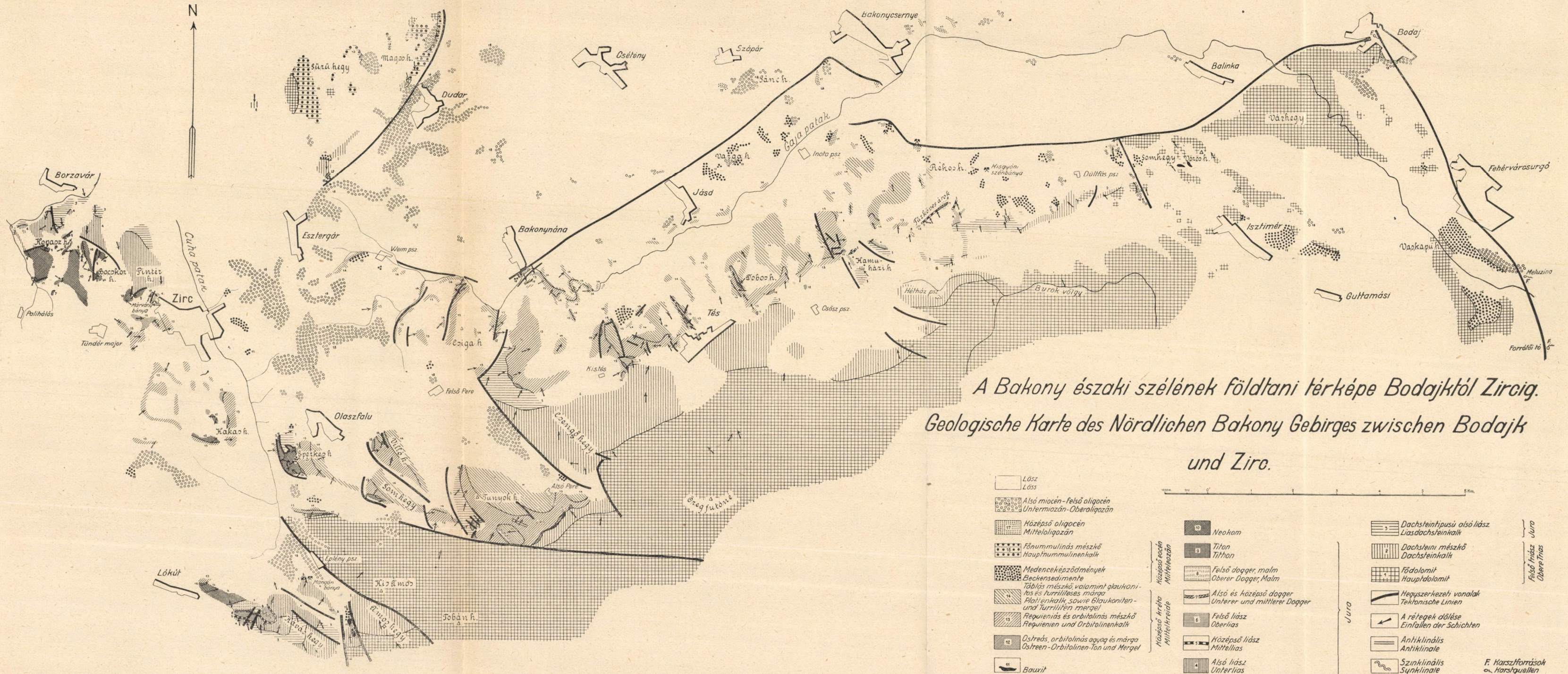
Ha az idegen testként beékelődött ámos-tési rögesoportot nagyjából eredeti helyére próbáljuk visszahelyezni, az DK-re, az antiklinorium belseje felé kerül, de nyilván aránylag nem nagy távolságra: és már itt is eltávolította a barrème denudáció a neokom-jura sorozatot a dachsteinliászig, sőt a dachsteini mészkőig.

A barrème kiemeltetési és lepusztulási időszakát besüllyedés váltotta föl, ez tette lehetővé az aptienben a középső-kréta tengernek — lényegileg a zirci szinklinórium táján — való előrenyomulását.

A barrèmeben denudált és a transzgradáló, összesen 150—200 m-nél nem vastagabb, lényegileg a zirci szinklinórium környékén elhelyezkedő középső-kréta üledéksorral részben betakart, nagyon lapos elrendeződést érték azután az ausztriai (pregozau) mozgások. E mozgások a zirci szinklinórium területét annyira kiemelték, hogy a gozau transzgresszió már nem érhetette el. Így — gozau üledékek hiányában — területemen az ausztriai mozgásokban létrejött szerkezetnek a gozau után végbement laramiai mozgásokban való továbbfejlődését nyomonkövetni nem lehet. Mint fönnebb említettem, valószínűnek látszik, hogy elsősorban is az ausztriai mozgások rováására kell írunk azokat a folyamatokat, melyekben az ősi redőszárnyak továbbfejlődtek, meredekebb helyzetet vettek föl, eltolódott rögökre darabolódtak és részben pikkelyeződtek.

Az itt előállott szerkezet azonban a földkéreg legkülső részében létrejött felszíni tektonika, mely a Bakonyban a barrème denudáció által megkoptatott és szárazulatként kiemelkedő legnagyobb részében, így főleg a Déli Bakonyban már csak a perm-triász tagokat mozgathatta meg: így hiányzik is az ottani pikkelyeződésekből minden fiatalabb üledék.

A barrème szárazföldi periódus óta állandósult a Nyugati-Középhegység északnyugati szélének parti jellege, melyen a továbbiakban tipikus kísérőjelenségeikben jól felismerhető transzgressziók váltakoznak és a Középhegység tömegében a fiatalabb szynorogén fázisok még tovább munkálnak a mai szerkezet kialakításán, főleg a már meglévő tektonikai vonalakon megújuló mozgások képében.



A Bakony északi szélének földtani térképe Bodajktól Zircig.
 Geologische Karte des Nördlichen Bakony Gebirges zwischen Bodajk
 und Zirc.



Várpalota környékén szerzett tapasztalatok¹ arra vallanak, hogy a Középhegység DK felé néző szárnyának letörése és relatív besüllyedése a helvetien elejére esik. Ez a leszakadt szárny a Középhegység és a Mecsek közén, a Dunántúli Dombvidék és az Alföld ismeretlen mélységeiben foglal helyet épp úgy, mint a leszakadt pápai szárny a Kisalföld mélyén.

¹ T. ROTH KÁROLY i. h.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1934. április 23-án tartott üléséből.)

DATEN AUS DEM NÖRDLICHEN
BAKONY-GEBIRGE ZUR JUNGMEZOZOISCHEN
ENTWICKLUNGSGESCHICHTE
DER «UNGARISCHEN ZWISCHENMASSE».

Vom korr. Mitglied K. ROTH de Telegd.

Es wurde eine geologische Detailaufnahme in der N-lichen Randpartie des Bakony-Gebirges, zwischen den Ortschaften Bodajk und Zirc durchgeführt, wo das Studium einer Jura-Kreide-Serie, in reicher Gliederung an Fazies und Horizonten, einen tiefen Einblick in den Gang der jungmesozoischen Sedimentbildung (Fig. 1. und 2.), sowie die Ausarbeitung eines sehr detaillierten tektonischen Lokalbildes (Tafel und Fig. 3.) ermöglichte. Die gewonnenen Resultate lassen aber auch allgemeine Schlüsse über die jungmesozoische Entwicklung des Westungarischen Mittelgebirges, sowie der Ungarischen Zwischenmasse im allgemeinen zu.

Der Hauptzug des Bakony-Gebirges lässt einen nach NW neigenden monoklinalen Aufbau in grossen Zügen heute noch erkennen. Im W erhebt sich dann der Gegenflügel von Pápa und schliesst mit dem Hauptzuge das Synklinorium von Zirc ein.

Das Unterschungsgebiet erscheint weitgehend in Schollen zerlegt, welche nach ihrem stratigraphischen Aufbau zweckmässig in einzelne — analog zusammengesetzte — Gruppen zusammengefasst werden können.

Die Schollengruppe Kávás enthält eine ununterbrochene marine Serie Obertrias-Unterkreide, in welcher die Verteilung der Fazies eine allmähliche Vertiefung des Jurameeres bis zum Erreichen einer Maximaltiefe im Malm (Radiolarite) und dann ein Seichterwerden

im Tithon verfolgen lässt. Die gleiche Serie — bis einschl. Tithon — enthält auch die Schollengruppe des Túzköves árok. Die Schollengruppe Zirz wird durch eine Verwerfungszone in zwei Partien geteilt. In der N-lichen (gehobenen) Partie lässt sich die Serie von unten nur bis zum Mittellias verfolgen, in der S-lichen (abgesunkenen) aber erscheinen nur Tithon-Unterkreide an der Oberfläche.

In den einzelnen Horizonten der Lias-Unterkreideserie wurde eine bunte Abwechslung in der horizontalen Verteilung der drei Hauptfazies: mit Krinoiden-Brachiopoden, mit Cephalopoden und mit Hornstein festgestellt, die umsomehr auffallend erscheint, da oft in unmittelbar aneinander gelegenen, horizontal zueinander verschobenen Schollen ganz abweichende Detailprofile sich ergeben. Cephalopoden-reiche Kalke erscheinen zumeist als linsenartige Einschaltungen von geringer Mächtigkeit.

Eine eingehende Studie über die Tithonbildungen des N-lichen Bakony¹ fehlte aus der früheren Literatur, das Vorhandensein von Unterkreide (Valanginien-Hauterivien) in Gebirge² wurde diesmal zuerst festgestellt.

In den Schollengruppen von Zirz und des Kávás folgt oberhalb der Unterkreide eine reich gegliederte, marine Mittelkreideserie (Aptien-Albien.²) Spuren einer Unterbrechung der marinen Sedimentation, Diskordanz in der Neigung der Schichten konnten hier nicht konstatiert werden.

Dass aber eine Festlandsperiode im Barrémien doch sich einschaltete und dass die Mittelkreideserie in einer erneuerten Überflutung sedimentiert wurde, diese Tatsache konnte in der Schollengruppe Ámos-Tés festgestellt werden. Hier kommen nämlich Bauxitkörper vor, welche einzelne Vertiefungen des verkarsteten obertriadischen Dachsteinkalkes einnehmen und durch die transgredierende Mittelkreide unmittelbar bedeckt werden. Eine auffallende Neigungsdiskordanz fehlt aber auch hier.

¹ Siehe WEIN G.: Tithonschichten der Umgebung von Zirz. Földtani Közlöny Bd. LXIV. S. 96. Budapest, 1934.

² Siehe NOSZKY J. jun.: Beiträge z. Kenntnis der kretazeischen Bildungen des nördlichen Bakony. Földtani Közlöny Bd. LXIV. S. 131. Budapest, 1934.

Die Mittelkreideserie beginnt mit typischen Absätzen einer marinen Ingression (Schichten mit Ostreen-Orbitolinen-Ostracoden), hierauf folgen Requiendienkalke in Urgonfazies, dann Orbitolinen-Brachiopodenkalke, graue Plattenkalke, ein Glaukonit führender Horizont und zuoberst Turrilitenmergel. Die gesamte Mächtigkeit der Mittelkreideserie beträgt nicht mehr, als cca. 200 m.

In der Detailtektonik herrscht eine ausgesprochene Schollenstruktur, wobei eine Anstauung der Schollen zu konstatieren ist. Die einzelnen Schollen reihen sich oft dachziegelartig aneinander, die Neigung beträgt im allg. nicht mehr, als 10—15°, höchstens 20°. Steilere Schichtstellungen kommen nur ausnahmsweise und ganz lokal vor. Das Mass der Vertikalverbiegungen erscheint somit meist gering, parallel damit gingen aber auch horizontale Verschiebungen (sog. «Blätter») der einzelnen Schollen zueinander z. T. in bedeutendem Ausmasse vor sich. Ausgezeichnete Beispiele dieser Art liefert die Umgebung von Eplény, wo z. B. die Fortsetzung des charakteristischen Verbandes bei Alsópere: Dachsteinkalk-Bauxit-Mittelkreide am NW-Ende des Kisámos rund 4 Km. verschoben erscheint. Eperkes und Vadalmás, als die äussersten Glieder der Schollengruppe Zirc, erscheinen zwischen die ganz fremdartig aufgebauten Schollen Ámos und Tunyok eingekleilt. Der Körper des Eperkes enthält noch im Liegenden der Mittelkreide die vollständige Serie Tithon-Unterkreide, in der Scholle Vadalmás aber geben sich schon die Spuren der Neokomdenudation kund, indem hier die transgredierende Mittelkreide die Untertithonserie unmittelbar bedeckt. Im zusammengedrängten W-Teil der Scholle des Tunyok kommt Dachsteinliás im Liegenden der Mittelkreide vor, im O aber der Bauxitkörper am Dachsteinkalk.

Die heutige Struktur entstand in mehreren synorogenen Gebirgsbildungsphasen. Aus der Verteilung des Mitteleozäns und der Miozänshotter im Gebiete kann geschlossen werden, dass die Hauptzüge der heutigen Schollenverteilung schon voreozän entstanden. Doch erfolgten auch noch in den nacheozänen Bewegungsphasen Bruchbildung und Verwerfung, zumeist aber an präexistierenden, neubelebten tektonische Linien gebunden.

Aus dem Zeitintervall Mittelkreide-Eozän konnten in der alpinen Orogenese zwei bedeutende Gebirgsbildungsphasen allge-

mein aufgezeichnet werden: die austrische (vorgosaue) und die laramische (voreozäne) Phase. Beim völligen Mangel an Oberkreide im Untersuchungsgebiete konnten diese beiden Bewegungsphasen hier nicht voneinander unterschieden werden. Aus den Verhältnissen bei Ajka im S-lichen Bakony, wo nebst Mittelkreide und Eozän auch Gosaubildungen vertreten sind, kann geschlossen werden, dass in erster Linie eine austrische Bewegungsphase für die grossen Züge der Schollenverteilung im Bakony verantwortlich gemacht werden kann.

Alt- und jungkimmerische Bewegungen äussern sich nur in Spuren im Westungarischen Mittelgebirge. Es ist sicher, dass letztere im N-lichen Bakony keine Verlandung, sondern nur ein Seichterwerden des Meeres im Tithon verursachten. Was früher von hier als Tithontransgression berichtet wurde, konnte als tektonische Berührung richtiggestellt werden und eine Revision derjenigen Stellen des Westungarischen Mittelgebirges, von wo die Literatur über Transgression des Tithons berichtet, wäre im allgemeinen wünschenswert.

Die erste Verlandung — als eine Art embryonaler Faltung in der Tiefe der mesozoischen Sedimentdecke — und im Anschluss daran Denudation und Bauxitbildung erfolgten im Barrémien. Diese Bewegungsphase kann im Sinne Stille's als «frühaustrisch» bezeichnet, oder aber — da dieselbe im Laufe der alpinen Orogenese im allgemeinen fremd, im Karpatengebiete aber auch an anderen Stellen zu konstatieren ist — mit einem neuen Namen, z. b. als «tisanische Phase» benannt werden.

In dieser tisanischen Bewegungsphase entstand in seiner ersten Form das Antiklinorium, dessen später umgearbeiteter NW-Flügel im Hauptzuge des Bakony heute noch an der Oberfläche ist, sowie daran anschliessend ein embryonales Synklinorium von Zirc. Diese embryonalen Faltenformen dürften in ihren Flügeln sehr sanfte Neigungen besitzen, die aber doch vollständig dazu ausreichten, dass die Denudation die höchstens cca 500 m mächtige Jura-Neokomserie vom Gebiete der Aufwölbung vollständig abräumen konnte. Dies ist daraus zu folgern, dass die Sedimente des in den Raum des Zircer Synklinoriums vorgedrungenen Mittelkreidemeeres bis zum Dachsteinkalk transgredieren und mit den

üblichen Messmethoden doch keine Neigungsdiskordanz (wenn auch wahrscheinlich vorhanden) zu konstatieren ist.

Die Bewegungen in der austrischen (vorgosauen) Phase erfolgten schon in den äussersten Teilen der Erdkruste, erzeugten eine typische Schollenstruktur, durch dieselben wurden im Gebiete der Aufwölbung (im S-lichen Bakony) nur mehr die von der Barrémedenudation unberührten tieferen mesozoischen Glieder des Perm-Trias in Schollen zerlegt und aufgestaut.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 23. April 1934.)

A FEHÉRKŐ ALJÁNAK ERUPTIV RÉSZE LILLAFÜREDNÉL.

SZENTPÉTERY ZSIGMOND I. tagtól.

I—III. tábla.

A borsodhevesi Bükk-hegység északi részén több eruptív vonulat, ill. eruptív sáv húzódik, többé-kevésbé erősen préselt kőzetekből összetéve. E vonulatoknak a lillafüredi völgyet határoló hegyekről a völgy felé lehúzódó ágai vannak legjobban feltárva. Ezek közül ez alkalommal a Fehérkő porfiritsávjáról, illetőleg a völgy oldalában lévő feltárássorozatnak alkotásáról óhajtok beszámolni. Ezek a feltárások jól mutatják az egész vonulat alkotását, amennyiben a völgy éppen keresztben vágja azt ketté. Kőzetei is aránylag a legüdébbek a völgy által feltárt eruptív ágak közül.

Lillafüred mellett az utolsó években végzett nagyszabású útmunkálatok még jobban feltárták a vonulatot, amelyet a vidék felvevő geológusa, SCHRÉTER ZOLTÁN¹ az 1915. és 1916. években az akkori gyenge feltárások alapján is meglepő pontossággal térképezett. A nagyon részletes külső kőzettani kutatások alkalmával is csak apró változtatásokat lehetett tenni a megállapított határokon.

Az eruptív vonulat sötétszürke karbonmészkö, dolomitos mészkö, dolomit és világosszürke (devon? triász?) mészkö között fordul elő, azok közé van begyűrve. Mai helyzetét, azt t. i., hogy a karbon-képződmények az eruptivum felett vannak, a tektonikai mozgások idézték elő, mert mint látni fogjuk, a karbon-képződmény nem fiatalabb nála.

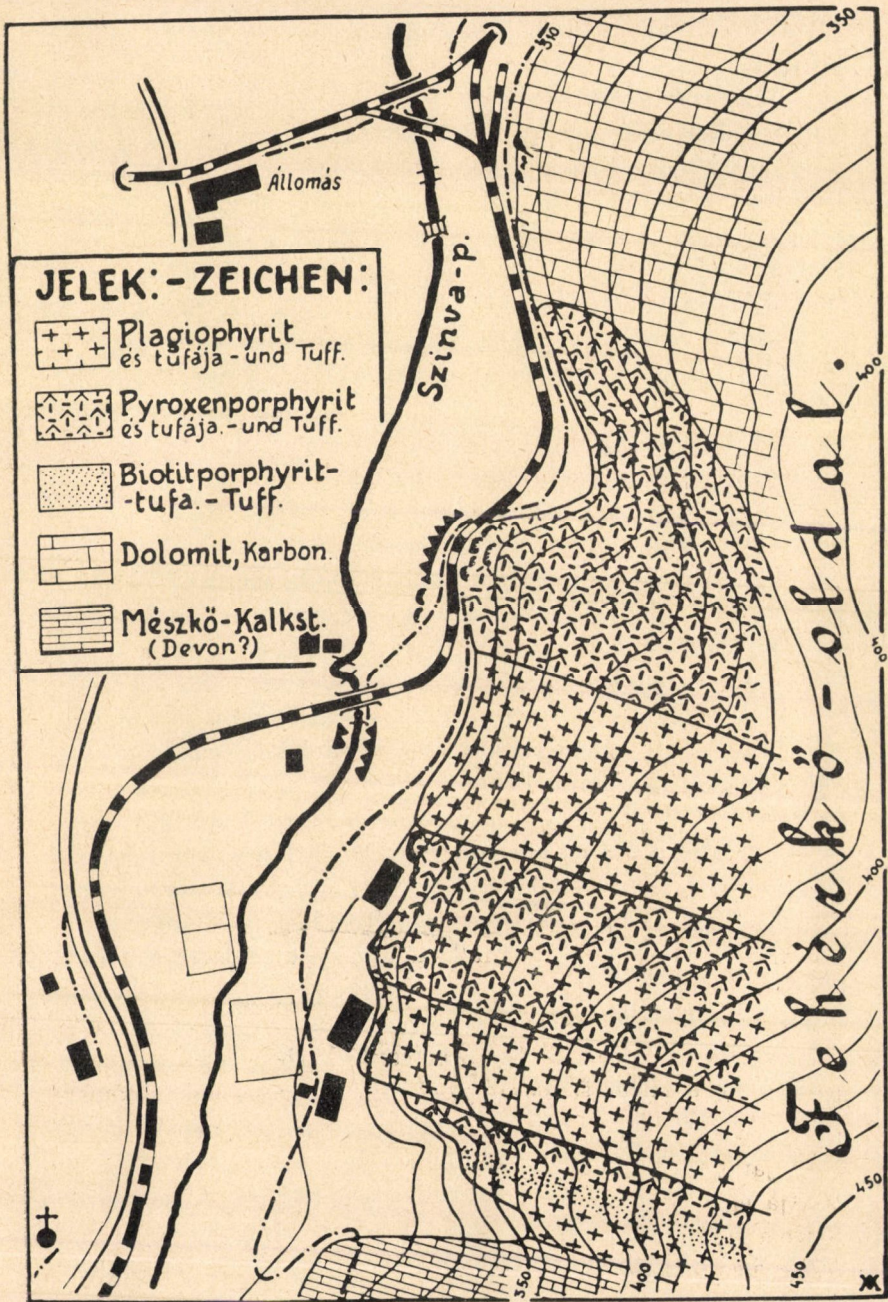
¹ M. kir. Földtani Intézet Évi Jelentése 1905-ről (p. 348—363) és 1916-ról (p. 329—341). Budapest.

A préselés folytán keletkezett palásság iránya nagyjában megegyezik az említett karbonátkőzetekével, habár az egyes porfiritalák dőlése általában szelidebb. A csapás a turistaút feltárásában úgy a dolomitos mészkőnél, mint a porfirinél NyÉNy—KDK-i (átlag 290° — 110° felé), addig a dolomitos mészkő középértékben 72° -ra 15° felé, a porfirin 50° -ra 16° felé, a világosszürke mészkő 60° -ra 18° felé dől, tehát a dőlés ÉÉK-i.¹ A karbonátkőzeteknél a határhoz közeli döléseket vettem tekintetbe. Ettől az átlagos településtől azonban eltérések is vannak, és pedig abban a tekintetben, hogy a dőlés iránya főleg É felé hajlik el, mint az eruptív sor É-i felében, sőt pár fokkal ÉNy felé való elhajlásokat is észleltem. Ugyancsak itt a karbon-képződmény erősen ÉK felé (50° -ig) hajlik. Az eltérés tehát majdnem a diszkordancia határán mozog, de itt tekintetbe kell azt venni, hogy az itt lévő porfirittufa két nagy törési öv között van, ami az elmozdulást nagyon lehetővé teszi.

Ezek a viszonyok a Fehérkő alján tapasztalhatók. A Fehérkőre való felmenetelnél azonban azt látjuk, hogy a csapás és dőlés is, habár szűk határok között is, de gyakran változtatja irányát, különösen a Fehérkő csücsa felé találunk ÉNy felé való elhajlást. Fontos azonban úgy az alsó feltárásokban, mint a hegy oldalán és tetején az, hogy *a porfiritek és a tufáik anyagának váltakozása, tehát az eredeti település majdnem mindenütt pontosan megegyezik a palássággal.*

Mind a három képződmenynél, talán legkevésbé az eruptívumoknál, az említett NyÉNy—KDK-i főirányon kívül szórványosan egy másik, néhol egészen jól látható, másutt nagyon elmosódottan kivehető irány is van, amely különböző szögek alatt metszi a főcsapásirányt. A sok mérés alapján a megközelítő átlagos eredmény É—D-i irányt bizonyít, amely szerint még az eruptívumok északi vége felé is tekintélyes elválási felületek láthatók, míg a világos-szürke (devon?) mészkőnél ilyenek egyenesen gyakoriak. Ennek az iránynak a nagyjában Ny-i dőlése szintén elég meredek, de a szögek nagyon különbözők. Valószínű, hogy ez az É—D-i irány valamely régebbi préselési folyamatnak az eredménye, de

¹ A dőlés irányára vonatkozó fokszámok a WATTS-féle olajkompassz számai.



1. ábra.

ezt az újabb erős tektonikai folyamatok jórészen deformálták és elfedték.

Az út készítésénél az eruptív testben készített nagy feltárásokban vetődési mozgások nyomai is látszanak. Érdekes, hogy ezek a szakadási, mozgási irányok a legtöbb esetben összeesnek a főcsapás irányával. Csak szórványosak a csapásiránnyal szögeket alkotó rendszeren igen keskeny dörzsbreccsiás vonalak, amelyek már, úgy szólván, egészen begyógyultak, az összemorzolt anyag mindenütt szilárd kőzetté állott össze. Ezek talán régibb kinetikai irányok.

Vannak azonban a sziklák sorozatában bőven olyan hézagok, melyeket kőzettörmelék tölt ki, olykor több m szélességben (a legnagyobb 20 lépés széles) és az apróbb-nagyobb szegletes kőzetdarabok teljesen elbomlott, elmállott, olykor agyagszerű anyagba vannak beágyazva. Ezek a hézagok a palássági iránnyal rendszeren összeesnek. Közelebbről megvizsgálva a kőzetdarabokat, azt tapasztaljuk, hogy olykor dörzsbreccsiás szerkezetűek, úgy hogy közeli a valószínűség, miszerint szintén törési, mozgási vonalakat jeleznek. Több helyütt nem találtam azonban ilyen dörzsbreccsiákat, a kőzetdarabok egyszerű lejtőtörmeléknek látszanak, így nincs rá bizonyítékom, hogy minden törmelékes hézag szakadási vonalnak felelne meg. Pedig sokszor valóságos árokszerű mélyedések. Legtöbbször különböző anyagú porfiriteket és tufasorozatokat választanak el egymástól, habár egy ugyanazon kőzetből álló sorozatban is előfordulnak. A hézagokat kitöltő törmelékek helyenként főleg egyfajta kőzetből állanak, több helyütt azonban vegyes a törmelék. Az első esetben könnyű eldönteni a hovatarozandóságát, utóbbi esetben pedig azt vettem tekintetbe, hogy a határoló sziklatömegek melyikéből való az uralkodó kőzetfajta. Sokszor előfordul, hogy a törmelékes hézagnak egyik részén az egyik, a másik részén a másik szálbanálló határkőzet az uralkodó.

Az eruptív vonulatot úgy a breccsiás karbon dolomitos mészkőtől, mint a világosszürke (devon? triász?) mészkőtől tektonikai határ (törmelékkel kitöltött sziklahézagok, melyeknek kőzetdarabjai között megtaláltam több esetben a dörzsbreccsiát) választja el, melynek mentén nagyobb vastagságban vannak összetörve a kőzetek. Így a korviszonyokra nem is találunk a völgy eme részén biztos támpontot. A Fehérkő oldalán és tetején talált viszo-

nyokból azonban arra lehet következtetni, hogy a porfiriteknek, habár a tektonikai helyzet nem is mutatja ezt, csak egy kis része lehet egyidős a karbon-képződmény felső részével, nagy része azonban fiatalabb. A mai helyzetet tehát csak úgy lehet megérteni, ha feltesszük, hogy a diszlokációk folyamán a karbon-képződmény részben rátolódott a porfirítvonulatra.¹ E viszonyokat azonban csak az egész lillafüredi völgynek részletes kőzettani tanulmányozása fogja talán megvilágítani, amire nézve a vizsgálatokat már szintén hosszabb idő óta folytatom.

A porfirít feltárássorozat a fehérkői vasúti alagúttól délre kezdődik, a túristaúton mérve kb. 140 lépésre a breccsiás meszesdolomit mellett és tart 450 lépés szélességben, a fürdőtelepi harmadik lakóháztól kissé délre, a világosszürke (devon?) mészkő határáig. Leszámítva az említett képződményekről elválasztó széles törmelékhezagokat, az egész porfirítfeltárás szélességét csak 400 lépésnek lehet venni.

Közelebről vizsgálva ezt az eruptív szelvényt, azt látjuk, hogy a feltárások sziklafalai tömeges porfiritek meredek padjaiból (régii lávaáraiából) és e kis terjedelmű falak falmagasságának a keretén belül is nagyon változó vastagságú porfirittufarétegekből áll. A porfiritek és tufáik váltakoznak egymással és pedig úgy, hogy a porfiritsorozatok leg többször legalább is az egyik oldalon velük nagyjában egyforma anyagú tufarétegek váltják fel. A tufák között gyakori a salaktufa, a tömeges porfiritek közt gyakoriak a mandulakövek, sőt salakos fajták is előfordulnak.

Az egész porfirítvonulat a mai rendkívül erősen összepréselt állapotban is tekintélyes vastagságot képvisel, eredetileg tehát mindenesetre hatalmas vastagságú képződményt alkotott. Ha pedig tekintetbe vesszük azt a jelenlegi összepréselt, helyenként összehajtogatott állapotban is több mint 16 km hosszú vonulatot, melynek keleti részén ez a feltárássorozat van, nyilvánulónvá lesz előttünk, hogy hatalmas sztrato-

¹ Ezt a körülményt SCHRETER kollégám említett földtani felvételei kapcsán már megállapította, amint ezt már, ugyan nem pontosan erre a helyre, de a vidékre vonatkozólag az 1917. évi közös kirándulásaink kapcsán közölte velem. Újabban PÁVAI-VAJNA FERENC főgeológus szintén erre az eredményre jutott: Hidrológiai Közöny IX. p. 38—50. 1929.

vulkáni képződménnyel van dolgunk. Az egész K—Ny-i irányú vonulat meglehetősen egyenletes alkotású, nagyjában azonos kőzetfajtákból áll, melyeknek lávaárai és tufarétegei közvetlenül sorakoznak egymásra, ill. a vonulatnak mai felgyűrt állapotában egymás mellé, tehát képződésük folyamatos lehetett. A ma látható viszonyok alapján arra lehet következtetni, hogy képződésük közben üledéklerakodás nem történt. Az egyes kőzetfajták érintkezési síkjai, — ahol t. i. érintkezési síkokról egyáltalában szó lehet, — sokkal többször teljesen szabálytalanok, mint amennyiszer valamennyire is egyenes lapoknak látszanak. Különösen a breccsiás rétegek, de gyakran a tufák is, sőt a tömeges kőzetek határai is szeszélyesen szabálytalanok.

Természetes, hogy ebben a hosszú vonulatban az egymáshoz préselt lávaárok és tufarétegek közül egyesek kiékelődnek, helyükbe mások lépnek, mások pedig megvastagodva hirtelenül végződnek. Nagyon könnyen meglehet, hogy nem is egyetlen sztratovulkán alkotta az egészet, hanem több, vagy éppen egy repedésen felépült vulkán sor. Erre azonban még csak kevés adatom van (Savósvölgy). Bizonyos az, hogy a vonulatot egész hosszában egymáshoz nagyon közelálló kőzetek alkotják, az egyes kőzetfajták azonban az egyes helyek szerint az elváltozási fok és az átalakulás módja tekintetében meglehetősen nagy különbözőségeket mutatnak. Délre ettől a hatalmas sávától a Vesszős vonulatnak, de különösen a Jávor- és Kerekhegyi hatalmas porfir- és porfirit-antiklinálisnak a kőzetei már anyagukban is nagyon eltérnek ezektől.

Ami a Fehérkő porfirirészének, de az összes vonulatok kőzeteinek ásványos összetételét, ill. annak pontos megállapítását illeti, az meglehetősen nehézségekbe ütközik. Hosszabb idő óta foglalkozom már a Bükk-hegység préselt és elváltozott kőzeteivel és ez alatt sikerült egyes helyeken a főbb típusokat megállapítani és mégis mindig újabb és újabb nehézségek állanak a pontos genetikai meghatározások elé. Különösen tekintetbe jön itt az a nagyfokú átalakulás, aminek következtében, a földpátokat se mindig kivéve, a legtöbb esetben csak másodlagos ásványokkal van dolgunk, mint arra már SCHAFARZIK professzor is rá mutatott.¹ A nagyon részletes

¹ M. kir. Földtani Intézet Évi Jelentése 1916-ról. p. 330—331. Budapest, 1917.

helyszíni vizsgálatok alapján és a bőséges gyűjtésekből azonban kiderült, hogy az egyes összetartozó lávaáraknak és az egyes tufasorozatoknak mindegyikében akadnak olyan aránylag üde kőzetek is, különösen a mult években alaposan bemélyített feltárásokban, melyek pontos meghatározásra is alkalmasok. Némelyekben még a femikus szilikátásványok is megmaradtak, vagy legalább is ezeknek olyan nyomaira lehet akadni, amelyekből több-kevesebb biztossággal következtethetünk azok eredeti mivoltára.

Ilyen viszonyok mellett egészen természetes, hogy minden lehetőséget felhasználtam a típusok pontos megállapítására és így nem lehet feltűnő az, hogy ezekből a bizony eléggé átalakult kőzetekből, amelyek közül még az aránylag legüdebbek se mondhatók üdéknek, annyi elemzést készítettünk. Az elemzésre szánt anyagot a lehető legnagyobb gonddal választottam ki, annak több, olykor sok részét megvizsgáltam vékonycsiszolatok segítségével, részben azért, hogy mégis megfelelő üde-e, részben azért, hogy nagyjában megfelel-e az illető kőzetsorozat általános típusának? Az így előkészített anyagnak a vegyi elemzéseit tanársegédemnek, POLNER ÖDÖN vegyész-mérnök úrnak köszönhetem, ki azokat a tőle megszokott pontossággal és gonddal készítette el. Az eredeti anyagra azonban sok esetben még ezeknek az értékes elemzéseknek a segítségével is nehéz biztos következtetéseket vonni. Ebben nagy szerepe van az erős dinamikai hatásokon kívül a kőzetekbe bekerült oldatok elváltoztató hatásának és az azokból lecsapódott anyagoknak. Ilyen elsősorban a kalcit és a kvarc.¹

¹ A nagy karbonáttartalom magában még nem volna akadály a elemzés alkalmazhatóságának (az összehasonlításoknál), hiszen a karbonát mennyiségét egészen jól leszámíthatjuk a CO_2 alapján, de az ilyen kőzetekben sokszor számot kell vetni azzal, hogy a szénsavas oldatok hatása alatt az alkaliák egyrésze eltávozott. Ez az átszámításoknál azért hamisítja meg némileg a képet, mert az Al -oxid telítésére olyan Ca -oxidot is fel kell használni, ami pedig a kőzetben a femikus ásványokhoz van kötve. Ez a körülmény azonban még az infiltrált kalcitból mentes kőzetekben is fennforog, amelyeknek elemzéseiben a valóságos összetétellel való összehasonlítás útján egészen jól ki lehet mutatni az Al -oxidfelesleget, ami pedig az átszámításokban a más anyagokból (nem Al -oxiddal összekötött anyagokból) való CaO -nak a felhasználása folytán nem is tűnik ki. Ilyenkor azonban rendszeren a MgO lekötésére

A porfirítvonulatnak ez a most leírandó része mind neutrális kőzetekből áll. A két végletet a piroxénporfirít és a kvarcot is tartalmazó plagiofirít képviseli. Miután a pszeuromorfózák anyagából és alakjából több esetben lehet következtetést vonni még arra nézve is, hogy amfibol vagy piroxén volt-e az eredeti ásvány, továbbá, miután a biotit ugyan nagyon szórványosan, de felismerhetően üde állapotban is megmaradt, azért a piroxénporfiritek és plagiofiritek közé még az amfibolporfirítet és biotitporfirítet is be lehet iktatni. Meg kell azonban jegyezni, hogy az itteni piroxénmentes amfibolporfiritek olyan kőzetek, melyekben a savanyú plagioklász mindig túnyomóan uralkodik, az amfibol mennyisége pedig mindenütt meglehetősen kevés. Talán eredetileg sem voltak tipikus amfibolporfiritek. Így nem is lehet ezeket élesen elválasztani a plagiofiritektől, melyekben szintén gyakran előfordul valami kevés amfibol. Mindezen fajoknak és fajtáknak a lávaárai és tufafajtái bőségesen váltakoznak egymással.

A tufaféleségek pontos meghatározása még sokkal nehezebb, mint tömeges kőzeteiké, itt olykor még a pszeuromorfóza alakja se mond semmit, hiszen vannak olyan tufák, melyekben csakis szétpattanási töredékdarabokban vannak meg az eredeti ásványok.

Meg kell itt említenem, hogy az elemzések a plagiofiritekben általában, de nem kivétel nélkül, jóval több *K*-oxidot mutatnak ki, mint amennyi a Bükk-hegység más részeinek, de az Erdélyi Érc-hegységnek és más vidékeknek oligoklászporfirítjeiben és általában plagiofirítjeiben van. Miután még a leggondosabb vizsgálat mellett se tudtam még a legsavanyúbb plagiofirítben sem *K*-földpátra akadni, fel kell tételeznem, hogy ez a *K*-oxid mennyiség a plagioklászok anyagában van benne. A kvalitatív vegyi meghatározások, melyeket a kőzetek aránylag üde földpátszemein végeztem, szintén nem mutattak egy esetben sem *K*-földpátra. Az erősen szericitesedett kőzetekben azonban az aránylag nagy *K*-oxid-tartalom természetes, kétségtelenül metasomatikus.

semmi vagy csak kevés *CaO* marad. Még nagyobb bajt okoz a kvarcosodás, mert eltekintve a hatásától, már az anyag maga is tévedést okozhat, mert a metas. kvarc úgy képződött ki a kőzetben, hogy az alapanyag többi kvarcától alig vagy egyáltalában nem különböztethető meg, így tehát le se vonható az elemzési átszámításoknál.

A kőzeteket ért elváltozások is sokfélék, sőt helyek szerint is változnak úgy erősségben, mint minőségben.

Általános elváltozási mód a *szericitesedés*, amely úgy az alapanyagot, mint a porfiros földpátokat megtámadta és pedig néha annyira, hogy egyes ritkább esetekben mindkét rész majdnem teljesen áldozatul esett. Ezenkívül betöltötte a hólyagürök egy részét is. Különösen a tufáknál látunk igen erős szericitesedést.

A porfiros földpátoknál nagyjában kétféle a szericitesedés hatása: a rendes eset az, hogy az egész földpát testében egyenletesen váltak ki a parányi szericitrostok és -pikkelyek; ezek helyenként főleg mennyiségben, ritkán nagyságban is növekedve, az egész földpátot egyenletesen telezsufolják egyéb anyagok (kvarc, földpát, stb.) kiválása mellett. A másik eset az, hogy egyes vékonyabb-vastagabb, olykor igen vastag szericiterék képződnek a hasadások, elválások és szabálytalan repedések mentén. Ezek az erek a földpátokat darabokra szabdalják, de a még megmaradt részek, melyek a szericithálónak mintegy a szeméit alkotják, sokszor feltűnően üdék. Az előbbi főleg a savanyú plagioklászoknál, az utóbbi főleg a bázisosaknál fordul elő, de csak általánosságban, mert olykor mindkettőnél előfordul mindkét mód.

Az észlelt viszonyok alapján az a gondolat is jogosnak látszik, hogy a szericitesedés részben a dinamikai hatásokra vezethető vissza, az anyagok újrendeződése és kicserélődése a kőzetekben eredetileg is benne lévő oldóanyagoknak a segélyével nyomás alatt történt. A képződött szericit a palásság síkjában nagy felületeken is egyforma optikai orientációval bír.

A szericitesedésnél tekintetbe kell azonban venni azt, hogy egyes helyeken erősebb, más helyeken gyengébb még egy ugyanazon kőzetfajta és ugyanazon kiképződésű sorozat kőzeteinél is. Pl. egyes plagiofirtek néhol igen erősen szericitesedtek, máshol csak nagyon gyengén. Általában azt tapasztaltam, ami az általános szabállyal némileg ellentétben állónak látszik, hogy azokon a helyeken, ahol a dinamikai deformáció is igen erős, ott nagyobb fokú a csillámképződés is, így pl. néha a törési vonalak mellett és azokhoz közel, de máshol még gyakrabban. Vannak azonban olyan kőzetek, melyeknek mechanikai deformációja nem erős, az ilyen vegyi átalakulás mégis igen erős. Itt más magyarázathoz kell fordulni.

Vagy azt kell gondolni a VAN HISE-féle elv alapján, hogy a préselés hatását a vegyi átváltozás jórésztben ellensúlyozta, vagy pedig azt, hogy más külső folyamatok hatása alatt képződött a nagymennyiségű szericit és ez töltötte meg nemcsak a kőzeteket, hanem azok hólyagúreit is csillámmal. Ilyen esetre is sok példa van a feltárásokban, ahol a meglehetősen ép kőzetet a szericit teljesen elborította. A törésvonalak környékén előforduló kőzetek igen erős mechanikai és vegyi elváltozása könnyen érthető, ha arra gondolunk, hogy itt a dinamikai okokon kívül különösen erős pn. hidatogénes hatások is feltételezhetők és ezeknek összműködése hozta létre az erős préseltség mellett a teljes szericitesedést.

A vonulat északi felében erős a kalcitosodás, amely főleg az alapanyagot meszesítette el. Különösen azokban a kőzetsorozatokban jut leginkább érvényre, amelyek az említett karbonmészkövel és meszes dolomittal érintkeznek. A déli részen a világosszürke (devon? triász?) mészkőhöz közel inkább csak kalcitbeszivárgást, mint elmeszesedési hatásokat észlelhetünk. Az északi rész kőzeteiben gyakran találunk mészkő- és dolomitzárványokat, helyesebben reliktumokat, mert a kőzetek magmája csak részben tudta teljesen beolvasztani a beléje került karbonátdarabokat. E zárványok erősen préselt anyagból állanak, de préseltek e kőzetekben a zárványokon kívül található, az alapanyagot borító, de annak szerkezetét jól megőriző szabálytalan kalcitos halmazok kristályai is.

Vannak azonban olyan kalcithalmazok, értöltelékek, melyeknek rendszeren sokkal tisztább kristályai csak nagyon kis mértékben vagy egyáltalában nem mutatják a dinamikai hatásokat. Ezek valószínűleg a préselés főaktusának befejezése után kerültek a kőzetekbe a keringő meszes oldatokból. Hogy ezeknek volt-e olyan átalakító hatásuk, mint az előbb említett beolvasztott karbonátanyagnak, azt kimutatni nem lehet. Valószínű, hogy nem volt, hiszen a nagy nyomás ideje már elmúlt és az se bizonyos, hogy teljes egészében termális volt-e ez az újabb szénsavasmész-oldat. Jól láthatólag a kőzetek utólagos repedéseibe nyomult be, sokszor a már elmeszesedett és szericites kőzetekbe, máskor pedig az elég üde plagioklászoknak a repedéseit tölti ki.

Calcit származott egyébként nemcsak a földpátból és az alapanyagból, ill. nemcsak ezeknek a rovására képződött ki a kőzetek

ben, de a femikus szilikátásványok, különösen a piroxének pszeu-domorfózáinak majdnem mindegyikében van valami kevés kalcit, olyan kőzetpadokban és rétegekben is, melyek pedig egyébként kalcitmentesek.

A vonulat déli felében a kvarcosodás tekinthető nagyon fontos metasztatikus folyamatnak. Bizonyos az, hogy a dinamikai hatások következtében pl. a szericitesedéssel kapcsolatban származott bizonyos mennyiségű kvarc, de helyenként (a IV. és V. kőzetöv egyes lávaáraiban és tufarétegeiben) olyan erős a kvarcosodás és olyanok a megjelenési viszonyok is, hogy a kőzetekbe utólagosan behatolt pn. hid. kovasavas oldatokra kell gondolni. A kvarcosodás főleg az alapanyagot változtatta el, amely mindenütt túlnyomóan uralkodólag földpátból áll, abban myrmekitszerű halmazokat hozott létre, ezenkívül kisebb-nagyobb fészkeket alkot, sőt különálló szemcsékben is megjelenik. De sokszor megváltoztatta a porfirós földpátokat is, sőt még a színes ásványpszeu-domorfózákba is bejutott. A hólyagűröket ezeken a helyeken kvarc és kalcedon tölti ki, részben vagy egészen kiszorítva onnan a régibb kalcit-, szericit- és klorit-töltelékét.

A kloritosodás a femikus ásványok legnagyobb részét átváltoztatta de általában véve is mindig sokkal erősebben elváltoztak a femikus szilikátásványok, mint a földpátok. A piroxén és amfibol teljesen átalakult, csak a biotit maradt meg olyan helyeken, ahol az elváltozás nem kloritosodásban, hanem főleg elszíntelenedésben és ércesedésben nyilvánult. Az amfibol elváltozásánál a bennelévő vasoxid a szélek felé vándorolt és kisebb-nagyobb vastagságú vasérceretet hozott létre, amelyen belül van a kloritos anyag, gyakran más ásványokkal együtt. Néha a klorit egészen el is távozott a pszeu-domorfózából, de a vasérceret jól megőrizte az amfibol alakját. A piroxén legnagyobb része klorittá vált, de mindig van benne egyebek mellett kevés kalcit is.

A kőzetek átalakulásának további folyamán a származott klorit egyes nagyobb kőzetrészekből is kilúgzódott, viszont kisebb-nagyobb távolságokban, olykor a szomszédos kőzetsorozatokban, koncentrálódott, főleg mint üreg és repedés-töltelék. Vannak olyan kőzetek, amelyek erősen bázisos plagioklásztt tartalmaznak és néha még minden egyéb tulajdonságuk is megegyezik a piroxénporfirite-

kével, a klorit mégis csak egyes gyér nyomokban mutatható ki bennük. Ilyen esetek a klorit eltávozására utalnak. Az ilyen kőzetekben a megmaradt anyag túlnyomólag földpát és földpátderivátum. Más jellegűek azok a kőzetek, melyekre nézve, amennyiben az alapanyag alkotása és egyéb tulajdonságok nem ellenzik, amidőn tehát a piroxénporfirittel egyáltalában nem nyilvánvaló, a legmegfelelőbbnek, sőt egyedül lehetségesnek azt tartottam, hogy ezeket a plagiofiritekhez sorozzam, mint szélső fácieseket. De csak azoknál a kőzeteknél lehet így eljárni, amelyek az igazi plagiofiritek sorozatában jelennek meg. Ilyen esetek azonban ritkák.

Ezzel szemben olyan esetek is előfordulnak, hogy olyan kőzetekben, melyeknek összes meghatározható földpátjai savanyú plagioklászok, néha igen sok klorit van. Ilyenkor az előzőkkel ellentétben utólagosan bejutott kloritos oldatokra gondolok. E kőzetekben néha még a földpátokban is sok a klorit, rendszeren a kristályokat keresztül-kasul járó erek alakjában, de olykor a kristályok belső részében nagyobb halmazokban is.

A femikus szilikátásványok pszeudomorfózáinak egy részét, különösen a vasérckeretes amfibolpszeudomorfózákat a klorit mellett gyakran olyan anyag tölti ki, mely minden tekintetben megegyezik az illető kőzet alapanyagával. Ilyen esetekben bizonyosnak látszik, hogy ezek a femikus ásványok a likvidmagmatikus időszakban korrózióknak voltak kitéve, a megmaradt rész pneumatogén folyamatok következtében kloritosodott.

A leirandó vonulatrészben ez a négyféle elváltozási mód a lényeges. Helyenként, szórványosan azonban egyebek is előfordulnak. Ilyen az epidotosodás, amely részben a kőzeteket átszelő telérek, főleg a vastag kvarcetérek érintkezési hatását mutatja, kis mennyiségben azonban, mint látni fogjuk, sok helyütt megtalálható, így a kloritos pszeudomorfózákban, de a földpátban is. A szosszüritesedés szintén csak helyi jelenség, legtöbbször a pirités kőzetekben található, a piritképződés viszont legtöbbször kvarcosodással jár. Egyes kőzetekben a magnetitesedés is szereppel bír. A magnetites oldatok nemcsak az alapanyagot töltötték meg ércel, hanem a földpátokba is belejutottak, azoknak főleg szabálytalan repedéseit vonták be vastagon, olykor az egész belső rész anyagát eltölték. Csekély mértékű albitképző-

dést sok helyütt észleltem a kalcitosodásnál és a szoszüritesedésnél, de a szericitésedésnél is származott a kvarc mellett albit, vagy legalább is olyan földpátphely vagy szemcse, melynek meghatározható optikai tulajdonságai leginkább albitra vallanak. Igen ritka a kaolinosodás, ezt főleg mandulaköveknél és hamutufáknál észleltem.

Legújabban LEHMANN EMIL giesseni tanár a Lahn-Dill terület egyes kőzeteit elváltoztató folyamatokat értékes munkáiban¹ rendszerezte is. Szerinte a kalcitosodásnál a csak részben beolvadt préeruptív mészkő mellett fiatalabb kalcithalmazok is vannak. A beolvasztott kalcitanyag u. i. a maradék magmából részben meglehetősen alacsony hőmérsék mellett újra mint kalcit vált ki. Ebben a stádiumban meszesedtek el nemcsak a földpátok, de egyes kőzetrészek is. Hasonló folyamat játszik nagy szerepet a maradékmagmából képződött albit-kalcit teléreknek származásánál, továbbá a pneumatolizisnek aránylag késői szakában az albit-kvarc-kalcit-klorit stb. ereknek a képződésénél. Ez utóbbiak a GOLDSCHMIDT-féle pneumatolitos kontakt hatásokkal egyező folyamatnak az eredményei. Részben ez a folyamat töltötte meg kalcittal a mandulaüröket is.

Hajlandó vagyok ilyen folyamatokra visszavezetni a fehérkői porfiritek kalcitjának egy részén kívül az itt gyakori kvarctelérek kalcitját is. Ez a kvarccal sok esetben kimutathatólag egyidőben kristályosodott ki és azzal pegmatitosan is összeszővődött. Ezeknél a részben turmalinos kvarcteléreknel látok némi analógiát a képződésben ama hiszterogenetikus slirek legkésőbb megszilárdult kalcitos kvarcreszéhez is, mely slirek a Bükk-hegység déli részén gabbróban gyakoriak.

A kalcitosodás után következett a kloritosodás, ez a kalcitot részben eltolta, de megbontotta a földpátot és az alapanyagot. Ez épp oly tipikus metasomatikus folyamat, mint a későbbben kezdődött fehéresillámképződés, melynek előfeltétele volt, hogy a *K*-ionokat a gélserűen kiváló kloritanyag abszorbeálta. Az utolsó metasomatikus folyamat LEHMANN szerint a kvareosodás, ez néha

¹ Neues Jahrbuch. B. Bd. 64. Abt. A. p. 549—592. Bd. 67. p. 69—117. Ber. d. Oberhess. Gesellsch. f. Natur- u. II. zu Giessen. Bd. 15. p. 307—334.

szabálytalan sávós képződményekben jelenik meg és ezek szomszéd-ságában a földpátok is elkovásodtak. Az ércesedést rendszeren a pirit képződése vezeti be, ez már hidrotermális folyamat, habár időbelileg a kvarcosodás előtt történt, sőt valószínűleg visszanyúlik a muszkovitosodás időpontjáig.

Bizonyos, hogy a LEHMANN által részletesen kifejtett ezen elvek nagy részben igen jól alkalmazhatók a tárgyalandó vonulat kőzeteire is, habár bizonyos, hogy a kőzetek eredeti különbözőségén kívül még egyéb eltérések (epidotosodás stb.) is vannak, Az analóg elváltozási módok azonban kétségtelenek.

A vonulat kőzetüvegeinek (szurokkő, horzsakő) továbbá a kőzetek üveges alapanyagának legnagyobb része utólagosan átkristályosodott. Az utólagos átkristályosodást azonban a legtöbbször átalakulás is kíséri. Ma már csak ritkán lehet még következtetést is vonni, hogy pl. az átkristályosodó alapanyagból először földpát vált e ki és ez szericitesedett későbbben, vagy pedig közvetlenül szericit képződött-e az üvegből? Azt se lehet mindig kimutatni, hogy az alapanyagban lévő kvarc eredetileg vált-e ki a devitrifikációnál, vagy pedig a bomlásnak, vagy éppen kvarcosodásnak az eredménye-e? Mindössze a mirmekitképződés eseteiben állapítható meg, hogy az alapanyag utólagos földpátos átkristályosodása korábbi folyamat volt, mint a kvarcanyag behatolása. Még arra is lehet több adatból következtetni, hogy maguk a pneumatohidatogénus folyamatok is elősegítették a devitrifikációt.

Az üveges részek átkristályosodását és ugyanezek átalakulását már csak azért se lehet a kőzetek mai elváltozott állapotában egymástól élesen megkülönböztetni, mert mindkettő történhetett egyes esetekben (pl. az alapanyag utólagos földpátjának és szericitéjének képződése) a dinamikai hatások következtében is. De nem lehet elválasztani magukat az utólagos átkristályosodási termékeket se a hidatogénus új képződmények egy részétől. Csakis azt lehet tehát mondani, hogy ezeknek a különben is csak kevésbé állandó jellegű üvegeknek és üveges részeknek az átkristályosodását és átalakulását a dinamikai erőknek és a pneumatohidatogénus folyamatoknak részben együttes hatása idézte elő. Egyedül a porfirosványokra és az alapanyag eredeti mikrolitjaira nézve lehet élesen elkülöníteni az átkristályosodási és az átalakulási folyama-

tokat, tehát csak ezeknél tekinthető az átalakulás olyannak, mely mindenképpen a kikristályosodás után folyt le.

*

A Fehérkő alsó részének feltárásaiban az egyes nagyobb kőzetegységek alapján 5 övet és ezen belül a tömeges porfiritek és tufafajtáik váltakozásának megfelelően 28 nagyobb kőzetsorozatot kell megkülönböztetni.

A rövidség érdekében ez alkalommal el kell tekintenem a részletes fiziográfiai adatok tárgyalásától, mindössze összefoglalásokat adhatok. A készített 23 vegyi elemzésből is ez alkalommal csak a legüdebb és legjellemzőbb 6 kőzetnek adatait sorolom fel az értekezés végén, minden részletes tárgyalás nélkül. Az átszámításokat és általában a részleteket más alkalommal ismertetem, de a megvizsgált kőzetek térfogatos összetételét éppen a rövidség okáért közlöm a megfelelő helyeken, mert jó átnézetet adnak az uralkodó alkotórészekről.

Az első öv a breccsiás karbon meszes dolomit és dolomitos mészkő felől széles zúzódási övvel kezdődik, melyben a mállási agyagba ágyazott szögletes kőzettörmelék legnagyobb része sűrű zöld piroxénamfibolporfirittufa, aminő innen kb. 25 lépésre délre szálaban is van. Vannak itt azonban kissé eltérő piroxenporfirittufák is, aminők innen Ny-ra a Szentistván-hegy alsó feltárásaiban hatalmas kifejlődésben fordulnak elő.

A hézag után szálaban következő *piroxénamfibolporfirittufasorozat* padjai átlag 30° — 50° alatt dőlnek ÉÉK=átlag 15° felé. Legelőször a sötét zöldesszürke tufa bukkan ki a törmelékhalmozalól, majd pár lépés után a sötét ibolyásszürke tufa is megjelenik. Az elejétől 35 lépésre van a nagy törmelékes hézag, ennek első felében ilyen tufáknak a törmelékét találjuk, majd vegyes törmelék következik és ebben résztvesz az előfordulás felett a magasban, közel a Fehérkő ÉNy-i csúcsához előforduló kis porfiritsziget minden kőzete is. Ezzel végződik is ennek az övnek első kőzetsorozata.

Ennek a sorozatnak a tagjai piroxénamfibolporfirittufák, fajtái közül legsűrűbbek a sötétzöld tufák, de ezeknek a kötőanyaga is teljesen átkristályosodott, termékei a szericit, földpát, klorit, epidot,

hematit, limotit, titanit és kaolin, mind a palássági irányban vannak elhelyezkedve. A palássági irányt egyáltalában nem követő eredeti ásványkristályok és töredékek legnagyobb része *andezin* és *labradorandezin*, ez több helyütt szericites és kalcitos. A femikus szilikátásvány a pszeudomorfózák és ezek anyaga után ítélve, *amfibol* és *piroxén* volt, kitöltő anyaguk uralkodólag pennin, klinoklór és delesszit, de van bennük kalcit, vasérc, szericit, titanit, epidot stb. is. Igen sok a vasérc: *titanmagnetit*, *magnetit* és *ilmenit*, mindig elváltozó állapotban, minimális az *apatit*, *cirkon* és *rutil*. A megvizsgált legüdébb példányban (sor. 28. lépéséről): kötőanyag 85 %, porfiros plagioklász 8 %, femikus szilikátásvány pszeud. 4 %, porf. vasérc és egyéb 3%.

Ezek után következő ibolyásbarna tufák nagyrészből *salaktufák*. Alkotásuk hasonlít az előbbiekhöz, csakohy ezekben amfibolra valló pszeudomorfózákat nem találtam és több bennük a kalcit. A megvizsgált példányban (34. lépés): kötőanyag és apró agglomerát 76 %, porf. plagioklász 15 %, piroxénpszeudomorfóza 6 %, porfiros magnetit és egyéb 1 %, nagyobb kalcitszem 2 %. Az átkristályosodás miatt a kötőanyagnak és az agglomerátoknak egymás felől való határai nagyon elmosódtak, így pontos elkülönítésük a számításoknál lehetetlen volt. A kalcit mennyiségénél csakis a pszeudomorfózákön kívüleső, legalább 50 μ -os halmazkákat és szemeket vettem tekintetbe.

A vegyes breccsia után kezdődik a *második kőzetsorozat*, a tömeges nagyporfiros piroxénamfibolporfirit, egyelőre csak törmelékben, de innen kissé délre a sziklafok előtt már szálban van és elég egyenletes összetétellel jó 45 lépésre folytatódik. Dőlései: 20 lépésnél $46^\circ \text{É} = 350^\circ$ felé, 44 lépésnél $52^\circ \text{ÉK} = 39^\circ$ felé. Itt másfél lépés vastag, hasonló összetételű tufa van betelepülve, erősen összepréselt vékony réteges sorozatban, dőlése $50^\circ \text{ÉÉK} = 20^\circ$ felé. Majd elég üde nagyporfiros porfiritek következnek 10 lépés vastagságban, dőlés $48^\circ \text{ÉÉK} = 15^\circ$ felé, ezekután erősen elváltozott, helyenként pirites, de hasonló összetételű nagyporfiros kőzetekre akadunk, ezek tartanak a kőzetsor 98. lépéséig, ahol széles sziklahézag van. Ezt a hézagot egy részében ennek a porfiritnek néha dörzsbreccsiás törmeléke tölti ki, így a sorozat vastagsága 105 lépésre tehető.

Ennek a hatalmas kőzetsorozatnak a tömeges kőzetei meglehetősen egyenletes alkotásúak, egymástól főleg csak az elváltozás fokában különböznek és abban, hogy egy részükben csak piroxénpszeudomorfózák vannak, más részükben az elváltozott amfibol is jelentékeny, sőt olykor uralkodik is a piroxén felett. Alkotásuk olyan, hogy főleg szivacsos szerkezetű földpátból, azután szericitből, vasérből és kevés kloritból álló alapanyagukban főleg *andezin*, szórványosan *labrador*-sorú plagioklász, kevesebb *piroxén* és *amfibol* (pszeudomorfóza), aránylag sok vasérc, *magnetit* és *títánmagnetit*, minimális *apatit* és *rutil* van. A kalcit szerepe változó, néhol hiányzik, máshol sok van. A megelemezett kőzetben (sor. 62. lépése) az alapanyag 59 %, porf. plagioklász 31 %, femikus pszeudom. 7 %, porf. vasérc 2·7 %, *apatit*, *rutil*, *titanit* 0·3 %. Összehasonlítás céljából megelemezünk egy olyan piroxénamfibolporfiritet is (sor. 55. lépés), mely csak kevésbé van erősebben elváltozva, de jelentős mennyiségű kalcitot tartalmaz. Ebben az alapanyag 66 %, porf. plagioklász 21 %, femikus szilikátásvány pszeudom. 5 %, porf. *magnetit* és egyéb 2 %, kalcit 6 %.

A második öv sokkal változatosabb képet nyújt. Hét kőzetsorból áll, mégpedig különböző plagiofritekből és ezeknek nagyjában megfelelő tufákból. Az övnek 57. lépésénél hatalmas sziklasorozat kezdődik, ennek egyik fele még idetartozik.

Első kőzetsorozata amfibolplagiofirit, vastagsága 24 lépés. Az elején erősen össze van préselve, vékonypalás, dőlése 56° ÉÉK=18° felé. Ugyancsak az elején finom kvarcerek, 3 dm vastagságig emelkedő kvarctelérek és a palásság síkjában erősen ellapult kvarclencsék vannak benne. A sorozat közepén egy kis törés után kevésbé préselt vastagpados kőzetek következnek, tekintélyes sziklákban, melyek felvezetnek a hegyoldalba is.

Majdnem mindig breccsiásak. Hipokristályos alapanyagukban sok porfiros *oligoklászandezin* és *andezin*, kevés *amfibolpszeudomorfóza* és *magnetit*, *títánmagnetit* van, *apatit*, *cirkon*, *rutil* minimális, grothitféle *titanit* valamivel több. A plagioklász sokszor elváltozott, a vasérkeretes amfibolpszeudomorfózákon a magmabeli korrózió nyomai mindig jól látszanak. Az alapanyagban sok a vasérc. A megelemezett kőzetben (sor. 14. lépéséről) az alapanyag 63 %, porf. plagioklász 30 %, amf. ps. 5 %, porf. *magnetit* és egyéb 2 %.

A sorozat elején említett mindig erősen préselt kvarctelésekben sok a kalcit, olykor a kvarccal pegmatitosan össze is szövődik, mindkettőben bőven van gáz- és folyadékzárvány. Van még e telésekben pennin, titanit, turmalin, pisztacit, limonit.

A sorozat vége pár lépés vastagságban *kvarcamfibolplagiogfiritekből* áll, jó alakú, bár korrodált *kvarcbipiramisokkal*, a porfiros földpát *bázisos oligoklász*. A megelezett darabban (sor. 23. lépés) alapanyag 69 %, porf. plagioklász 18 %, porfirquartz 4 %, amfibolpszeud. 7 %, porf. vasérc és egyéb 2 %. Kalcit csak a vasérceretes pszeudomorfózákban van, tehát az amfibolhoz számítottam.

A *második kőzetsorozat* 8 lépés vastag, anyaga *amfibolplagiogfiritufa*. A sorozat elején sötétebb ibolyás egészen sűrű kőzetek vannak, majd világosabbak és porfirosabbak lesznek, a végén világos sárgászürkék zöld árnyalattal. Csak ritkán vékonypalások. Igen keskeny vonalak mentén a palásság irányában össze vannak morzsolódva. Dörzsbreccsiás részek gyakoriak. Dőlés a középén 49° ÉÉK= 20° felé. Eredetileg ásványszemekből és hamuból összeállott tufák, agglomerátosokat nem találtam közöttük. A felzitesen, máshol földpátosan átkristályosodott hamuban sok a vasérc. A porfiros plagioklász *oligoklászandezin*, nagyrésze töredékdarab, de van egészen jó alakú kristály is. *Amfibolpszeudomorfóza* igen kevés van, kloritanyaga jórészben eltávozott helyéről. *Barna biotit* csak parányi lemezekben található. A nagyobb vasércszemek *titanmagnetit*nek felelnek meg. Pár szem *apatit* és *cirkon* is van. A térfogatos mérések nem adtak kielégítő eredményeket, mert a klorithalmazoknak csak kis részére lehet ráfogni, hogy pszeudomorfózák, a földpáttörmelék pedig néhol oly apró szemekből áll, hogy lehetetlen a pontos megolvasás.

A *harmadik kőzetsorozat*ként a tufák után erősen összepréselt sötétszürke, majd vastagpados ibolyásbarna *plagiogfiritek* következnek. Helyenként breccsiásak. A sorozatot a 14. lépésnél dörzsbreccsia zárja be. Mikroszkópi képük alapján két típus van. A valamivel bázisosabbat a sötétszürke erősen préselt kőzetek képviselik, míg a többiek, a sorozat nagyobb részét tevő ibolyásbarna folyásos kőzetek valamivel savanyúbbak és porfiros kvarcot is tartalmaznak. Alapanyaguk eredetileg gazdag volt üvegben, de a legtöbb helyütt átkristályosodott. A porfiros plagioklász a sorozat elején

bázisos oligoklász. A térfogatos mérések alapján a viszony: alapanyag 74 %, porf. plagioklász 22 %, femikus szilikátpszeud. 2·5 %, porf. vasérc és egyéb 1·5 %. A valamivel savanyúbb tagok plagioklásza *oligoklász* és porfiros *kvarc* is van bennük. Az alkotórészek viszonya: alapanyag 64 %, porf. plagioklász 31 %, porfirkvarc 2 %, femikus pszeud. 2 %, porf. magnetit és egyéb 1 %.

A következő 8 lépés vastag *negyedik kőzetsorozat*ot különböző, de egymáshoz közelálló plagiofirittufa-rétegek alkotják. Legnagyobb részük *oligofirittufa*, csak a végén van pár dm-es *andezinofirittufa*. A település olyan, hogy a sort erősen dörzsbreccsiás zöldesbarna tufák kezdik, ezekre világos zöldesszürke porfiros tufák következnek sok kvarcitenccsével, majd zárványmentes, szintén porfiros tufák, ezeknek dőlése 51° ÉÉK= 23° felé. A sorozat végének bázisosabb tufája külsőleg csak sötétebb zöld színében különbözik a többitől. *Legnagyobb részük hamutufa, csak kevés az ásványtufaréteg.* A hamukötőanyag átkristályosodott, legerősebben az ásványtufákban. Az ásványszemek között a túlnyomóan uralkodó földpáton kívül meghatározható a *piroxén* (pseudomorfoza), *magnetit*, *hematit*, *limonit*, *titanit*, *apatit*. A sorozat első feléről megelemzett (sor. 3. lépéséről) tufában a kötőanyag 78 %, nagyobb plagioklász 17 %, femikus pszeudom. 3 %, porf. vasérc és egyéb 2 %.

Az *ötödik kőzetsorozat*ot sötét ibolyásbarna *oligofiritek* alkotják, 19 lépés vastagságban. Elején palásak, dőlésük 58° ÉÉK= 32° felé, majd pár lépésre már vastag padokat alkotnak, de a palásság mindenütt látszik rajtuk. A végén 5 lépés széles törmelékes sziklahézag van. Az idetartozó kőzetek alapanyaga utólagosan teljesen átkristályosodott és igen sok ferrit vált ki belőle. A kevés porfiros földpát *oligoklász*-sorozatú, kevés a porfiros *magnetit* és a pseudomorfozának nevezhető klorithalmaz, ellenben az *apatit* néhol erősen felszaporodott. A megelemzett kőzetben (sor. 5. lépéséről) az alapanyag 82 %, porf. földpát 15 %, kloritos pszeudom. 1 %, porf. vasérc és egyéb 2 %.

A következő *hatodik kőzetsorozat*nak a tagjai *plagiofirittufák*. Ezek az említett sziklahézagtól délre először csak nagy darabokban, szabad táblákban, majd szálban fordulnak elő az itt kezdődő hatalmas toronyszerű sziklatömeg É-i oldalán. Egész vastagságuk

3 lépés. Dőlésük 54° ÉÉK= 21° felé. Meglehetősen különböző megjelenésű kőzetek tartoznak ebbe a vékony rétegsorba. Az elején a törmelékben és kis helyen szálaban is sötétszürke, szürkésfekete vékonypalás *hamutufa* van, *andezin*-sorú földpátszemekkel és sok vasércel. Pár dm-re nagyszemű *agglomerátos tufa* van, melynek kötőanyaga ásványos hamutufa. Az ásványszemek nagyrésze *labrador* és *piroxén* (pseudomorfóza), az agglomerátok pedig főleg *labradorporfiritek*. A szálaban álló tufa legnagyobb része *savanyúbb plagiofirittufa*, melyben kevés a femikus szilikátásványra valló bomlási termék. Porfiros földpátja *oligoklászandezin*. A megelemezett ásványtufa (2·5 lépés) alkotása: kötőanyag 60 %, porf. plagioklász és ennek nagyobb töredékei 33 %, nagyobb kalcitos klorithalmaz 4 %, porf. magnetit és egyéb (apatit, cirkon) 3 %.

A plagiofirit-öv *hetedik kőzetsorozatában* először kissé salakos, majd sűrű tömeges barnaszínű oligoklászporfiritek jelennek meg. Ilyen kőzetekből áll a hirtelen felmeredő sziklatömeg első fele 15 lépés vastagságban. A palásság leginkább a 8. lépésnél látszik, ahol a dőlés 56° ÉÉK= 10° felé. Itt vannak a legerősebben összepréselve. A legvégén szürkésfekete kőzetekbe mennek át. A sorozat uralkodó barna típusának folyásos alapanyaga üvegbazisban néhol gazdag, de sok benne az eredeti földpátmikrolit és a vasérc. Porfiros ásványa az albitoligoklász, oligoklász, kvarc stb. A megelemezett kőzetben (sor. 2. lépés) alapanyag 75 %, porf. plagioklász 20 %, porf. kvarc 1 %, kloritos pszeuom. 2 %, porf. magnetit és egyéb 2 %. A sorozat uralkodó mennyiségű barnaszínű kőzeteiben az alapanyag utólagos krist. termékekből áll és a *bázisos oligoklász* uralkodik a porfiros ásványok közt; az innen megelemezett kőzetben (sor. 8. lépése) az alapanyag 68 %, porf. plagioklász 29 %, kloritos pszeuom. 2 %, porf. magnetit és egyéb 1 %. A kőzetsorozat végén a szürkésfekete kőzetek alapanyagában az eredeti földpátmikrolitok viszik a főszerepet, a porfiros ásványok közt pedig az *oligoklász*. Megelemezett példányában (sor. 14. lépés) az alapanyag 71 %, porf. plagioklász 25 %, kloritos pszeuom. 1·5 %, porf. magnetit és egyéb 2·5 %.

A *harmadik öv* bázisosabb kőzetekből áll, melyek nagyobb részben piroxénporfiritek, vagy azokhoz közel állanak. szélessége 67 lépés és 8 kőzetsorozatot kell benne megkülönböztetni a minduntalan váltakozó tömeges kőzetek és tufarétegek alapján. Az öv

második felében tekintélyes vastagságú plagiofrit-betelepülések vannak.

Az első kőzetsorozat tagjai piroxénporfiritek, ezekből áll a nagy sziklafal 8 lépés szélességben. Erősen össze vannak préselve. E szürkészöld kőzetek jó porfirosak, gyakran mandulakövesek, olykor folyásos szerkezetűek. Folyásos, sávós üvegből álló alapanyaguk csak foltosan kristályosodott át. A porfiros *labrador* egyes kőzetekben majdnem teljesen szericitté vált, másokat csak szalagosan hálóz be a szericit, míg a megmaradt földpátrészek üdék és víztiszták. *Piroxén*pszeudomorfóza sok van, így nagyobb *magnetit*-szem is. Az északi oldal mandulaköveiben a hólyagűrök hosszúra nyúltak, főleg klorit, szericit, kalcit, ritkábban kvarc tölti ki, néha epidot és prehnit is megjelenik a mandulákban.

A második kőzetsorozatot piroxénporfirittufák alkotják, mindig vékonypalásak, dőlésük 51° ÉÉK= 21° felé. Mindössze csak két lépés vastagságban alkotják az első fürdőalkalmazotti lakóház előtt emelkedő sziklatömeget, mert ez itt az aljban végződik és csak a hegyoldalon követhető tovább, ahol a sziklatömeg nagy palássági lapja az első ház előtt felfelé vezet.¹ Fent a hegyoldalon hasonló kőzetek fordulnak elő apróbb sziklákban. Lent az első lakóház mögött két nagy szikladarab van, ezek most is kimutathatólag a lejtős hegyoldalról csúsztak le kissé É-felé hajló Ny-i irányban és kissé oldalra dőltek. Az első darab szélessége 3, a másiké 7 lépés. Az első sziklának az É-i oldala még ilyen piroxénporfirittufából áll. A hegyoldalon észlelhető adatok alapján az egész tufasorozat vastagságát 7 lépésre lehet tenni.

A sorozat elején sötétszürke *hamutufák* vannak átalakuló üveges részekkel és apró *andezin*- és *piroxén*- (pszeudomorfóza) töredékekkel, ezekhez pár szem porfirikvarc és sok limonitos *magnetit* járul. A sorozat nagyobb részét sötétzöld tufák alkotják, néha kloritpalához hasonlók, ez utóbbiakban a legüdébbek a *labrador*-töredékek és kristályok. Ezek, továbbá *piroxén*pszeudomorfózáik,

¹ Ezen a nagy palássági lapon legalul tömeges porfiritnek a nyomaira akadtam; ez helyenként mint vékony kéreg fedi a tufafalat, fent azonban, ahol a sziklalapon túl is folytatódik a kőzetsorozat, már nem találtam ezt a porfiritet. Így nem is voltam tekintettel reá a leírásnál.

títánmagnetit-, grothit-, apatit-, és cirkon-kristályok finom hamuba vannak beágyazva, mely olyan egyenletes, hogy üveges alapanyaghoz hasonló, helyenként azonban erősen átalakult. A megelemezett sötétzöld tufában (sor. 5. lépéséről a) kötőanyag 61 %, nagyobb plagioklász 27%, piroxénpszeudom. 7%, porf. vasérc és egyéb 2·5%, különálló kalciterek és halmazok 2·5 %. A kalcit egy része a földpátban van, ezt a földpát mennyiségéhez vettem. Külön kiszámítani nem lehetett.

A harmadik sorozatban tömeges piroxénporfiritek vannak a hegy alján és oldalán. A 15 lépés vastag sorozat alkotását az említett 2 nagy lezökkent sziklának és a hegyoldalon száiban álló, de nem folytonos sorozatot képező sziklák alkotásának egybevetése alapján állapítottam meg. A sorozat elején palásra préselt sötétzöld *breccsia* van, a breccsiák ragasztóanyaga folyásos láva, de a breccsiák közt tufadarabok is vannak. Hovatovább egyenletesebb lesz a világosabb zöld *folyásos kőzet*, melynek alapanyaga néhol csak kis részben, máshol teljesen szericitesedett sok vasérc, kevés földpát, kvarc és titanit kiválása mellett. A breccsiák már a második lépésnél eltűnnek. A negyedik lépésnél vastag odvas *kvarctelérek* szelik át a kőzetsort, melyek mai állapotukban hosszúra nyúlt lencsékhez hasonlítanak. A 6. lépésnél elég éles határral *mandulakövessé* és sötétszürkévé válik a kőzet, ennek alapanyagában a kristályos elemek legnagyobb része földpátmikrolit, hosszú, kristályvázszerű lécformában. Néhol sok a kalcit is. A 10. lépésnél szinte észrevétlenül *normális tömör porfir*it következik, de már 1 lépésre innen ibolyásbarna *perlites kőzet* van száiban, ennek alapanyaga utólagosan is csak részben kristályosodott át; a perlites elválás helyenként elég egyenletesen osztja a kőzetet kisebb-nagyobb gömbökre, többhelyütt azonban nagyon egyenlőtlenül. A sorozat utolsó része barnaszínű *salakos porfirillávából* áll, ennek alapanyagában az egyenlőtlenül elosztott nagymennyiségű vasérc kristályvázakban jelenik meg.

A porfiros *andezint* a folyásos kőzetekben a préselés a protoklázissal együtt se változtatta át annyira, mint amennyire a sorozat második felében elváltoztak, ahol összetörtek, sőt szét is morzsolódtak. *Piroxén* legtöbb volt a folyásos kőzetekben, de mindegyik kőzetfajtában kimutathatók zömök kristályai vagy hosszúkás

karsú oszlopai. Porfiros *magnetit* kevés van, *pirit* pedig csak a breccsiás kőzetekben. *Apatit*, *cirkon* csak pár kristályka van. A rendkívül változatos alakú *mandulák* kitöltőanyaga főleg klorit és kalcit, ritkán kvarc és kalcedon. A sorozat elejéről említett *kvarctelések*ben kevés pennin, titanit, turmalin és epidot is van a hozzájuk hasonlóan erősen kataklastos kvarcon kívül, melyben igen sok a gáz- és folyadékzárvány.

Az első lakóház déli oldalán alacsony sziklasor kezdődik, de folytonosan magasodva, csakhamar hatalmas sziklákat alkot az első és második ház közt. E sziklák anyaga az első 3 lépés vastagságában (*negyedik sorozat*) agglomerátos piroxénporfirittufa, 53° ÉÉK = 18° délssel. Sötétszürke kőzet ibolyásbarna agglomerátokkal, ezeknek ragasztóanyaga finom *hamutufa* vagy igen finom *ásványtufa*. Nagyobb ásványtörések kevés van, legnagyobb részben *bázisos andezin*, kis részben *piroxén* (pseud.). Az agglomerátok legnagyobb része *salakos piroxénporfirittufa*. E tufákban a szericitesedésen és kalcitosodáson kívül a kvarcosodásnak is több jelével találkozunk.

Az *ötödik kőzetsorozat* tagjai plagiofirittufák, leginkább sötét májbarna színű, szálkástörésű sűrű kőzetek, két lépés vastagságban, valósággal tömeges megjelenésűek. Szericitesen és kvarcosan átalakult alapanyagukban kevés *oligoklászandezin*, *kloritos* erek, *titanit*-halmazok, sok *apatit*, kevés *cirkon* és *rutil* van. A sor végén agglomerátossá válik a tufa, az agglomerátok egy része olyan, mint a bezáró tufa, másrésze *salakos plagiofirit*.

E vékony tufarétegekre a *hatodik sort* képviselő 15 lépés vastag *amfibolplagiofirit* következik. Ez a második nagy sziklacsoport alacsonyabb részét alkotja. Erősen összenyomott sötétbarna kőzetekből áll, alapanyaguk eredetileg is kristályos és utólagosan át-kristályosodott részek keverékéből áll, vagy pedig csak utólagos termékekből, mindkét esetben uralkodik a földpát. A porfiros *oligoklászandezin* mindig erősen össze van nyomva, az *amfibol* vasércekeretes pseudomorfozait főleg szericit tölti, a porfiros *magnetit* többnyire hematitos. A megelezett kőzetben (sor. 6. lépéséről) az alapanyag 76 %, porf. plagioklász 16 %, amfibolpseud. 3 %, porf. magnetit és egyéb 5 %.

Meglehetősen éles határral válik el ettől a 7. sorozat, melynek

anyaga 10 lépés vastagságban piroxénamfibolporfirrit. Ezek a vékonypalás sötétszürke kőzetek nagyon hasonlítanak a velük érintkező plagiofiritekhez, csak hogy porfíros földpátjuk bázisosabb: *bázisos andezin*, femikus szilikátásványuk sokkal több. Erősen átalakultak, klorit, szericit, kvarc, földpát, titanit, limonit és epidot a fontosabb új képződmények. A térfogatos mérések középeredménye: alapanyag 62 %, porf. földpát és földpátpszeud. 18 %, piroxénpsz. 6 %, amfibolpszeudom. 5 %, nagyobb klorithalmaz 2 %, porf. magnetit és pirit 4 %, nagyobb epidothalmazok 2·5 %, apatit, zirkon zoisit β 0·5%. A kőzetsorozat a vége felé breccsiássá válik. A breccsiák legnagyobb része hasonló savanyú piroxénamfibolporfirrit, de van köztük *meszes kvarchomokkő* és elváltozott *agyagpala* is.

Ez a breccsiás porfirrit alig észrevehetően megy át a *nyolcadik kőzetsorozatba*, melynek anyaga lényegileg piroxénamfibolporfirittufa. A sorozat hét lépés széles és ott végződik, ahol a felmeredő sziklák hatalmas fallal végződnek a második lakóház felől. Ezek a sötét szürkészöld és világoszöld tufák annyira elváltoztak, hogy alig akad egy-egy meghatározható földpát, ez *labradorandezin*, de kevés helyütt maradt meg a *piroxén* alakja is. Az utólagos termékek uralkodnak mindenütt. A bezárt agglomerátok sokfélék, megemlítem közülök a mikropegmatitos alapanyagdarabokat porfíros kvarccal, felzítadarabokat, végül a holokristályos alapanyagtrédékeket oligoklász sorú mikrolitokkal. Fontosnak látszik végül, hogy e tufákban a kalcit szerepét nagyrésztben a kvarc vette át.

A negyedik kőzet az említett nagy faltól délre következik, főtömegében a második lakóház mellett és mögött. Nagyon különböző plagiofiritek alkotják, általános tulajdonságuk, hogy a kvarcosodás erős nyomokat hagyott bennük. Ebben a csak 46 lépés vastag övben a gyorsan változó anyag alapján hat kőzetsort kell megkülönböztetni.

Az *első kőzetsor plagiofirittufákból* áll. Három lépés vastag. Valamivel a második ház előtt zöldesszürke apróporfíros sűrű kőzettekkel kezdődik, de rövidesen ibolyásbarna agglomerátos tufába megy át. Mindkét fajtnak az alkotása olyan, hogy az alapanyag néhol igen erősen elszericitesedett kevés kvarckiválás mellett, máshol felzít lett belőle kevés szericittel. A kataklasztos porfíros *oligoklász* és *bázisos oligoklász* elváltozását tanulságosan lehet kö-

szericit-, albit- és kvarchalmazzá változott. Másutt magnetitesedett és pedig néha nagy mértékben. *Piroxén*szeudomorfóza elég sok van. Nagyobb *magnetit*nek csak egy része eredeti, másrésze utólagos. Ez utóbbi laza, likacsos, ritkán tömörebb, mindig elágazó szemeket alkot. A megelezett folyásos, nem kvarcosodott kőzetben (1·5 lépés) alapanyag 61 %, porf. plagioklász 27 %, piroxénpszeudom. 7·5 %, nagyobb magnetit 4·5 %, egyéb (apatit, titanit, stb.) 0·5 %.

A második kőzetsort szintén csak hiányos adatok alapján tudtam elhatárolni a hegy meredek oldalán. Két nagyobb és több apró sziklafej tartozik ide összesen hét lépés szélességben. Ezek a breccsiás *bázisos plagiofirit*ek nagyon hasonlítanak az előző öv 3. és 6. sorozatának kőzeteihez. Folyásos, sötét alapanyaguk sok salakbreccsiát tartalmaz, kvarcosan és szericitesen alakult át, gyakoriak a titanitos, mirmekites és epidotos képződmények is. A porfiros *oligoklász-andezin* nagy része szericites, nagyobb *klorithalmaz* minimális, sok a másodlagos *magnetit*. A breccsiák kvarcosodott likacsos lávadarabok.

A harmadik kőzetsor tagjai *biotitporfirittufák*, 8 lépés széles sort alkotnak. Az elején vékonypalásak, sőt levelesek, itt kalcitosak, a sor nagyobb részében azonban tömeges külsejűek, itt elkvarcosodtak. Világosabb szürkészöld vagy kékeszöld, olykor sötétzöld színűek. A hamukötőanyag átalakulása foltosan történt. Az átalakulási termékek közt uralkodik a szericit, kalcit, kvarc és mirmekit, alárendelt a klorit, titanit, epidot. A nagyobb ásványszemek a sorozat elején a legüdébbek: a *labradorandezin* mind jellemző szétpattanási töredékdarab, a *barna biotit* széles lemezei széthasadoztak, elszíntelenedtek vagy egészükben ércesedtek, *piroxénpszeudomorfóza* kevés és igen apró is. Van még bennük *magnetit*, nagy *apatit* és *cirkon* kristály. Az igen kevés agglomerát egy része *tömör, kristályos mészkő* és salakos alapanyag darab.

A negyedik kőzetsort kb. 25 m magasságban a hegyoldalon egy négy lépés széles kis sziklacsoport képviseli, ez *tömeges plagiofirit*ből áll. Az ibolyásbarna kőzetek alapanyaga földpátosan alakult át, de a kalcit egyes kőzeteket teljesen átítatott. Igen sok benne a parányi vasércszemcse. A dinamikailag igen erősen elváltoztatott *oligoklászandezin* helyenként vegyileg is átalakult: szericites, kaolinos, epidotos. Repedéseit vastagon vonja be a szericit, máshol

szemet tartalmaz. A porfiros ásványok legnagyobb része *oligoklász*-sorozatú plagioklász, fajtája nagyon tág határok között változik, majdnem az andezinig. *Piroxénre* valló pseudomorfoza minimális, a klorit összes mennyisége is csekély. Utólagos *biotit*, kevés *titanmagnetit*, aránylag sok *apatit*, igen kevés *cirkon* említendők még. A megelezett mirmekites alapanyagú plagiofiritben (8. lépés) az alapanyag 75 %, porf. plagioklász 22 %, femikus pseud. 1 %, porf. vasérc és egyéb 2 %.

A plagiofiritöv utolsó: *hatodik kőzetsorozata* folyásos és brecsiás salakos plagiofiritláva, ennek sziklái már csak a hegyoldalon találjuk meg, mert a völgyben az alluvium mindent takar, de a hegyoldalon is csak hézagos sziklák vannak. Ezek alapján 14 lépésnek mértem a sort. A sötétbarna kőzetek nagyon hasonlítanak ugyanezen öv harmadik sorozatának plagiofiritjeihez, csak sűrűbbek és kovasavval vannak átítatva. Érdekes azonban, hogy földpátosan átkristályosodott alapanyaguk csak kis részben alakult át mirmekitté, mert a kvarc legtöbbször egyes külön fészkekben és erek mentén vált ki. A meghatározhatóan üde porfiros földpát *oligoklász* és *savanyú andezin*, igen kevés és apró a színes ásvány pseudomorfoza, ez részben *amfibol*-, részben *piroxén*-alakú és megjelenésű, de van kloritosodó *biotit* is. A hólyagüreket kvarc tölti ki.

Az *ötödik övbe* különböző összetételű és kiképződésű kőzetek tartoznak, melyeknek összes vastagsága csak 44 lépés. Az idetartozó 5 kőzetsorozat határainak megállapításánál nem támaszkodhattam folytatólagos feltárásokra, hanem csak egyes, a vastag erdőtalajból kiálló sziklák anyagára. Ezek a sziklák pedig hézagosak, sőt a meredek hegyoldal különböző magasságaiból valók. Többszörös mérés alapján mégis sikerült elég jó képet nyerni róluk. Pár helyütt a palásságot is jól látni, a palalapok dőlése mindenütt ÉÉK-i, a 14. lépésnél 54° ÉÉK= 20° felé.

Az *első kőzetsorozatot* sötétzöld, sötét zöldesszürke folyásos piroxénporfiritek alkotják, vastagságuk 8 lépésre tehető. Eredetileg üveges alapanyaguk majdnem teljesen szericitté és kvarccá alakult át. A vasérc eloszlása az eredeti folyásnak megfelelő sávós. Helyenként igen sok infiltrált kvarcot tartalmaznak. A porfiros *labradorandezin* a kvarcosodott kőzetekben erősebben átalakult,

néha salakos plagiofirit, 5 lépés vastagságban. Sötétbarna kőzeteinek hólyagos-sávós alapanyagában sok a vasérc, átkristályosodása sávosan történt. Porfíros földpátjuk csak a sorozat elején változott el egészen, míg a sor legnagyobb részében elég üde *bázisos oligoklász* és *savanyú andezin*. A *piroxénre* valló kloritos pszeuromorfózák mennyisége minimális. A kevés porfíros *magnetiten* kívül elég sok *utólagos származású magnetit* van a kőzetekben, 1·5 mm-ig emelkedő likaesos sejtes xenomorf szemekben és fészkekben, az ezekből kiinduló szálak a szomszédos alapanyagot és a közellévő földpátokat is átjárják, sőt egyes földpátkristályokat magukba is zárnak. Igen érdekes a kőzetet átjáró ásványereknek, továbbá a mandulák ásványainak szukcessziója. A megelemezett kőzet (sor. 3. lépés) csak kissé mandulaköves, alkotása: alapanyag 71 %, porf. földpát 18 %, nagyobb magnetit és egyéb 4 %, kvarcmandula 7 %.

Nagyon hasonlók ezekhez a 4. *közetsornak* tagjai: a folyásos plagiofiritek. Csak külsőleg térnek el. A második lakóház déli végéhez közel kezdődnek és az ott lévő sziklavégeket alkotják 6 lépés vastagságban. Sötétszürkék, barnák és szürkésfeketék, helyenként sok sárga és zöldessárga kalcitos és kvarcos epidotér van bennük. Alapanyaguk sávós üvege telve van változatos alakú fekete és barna krisztallitekkal. Néhol erősen salakosak. A szericitesedés és kvarcosodás nagymértékű úgy az alapanyagban, mint a porfíros földpátoknál, melyek közül közelebbről *bázisos oligoklász*okat határoztam. A megaszkoóposan is látható breccsiák hólyagos salakdarabok.

Ezek után ismét világosabb, zöldesszürke plagiofiritek következnek (5. sorozat), 4 lépés vastagságban alkotják a völgyi rész feltárásának végső szakaszát. A nagy elválási lap mentén felfelé haladva nem találtam meg a folytatását, mert már kb. 6 m magasságban ismét sötétszínű porfiritek következnek. Alapanyaguk néhol elmosódottan folyásos és szericitesen átalakult, máshol, és pedig a legtöbb helyütt mirmekitté változott. Ez a mirmekit egészen jól láthatólag metasomatikus eredetű¹ és mindig sok ferrit-

¹ Részben hasonló mirmekitet írt le legújabban M. REINHARD professzor bázeli intézetében PETER BEARTH a Silvretta diabázteleireiből. Mitteilungen a. d. Mineralog. Petrogr. Institut d. Univ. Basel. No 43. Schweiz. Min. Petr. Mitt. Bd. XII. p. 166—167. 1932.

vetni a szericit megjelenésétől addig a fokig, midőn teljesen szericithalmazzá alakult. Femikus szilikátásványra csak kevés és szórványos *penninhalmaz* utal, kevés a vasérc: *magnetit* és *títánmagnetit* is. *Apatit* néhol sok van. Utólagos kvarc egyes tufákban igen sok van, rendszeren majdnem kriptokristályos állapotban.

Az *agglomerátok* legnagyobb része *salakos plagiofirit*, kvarccal kitöltött igen sok mandulával, de különösen figyelmet érdemelnek azok az *elmeszesedett salakos plagiofirit* agglomerátok, melyek körül a tufakötőanyagban, de a hozzájuk közeleső többi agglomerátban sincsen kalcit. Mindig szericitesek is. Olyan hatással vannak a vizsgálóra, mintha már elmeszesedett állapotban kerültek volna bele a tufába, ahol azonban a behatoló utólagos kvarc részben kiszorította belőlük, legalább is a hólyagüregeiből, a kalcitot. Egyes kvarcsemekben gyakoriak a kalcitzárványok. A jelenséget egyébként egészen jól megmagyarázza LEHMANN felfogása az elváltozások sorrendjéről.¹

A *második sorozatképpen* e tufák után a második lakóház É-i végéhez közel zöld, majd világosszürke és halvány zöldesszürke erősen elkvarcosodott *plagiofirit* következik, Ennek a 14 lépés vastag kőzetsornak csak az elején látszik jól a paláság, ugyancsak itt sárgásszürke, olykor borsószemnél nagyobb breccsiák is vannak. A palás kőzetekben az alapanyag szericitesen és felzitesen teljesen átalakult, porfiros földpátjuk: *bázisos oligoklász*, szintén szericites és rendkívül kataklasztos. A vastag pados plagiofiritok alapanyaga mindig tartalmaz üvegbazist; az átalakulás főleg földpátos, szericites és kvarcos. Néhol igen sok az utólagos kvarc. A porfiros *oligoklász* mindenütt elég üde. Kevés *porfirkvarc* is van bennük. A kőzetzárványok közül felemlítem a nagyon gyakori *mirmekites alapanyagú porfiriteket*. A megelemezett kőzetben (7. lépés) az alapanyag 78 %, porf. földpát 12 %, porf. kvarc 1 %, klorithalmaz 2 %, porf. vasérc és egyéb 1 %, nagyobb utólagos kvarcfészkek 6 %. Típusos példa e kőzet arra, hogy az elváltozás: kvarcosodás és szericitesedés mennyire átalakítja a vegyi összetételt.

A következő *harmadik kőzetsor* anyaga valamivel bázisosabb,

¹ Neues Jahrb. B. Bd. 64. Abt. A. p. 549—592. Bd. 67. p. 69—117 stb.

a kalcit. A vasérckeretes nagyon kevés *amfibol*pszeudomorfoza belsejét klorit, kalcit és kvarc tölti ki. A sok porfiros *magnetit* mellett minimális *apatit*, *cirkon* és *zoizit* β is előfordul.

Ezek mellett a plagiofiritsziklák mellett, azok déli oldalán, olyan *plagiofirittufák* darabjai hevernek, aminők számban kissé feljebb, kb. 30 m magasságban a hegyoldalon helytálló sziklákban is előfordulnak. Ennek a tufának a cserepei elvezetnek addig a kis bemélyedésig, mely a világosszürke (devon? triász?) mészkő hatalmas sziklafala alatt húzódik KDK-i irányban. Ez a 9 lépés széles tufasorozat képviseli a Fehérkő-alja eruptív szelvényének végső déli tagját. E zöld, zöldeskék és zöldesszürke hamutufákban kevés ásványtöredék van. Kötőanyaguk részben átalakult, kvarc, szericit és földpát a fontosabb utólagos termékek. A porfiros *oligoklászok* erősen roncsoltak, néha kvarcosak és szericitesek is. A kevés *klorit*-halmaz eredeti ásványára nem lehet következtetni, az alak leginkább lemezes forma, talán *biotit* volt. Nagyobb *magnetit*szem kevés van. A megelemezett kőzetben (sor. 4. lépéséről) kötőanyag 88 %, nagyobb földpát 9 %, nagyobb klorithalmaz 1 %, porf. *magnetit* és egyéb (rutil, *apatit*, *zirkon*) 2 %.

A tufa a déli szélen és ahoz közel, sok, de apró agglomerátot zár magába, ezek ellapultak és kihégyesedtek a rétegeesség ill. a palátság síkjában. Legtöbbször azonos anyaguak, mint a bezáró tufa, átalakulásuk is olyan. Vannak azonban köztük salakdarabok, erősen felfújt habos horzsakódarabok is.

A Fehérkő aljának feltárásaiból megelemezett kőzetek közül a következőknek vegyi elemzéseit sorolom föl: 1. Amfibolkvarcplagiofirit, II. öv 1. sorozatának 23 lépéséről. 2. Oligoklászporfirit II. öv 7. sor. 2 lépés. 3. Amfibolplagiofirit, II. öv 1 sor. 14 lépés. 4. Piroxénamfibolporfirit, I. öv 2. sor. 62 lépés. 5. Piroxénporfirit, V. öv 1. sor. 1·5 lépés. 6. Piroxénporfirittufa, I. öv 1. sor. 34. lépés. Nagyjában ezek képviselik a feltárások legüdébb kőzeteit is.

	1.	2.	3.	4.	5.	6.
SiO_2	64·00	62·41	60·08	55·41	53·05	49·50
TiO_2	1·09	0·86	1·87	1·10	1·18	1·33
Al_2O_3	15·03	17·09	19·66	18·25	19·20	15·78
Fe_2O_3	1·27	3·16	1·52	3·10	3·45	4·31
FeO . . .	4·19	2·43	4·22	4·02	4·43	3·72
MnO	0·18	0·17	0·10	0·10	0·07	0·15
MgO	2·18	1·07	1·26	3·04	3·10	4·68
CaO	5·13	3·69	4·20	7·10	7·50	11·48
Na_2O	4·30	7·36	5·98	4·45	4·02	2·69
K_2O	1·90	1·08	0·64	1·38	1·60	1·78
P_2O_5	0·10	0·18	0·12	0·20	0·11	0·38
CO_2	0·55	—	—	0·42	—	2·10
H_2O	0·51	0·71	0·75	1·08	2·20	1·60
H_2O	0·09	0·14	0·10	0·14	0·38	0·30
	<hr/>	<hr/>	<hr/>	<hr/>	<hr/>	<hr/>
	100·52	100·35	100·50	99·79	100·29	99·80
Tömöttség:	2·634	2·685	2·649	2·781	2·827	2·798

TÁBLAMAGYARÁZAT.

I. tábla.

1. Plagiofrit, II. öv, 3. sorozat. Széttört és kalcittal összeragasztott oligoklászkristály. + Nicolok közt; 35 ×.

2. Folyásos plagiofritláva, IV. öv, 3. sorozat. Likacsos üvegsávok. 1 Nic. 25 ×.

3. Plagiofrittufa, II. öv, 4. sorozat. Plagioklászok (andezin) szét-pattanási töredékei; + Nic. 71 ×.

4. Oligoklászporfirit, II. öv, 7. sorozat. Alapanyag, vasérc kristály-szállai. 1 Nic. 76 ×.

5. Ugyanaz, 1 Nic. 266 ×.

6. Plagiofrit, IV. öv, 5. sorozat. Mirmekites alapanyag, részben mirmekitessé vált porfiros (oligoklászsorú) földpáttal. + Nic. 57 ×.

II. tábla.

1. Plagiofrit, IV. öv, 2. sorozat. Részlet a mirmekites alapanyagból. + Nic. 130 ×.
2. Amfibolplagiofrit, II. öv, 1. sorozat. Amfibol-pszeudomorfózák. 1 Nic. 44 ×.
3. Folyásos plagiofritláva, IV. öv, 4. sor. Utólagos magnetit-szemcsék, halmazok, és magnetiteres plagioklász (olig. and.). 1 Nic. 44 ×.
4. Piroxénporfirit, V. öv, 1. sorozat. Magnetiteres labradorandezin. 1 Nic. 80 ×.
5. Piroxénporfirit, III. öv, 1 sorozat. Kettétört és szericittel összeragasztott plagioklász (labrador). + Nic. 36 ×.
6. Piroxénporfirit, III. öv, 3. sorozat. Perlites szerkezet. 1 Nic. 50 ×.

III. tábla.

1. Salakos piroxénporfiritláva, III. öv, 3. sorozat. Változatos formájú mandulák. 1 Nic. 18 ×.
2. Piroxénporfirit-tufa, III. öv, 2. sorozat. Üde plagioklász- (labr. and.)-töredékek szericites hamuban. + Nic. 32 ×.
3. Piroxénporfirit-tufa, III. öv, 7. sorozat. Szericitté változott leveles kötőanyagban üde plagioklász- (andezin)-töredékek. + Nic. 30 ×.
4. Amfibolpiroxénporfirit-tufa, III. öv, 8. sorozat. Szericitté alakult összeráncosodott kötőanyagban plagioklász, amfibol- és piroxéntöredékek. Az utóbbiak kloritos pszeudomorfózák, a plagioklász csak kevésbé szericites labradorandezin. + Nic. 18 ×.
5. Kvarctelér piroxénporfiritből, III. öv, 3. sor. Ikersávós kvarc. + Nic. 124 ×.
6. Kvarctelér plagiofirit-tufából, II. öv, 4. sor. Kataklasztos kvarc. + Nic. 33 ×.

*

A vizsgálatokat a *Rockefeller-alap* műszereivel végeztem.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1934. április 23-án tartott üléséből.)

DER ERUPTIVE THEIL DES FEHÉRKŐ BEI LILLAFÜRED.

(Auszug.)

Von : S. v. SZENTPÉTERY. (Szeged.)

Im N. Teile des Borsodheveser Bükkgebirges ziehen sich mehrere eruptive Züge, derer Gesteine stark gepresst sind. Von diesen Zügen ist derjenige von Fehérkőberg am besten aufgeschlossen. Die von hier stammenden Gesteine sind die verhältnismässig frischesten in der ganzen Gegend.

Die Glieder der Hauptgesteinstypen: Plagiophyrite und Pyroxenporphyrite, sowie ihre Arten und Abarten wechseln miteinander und ihren Tuffschichten so ab, dass es sicher scheint, dass jener rheuklasmatiscbe Vulkan, welchem diese Gesteine entstammen, abwechselnd saurere und basischere Laven und diesen entsprechende vulkanischen Lockerprodukte hervorbrachte.

Trotz ihrer Mannigfaltigkeit sind die gebildeten Gesteine einander chemisch ziemlich nahe verwandt. Vergleichen wir die Analysen, abgesehen von den stark umgeänderten, besonders verquarzten Gliedern, so gewinnen wir folgendes Bild: der Kieselsäuregehalt wechselt zwischen 64 und 49%; die extremen Glieder bilden ein Quarzplagiophyrit und ein Pyroxenporphyrituff. Die Summe der *Fe*- und *Mg*-Oxyde schwankt zwischen 7 und 12%, somit ist sie durchschnittlich genügend hoch. Die Menge der Alkalien bewegt sich zwischen 8—4%, die durchschnittliche Menge des Kalioxydes ist 1%, aber in den serizitisierenden Gesteinen erreicht sie auch 3%. In den frischeren Gesteinen herrscht das Natronoxyd meistens stark über dem Kalioxyd vor.

Die Resultate der Wirkung des einseitigen Drucks ist allgemein zu beobachten und hat überall ziemlich starke, oder sogar sehr starke Merkmale hinter sich gelassen. Die gänzliche Auswalzung ist aber nur sporadisch. Es ist sicher, dass dieser starke, gerichtete Druck nicht nur eine umformende, sondern auch eine chemisch umändernde Wirkung ausübte, obzwar die chemischen Umänderungen teilweise natürlich auch der Wirkung der mit den emporgedrungenen Gasen und Lösungen in die Gesteine hineingelangten Stoffe zuzuschreiben sind. Die Quarzitzgänge zeigen die dynamischen Einwirkungen am auffallendsten, was dem VAN HISE-ischen Prinzip entspricht.

Allgemein verbreitete chemische Umwandlungen sind die Serizitisierung und die Verkalkung; die Chloritisierung findet im geringeren Masstabe statt; zwar wurden die femischen Mineralien beinahe ausnahmslos chloritisiert, doch wurden die Gesteine selbst durch chemische Veränderung nur in geringerem Masse mit von aussen stammenden Stoffen erfüllt. Die Verquarzung tritt in dem nördlichen Teile nur sporadisch auf, aber von der dritten Gesteinsserie angefangen wird sie gegen Süden zu immer allgemeiner. Die Verquarzung hat in der ganzen Gesteinsmasse die stärkste Umänderung hervorgerufen und verdeckte oft sogar die Wirkung der früheren Umwandlungen, so dass sie die früher gebildeten Umänderungsprodukte fast ganz oder stellenweise vielleicht ganz verdrängte. Hie und da hat sie sogar die ursprüngliche Struktur des Gesteins verwaschen; durch die übrigen Umänderungsarten wurde die ursprüngliche Struktur immer treu beibehalten. Die Magnetitisierung ist nur sporadisch und unvollkommen. Albitisierung, Pyritisierung, Epidotisierung, Kaolinitisierung usw. sind nur begleitende Nebenerscheinungen. Alle Umwandlungsarten sind miteinander engstens verknüpft. Auch ist es zweifellos, dass ein und derselbe Stoff sich auch auf mehreren Wegen bilden konnte, z. B. der Calcit durch Einschmelzung, Zersetzung, Einsickerung aus thermalen Lösungen usw.

Der Gang der magmatischen Differenzierung kann auf Grund der mir zu Gebote stehenden Daten noch nicht genau bestimmt werden. Mit Hilfe der Analysen der frischesten und hauptsächlich der weniger serizitisierten und durchaus nicht verquarzten Gesteinen

kann man zwar ein ziemlich gefälliges Differentiationsdiagramm aufstellen, ob aber dies der Wahrheit auch entspricht, kann teils infolge der Unzulänglichkeit meiner bis jetzt gesammelten Angaben, teils infolge der ungeänderten Zustände der bis jetzt untersuchten Gesteine, doch wenigstens zweifelhaft sein. So vertage ich die Besprechung des Problems der magmatischen Spaltung auf eine spätere Zeit, als ich den Aufbau und die Zusammensetzung des ganzen Lillafüreder Tals besprechen werde.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 23. April 1933.)

A SALGÓTARJÁN-EGERCSEHI SZÉNMEDENCE, TEKINTETTEL AZ ALSÓMIOCÉN SZÉN ÉS A «SCHLIER» FÖLDTANI VISZONYÁRA.

VITÁLIS ISTVÁN I. tagtól.

A salgótarján—egercsehi szénmedence alatt azt a nagy terület értjük, amelynek az *alaphegység*-kereteit délnyugat felől a dunabalparti triászhegyrögök: a Csóvár—Nézsza—Romhányi-hegység, északnyugat, észak és északkelet felől pedig az Osztrovzski, a Vepor-, a Gömöri-, a Tornaljai-, illetve az Uppony—Nekézsenyi- és a Bükk-hegység *palaeozoos-mezozoos* kőzetei alkotják.

Az így körülhatárolt földtani medence hossza délnyugat—északkeleti irányban: Nézsza—Uppony között 90, a szélessége délkelet-északnyugati irányban: Parád—Losonc között 50 km.

Azt, hogy földtanilag az ú. n. «borsodi» szénmedence *nyugati* része: Egercsehi környéke is a salgótarjánvidéki szénmedencéhez tartozik, már SCHAFARZIK kimutatta. (60., 61.)

A salgótarján—egercsehi medencét dél felől: a Nagy-Alföld felől is *palaeozoos-mezozoos* alaphegységkeret határolta, t. i. az a hatalmas, régi hegység, amelyet idősb LÓCZY LAJOS ismert fel először. (27., 28.) Ezt a mai Nagy-Alföld helyén a mélységbe süllyedt régi hegységet LÓCZY «óspannón», KOBER «Ungarisches Zwischengebirg» (20.), PRINZ «Tisia» (49.), BÖCKH H. «median mass» (= közbelső vagy közbelső tömeg) néven jelölte. (5.)

A salgótarján-egercsehvidéki földtani medence déli hegykeretét a *Mátra*-hegység alkotja. A Mátra erupciós kőzetének a főtömege: a *piroxénos andezit* azonban fiatalabb a salgótarján—egercsehi medence alsómiocén barnaszénénél is, vagyis a Mátra-hegység csak *földrajzi* hegykeret.

A felsorolt alaphegységkeretektől így körülhatárolt földtani medence *kialakulása* valószínűleg a *kréta*-korszakban megindult és a *harmadkorszak* folyamán megismétlődött, hol pozitívus, hol negatívus *tektonikai elmozdulásoknak* köszönheti a keletkezését. Erre mutat az a tény, hogy a felsorolt palaeozoos-mezoos alaphegységkerettől közrefogott medencét a *terciér* üledékei és erupatívumai töltik ki, és hogy a harmadkorszak üledékei ismételt faciesváltozásokat mutatnak.

E feltöltő terciérekorszakú üledékek közé tartoznak a felső *eocén* lithothamniumos-nummulinás mészkövei, amelyek a medence peremén 1. a Csóvár—Nézsza—Romhányi, 2. a Tornaljai és 3. az egykori «közelső tömeg» északi oldalán a külszínen is láthatók, amint azt SZABÓ (70. p. 101.), VADÁSZ (82.) és VITÁLIS I. (86.) közleményeiből tudjuk.

Ismeretesek továbbá az *oligocén* üledékei, és pedig az alsó oligocénkorszakú *hárshegyi homokkő* és a *budai márga* foszlányai (32. p. 161—163), azután a felszínen is nagy kiterjedésben, a középső oligocén *kiscelli tállyagja*, valamint a felső oligocénkorszakú *foraminiferás homokos agyag*.¹

Nagyon elterjedt a külszínen is a konkrét *glaukonitos homokkő*, amelyet a benne Inaszón lelt *Cerithium* (*Potamides* seu *Tympanotomus*) *margaritaceum* Brocc. alapján (70. p. 88., 11. p. 115.) БОСКН HUGÓVAL (3. p. II. k. 715. o.) még a felső oligocénhez vesszünk, bár némely szerző, pl. SCHRÉTER (65. p. 84.), átmeneti rétegnek

¹ Az *oligocén* üledékeinek a beosztása és elhatárolása az eocén és a miocén felől mind máig vitás. *Kettős* beosztás mellett az alsó oligocénhez vesszik a *budai márgát*, a *hárshegyi homokkővet* és a *kiscelli tállyagot*, a felső oligocénhez pedig a *foraminiferás agyagot*, a *Cerithium margaritaceum*-os brackvízi és a *Pectunculus obovatus*-os tengervízi üledéket. *Hármas* beosztás esetén a budai márga és hárshegyi homokkő az alsó oligocénhez, a kiscelli tállyag a középső és a foraminiferás agyag, a *Cerithium margaritaceum*-os és a *Pectunculus obovatus*-os üledékek a felső oligocénhez tartoznak.

Egyes szerzők a budai márgát és a hárshegyi homokkővet, mint-hogy *nummulinák* is előfordulnak bennök, az eocén üledékeihez vesszik még s a kiscelli agyagot teszik az alsó oligocénbe, a foraminiferás agyagot a középsőbe és a glaukonitos homokkővet a felsőbe. (L. pl. NOSZKY 1923. évi beosztását: 41 p. 61.)

tekint a felső oligocén és az alsó miocén között, ismét más, pl. HANTKEN (16. p. 283.), KUTASSY (25. p. 253—254), már az alsó miocén üledékének tart.

A glaukonitos homokkő felső részében egyes helyeken *ostrea*-pad, más helyeken *Terebratula Suessi* DREGER fordul elő nagyobb számban. (65. p. 85.)¹

Az oligocén végén a hol sikérből, hol mélyebb tengervíz visszavonult és az *alsó miocén* alsó részének: az *aquitani* emeletnek az üledékei szárazföldi képződményekkel: az alaphegységkeretből származó *kavics*, *homok* és *közbetelepült tarkaagyag*-rétegekkel indulnak meg.²

Ennek a kavics-homokrétegsorozatnak egyik legváltozatosabb és őslénytanilag legérdekesebb kifejlődése *Ipolytarnócon* van feltárva. A palaeontológiailag érdekes rétegek sorát egy kövületes breccia-pad kezdi meg, amelyből SZALAI (75.) olyan kagyló- és csigafajokat determinált, amelyek a felső oligocén és az alsó miocén üledékeiben fordulnak elő.

E kövületes breccia-pad felett keményebb és lazább homokkőpadok következnek sokféle *cápa* *foggal*. Azokat KOCH ismertette. (21.)

Még feljebb, a homokkőpad felszínre jutott részén lelte БОСКН H. az ősgöringes állatok lábnyomait és a régi növények lenyomatait. STAUB a növénylenyomatok közül 16 «fajt» vélt felismerni (18. p. 229.), amelyek közül a *Carpinus grandis* UNG. az uralkodó.

A tarnóci lábnyomos homokkőpadon fekszik a híres tarnóci

¹ A *Cerithium margaritaceum*-os, vagy *konkréciós*, vagy *glaukonitos* homokkő rétegtani helyzetére vonatkozólag még ugyanannak a szerzőnek a véleménye is megváltozott a kutatások során. СОНРÉТЕВ például még 1919.-ben — mint említettük — átmeneti rétegnek volt hajlandó tekinteni a felső oligocén és az alsó mediterrán között, 1929.-ben pedig már az alsó miocén burdigali emeletéhez vette. (66. p. 12.) НОСЗКУ viszont, aki negyedszázad óta kutatja a salgótarjánvidéki kőzetek rétegsorát, 1912.-ben (36. p. 70.) az alsó miocénhez: az alsó mediterránhoz sorolta, 1923.-ban visszahelyezte a felső oligocénhez: a *cattien*hez és csak a felső, kövüledős — *ostreás-terebratulás* — részét hagyta meg az alsó miocén *aquitani* emeletében 41. p. 61.), 1926.-ban azután az egész rétegsort a felső oligocénbe tette vissza (42. p. 293. és 305—310.).

² Az *aquitani* emeletet általában egyes szerzők a felső oligocénhez, mások az alsó miocénhez veszik.

kövült fa, a palócok «gyurtyánkőve», amelyet KUBINYI ismertetett először és TUZSON írt le szakszerűen *Pinus tarnóciensis* néven. (81.)

A fekühomokkőben lelték Pálfalván a *Physeterula (Orca) Semseyi* H. BÖCKH őscet maradványát (4.), amelyet ABEL a *Physeterula Du Busi* BENEDEN fajjal vél azonosnak. (26. p. 172.)

DORNYAI a salgótarjáni fekükavicscsoportban *prodinothierium* zápfogat lelt. (46. p. 167.) A fekükavics tarkaagyag közbetelepüléséből LÖRENTHEY egy *mastodon* vagy *prodinothierium* lábfejesont-maradványát kapta. (46. p. 168.)

Ennél a *terrestricus* kavicsnál is nagyobb elterjedésű az a vastag *riolit-dacittufa*, amelyet a gyakorló bányamérnökök és SZABÓ közleménye (71.) óta a földtani szakirodalom is az alsó miocén korszakú barnaszénteleg jellemző és könnyen felismerhető *fekvőjének* tekint és a palócbányász «*fejirrkő*»-nek nevez. (46. p. 171.) Ez a vulkáni törmelékes fekvőkőzet a medence nyugati részén nagyobbára szárazföldön halmozódott fel, amennyiben elszenesedett gyökeres növényeket zár magába, míg a medence keleti részén, pl. Egercsehi vidékén a beléje temetődött *Pectunculus*, *Psammobia*, *Lucina* sp.-ek tanúsága szerint tengervízbe hullott. (66. p. 20.) FUCHS a medence nyugati, illetve északnyugati részében: Piliny vulkáni tufájából sorolt fel tengeri kagylókat és csigákat. (10.)

Ebből a riolit-dacittufából Ipolytarnócon változatos kövült növénymaradványokat gyűjtött NOSZKY. A gyűjtött anyagból JABLONSKY 29 fajt határozott meg közelebbről (18.), s ezek közül a főszerepet a *Hicoria bilinica* (UNG.) JABL. és a *Myrica banksiaefolia* UNG. játszotta. A pálmákat a *Calamus Noszkyi* JABL. új faj képviseli. A flóra zöme subtropikus jelleget mutat, s tengerpart-melléki mocsárban vagy swamps-ben élhetett. (18. p. 213.)

Az alaphegységkeretektől távolabb a kavicsra, illetve a riolit-dacittufára a nagyterjedésű mocsarakban iszap: *gyúrható agyag* rakódott le vastagbőrű emlősök: *Prodinothierium hungaricum* ÉHÍK (8.), *Mastodon angustidens* CUV., *Rhynoceros* sp., valamint *Testudo Fejérváryi* SZALAI (77.) és *Trionix* sp. (77.) maradványaival és buja növényzettel.

Erre a kavics, riolit-dacittufa és fekvőagyag kőzetcsoportra, amelynek egyik-másik tagja helyenkint ki is marad, az alsó miocén-

korszak aquitani emeletéhez tartozó *szénteleges üledék* következik. A szénteleges rétegcsoportban a medence nyugati részén inkább szárazföldi, mocsári és lánövényszetből, a medence keleti részén meg lagunákban felhalmozódott növényanyagból 1—3 szénteleg képződött.

A széntelegok száma, vastagsága, szerkezete, minősége nagyon változó, mint azt az eddig megjelent munkák egész sora tanúsítja. (3., 6., 7., 12., 13., 15., 16., 19., 25., 30., 36., 48., 51., 60., 61., 65. 66., 67., 71., 84.) A meddő *közbetelepülések* a medence nyugati részén kevésbé, a medence keleti részén határozottan *tengeri* üledékek: *Tapes*, *Tellina* sp.-ek héjaival. (66. p. 14.) A szén tehát *paralicus* faciesű, amint azt már VADÁSZ is jelezte. (84. p. 452.)

Mindez az édes, a brack- és a sós víz váltakozására: oscillató-jára utal. Erre, illetve a tektonikai elmozdulások kiújulására vall az a körülmény is, hogy a szénteleges rétegcsoport lerakódása közben a riolit hamuja ismételtelen megjelenik részint a széntelegekben, pl. Egercsehin, Somsályon, Királdon az alsó telepben (66. p. 22. és 67., 25. p. 255.), Mátraszelén, Királdon a középső telepben (46. p. 181. és 66. p. 255), részint a széntelegok közötti meddő közbetelepülésekben, pl. Nagybátonyban a két szénteleg között.

Az alsó miocén alsó részének, az aquitani emeletnek e szárazföldi időszakában különösen a mocsarakban, a lápokban, a lagunákban *buja növényzet* élt, és ez szolgáltatta a nyers anyagot a szén képződéséhez, miért is az közelebből érdekel bennünket. NOSZKY tanulmányai szerint (46. p. 167—177) az *első* aquitani flóra maradványa a salgótarjáni Meszesalján levő homokkőbánya rétegcsoportjának a közepe táján a fekükavics mocsári agyag közbetelepülésébe záródott be. Ott nyírfafélék termései és más kétszikű fák levélmaradványai gyűjthetők.

A *második* aquitáni flóra a fekükavics felső részében, az ipolytarnóci lánnyomos homokkőben látható. Innen való a STAUB által meghatározott 16 növényfaj és a *Pinus tarnóciensis* TUZSON fenyőfaj. (18. és 81.)

A *harmadik* aquitáni flóra a kavicsra hullott riolit-dacittufarétegbe temetődött be és részint elkovásodott, részint elszenesedett. Ezt a flórát Ipolytarnócról JABLONSKY határozta meg. (18.) Helyenként, pl. Kazártól északkeletre, ebből a harmadik flórából

fél méterre kivastagodó szénlencse képződött: ez a bányászok »terítéktelepe«. (46. p. 173.)

A *negyedik* aquitáni flóra az alsó széntelep közvetlen fekvőjét alkotó gyűrhető fekvőágyagban van. Valószínűleg ebből kerültek ki azok a növénymaradványok, amelyeket STUR határozott meg és SZABÓ (70. p. 86.) meg HANTKEN is felsorolt. (16. p. 284.) Ezek a következők: *Phegopteris helvetica* HEER, *Blechnum dentatum* STUR, *Lygodium hungaricum* STUR, *Zamites Raczkiewiczzi* STUR, *Glyptostrobus europaeus* BR., *Salvinia Mildeana* GOEP., *Sphaeria lignitum* HEER, *Araucarites* (?) ágtörődék, *Juglans* sp. A gyurtyánosi (gyertyánosi) lejtősakna hányójáról, főleg a kétszikű fák leveleiből, szép sorozatot gyűjtött VITÁLIS SÁNDOR.

Az *ötödik* aquitáni flóra az alsó vagy a fő- (a bányászok által III. számmal jelölt) telep nagykiterjedésű lencseszerű homokkő közbetelepülésében maradt meg. Ilyen korú növénymaradványok főleg Csákányházán gyűjthetők. (46. p. 177.)

A medence keleti részében: Királdon a középső és a felső széntelep közötti meddő közbetelepülésekben KUTASSY lombos fák maradványait lelte. Az tehát már a *hatodik* aquitáni flóra. TUZSON a *Cinnamomum lanceolatum* UNG., a *Laurus primigenia* UNG., a *Cassia bernicus* UNG. és a *Bumelia ambigua* ETT. maradványait vélte azokban felismerni. (25. p. 256.)

Az alsó miocén aquitáni korú szenének a képződését, amelyhez az említett és nagyrészen még feldolgozásra váró flóra szolgáltatta a nyersanyagot, az alsó miocén folyamán a miocéntenger behatolása: ingressiója ismételten megszakította, hatalmas előrenyomulása: transgressiója pedig végleg megszüntette.

A medence keleti részében a sós víz ingressiója már az *alsó* széntelep felett bekövetkezett, SCHRÉTER ugyanis Somsályon már az alsó széntelep agyagfedőjében rábukkant a *teredók* nyomaira. (66. p. 67.) A medence nyugati részén a *felső* széntelep fedőjében annyira gyakoriak a teredók, hogy a bányászok ezt a felső széntelepet egyenesen »teredós« telepnek hívják. A medence északnyugati részében: Karancskeszi határában, Hólya-pusztán, leltem meg a felső széntelep fedőjében a teredók fűrt lyukainak a kitöltéseit.

Az alsó miocén aquitáni korú széntelepes üledékének a *fedő* rétegeit az alsó miocén *burdigali* emeletének az üledékei alkotják.

Ezek a miocéntenger partjai közelében a *cardiumos* agyagos, homokos pala, a sikér tengervízben pedig a *pectenes* homok, homokkő. A *cardium* a *Cardium edule* L. fajhoz hasonlít, de egyes szerzők, pl. SCHRÉTER, a *Cardium (Cerastoderma) arcella* DUJ. fajjal azonosítják. (65. p. 87.) A medence keleti részén a *cardium*hoz *Corbula gibba* OL. csatlakozik, amelyet már PAUL is említ. (51.) A *pectenes* rétegben a salgótarján—egercsehi medence nyugati részében a *Pecten praescabriusculus* FONT., a medence keleti részében pedig a *Pecten (Acquiptecten) opercularis* L. var. *hevesiensis* SCHRÉTER a jellemző. (66. p. 381.)

A medence keleti részében Bánszállás—Királd környékén a *cardiumos-corbulás* üledékben is képződött egy vékony széntelep, amelyet SCHRÉTER *felső* (III. sz.) széntelepnek vett (66. p. 14), a medence nyugati részében pedig a *pectenes* homokkőben található, helyenként ilyen vékony «felső» széntelep, amelyet a gyakorló bányamérnökök «vezértelep»-nek neveznek, amennyiben a kutató fúrásokban ez a telepecske jelzi a főtelep közeledését. (46. p. 182.)

A fokozatosan előrenyomuló terciértenger mélyebb vizében földtanilag is hosszú időn át rakódott le a finomszemű csillámos, homokos, márgás agyagüledék: a «schlier», amely részint a felső oligocén üledékeivel, részint az aquitáni emelet széntelepes üledékeivel, részint a burdigalien *cardiumos* és *pectenes* lerakódásaival, részint a középső miocén alsó részének a helvéciai képződményeivel egykorú facies, amint arra NOSZKY már ismételten reámutatott és újabban részletesen is kifejtett. (45.)

Azt, hogy a «schlier» nem alkot határozott szintet, hanem a középső oligocéntól a felső miocénig akármelyik szintben megjelenhetik, Morvaországban, Ausztriában, Olaszországban már régebben kimutatták. (58., 62., 47.)¹

A *helvét* és a *torton* üledékei jó feltárásokban tanulmányozhatók Mátraszöllös kőbányáiban. Az ott lelhető sokféle túskebőrű, kagyló, csiga, cápa stb. maradványait VITÁLIS I. ismertette. (87.)

A medence déli, délkeleti és nyugati részében a *torton*: a lajta-

¹ Arra, hogy a «schlier» nem rétegtani egység, hanem eltérő korú kifejlődés: facies, SCHAFFER ismételten reámutatott.

mészke és a felső miocén: a szarmata üledék látható a felszínen nagy kiterjedésben. A *lajtamészke*ben Mátraverebély, Tar vidékén sokféle túskebőrű, kagyló, csiga stb. maradványa található, amelyeket VADÁSZ (23.), GISLÉN (74.), NOSZKY (39.), STRAUSZ (68., 69.), SZALAI (74.) tanulmányoztak. A *szarmata* a medence alföldi peremén jelenik meg a felszínen nagy kiterjedésben.

A medence déli részén: Mátraszöllös vidékén VITÁLIS I. a pliocén üledékei közül a kövületes *poniticumot* is meglegte. (87.) A *levantei* emelet kavicsos homokból áll s Ajnácskő vidékén ősmélsők csontjai kerültek ki belőle, amelyeket KUBINYI (24.) és KRENNER (22., 23.) ismertettek. *Mastodon* sp., *Tapirus priscus* KAUP., *Castor Ebeczkyi* KRENNER fordul itt elő.

A salgótarján—egercsehi medence feltöltésében résztvesznek a terciér *eruptívumai* is. Így Recsk—Parád—Mátradereske között a palaeogénkorú *biotitos-amfibólos andezit* a recskvidéki arany-, ezüst- és rézércekkel, továbbá a Karancs *gránátos andezitje*, valamint a miocénkorú, megismétlődött kitérésből származó *riolit* és a Mátra—Cserhát-hegység főtömegét alkotó *piroxénos andezit*, meg a pliocénkorszakú *bazalt*.

Az erupciós kőzeteket főleg ANDRIAN (1.), SCHAFARZIK (59.), MAURITZ (29.), ROZLOZSNIK—EMSZT (56.) és REICHERT (52—54.) ismertette, az üledékeket pedig a medence nyugati részében különösen NOSZKY (31—46.), a keleti részében viszont SCHAFARZIK (60., 61.), SCHRÉTER (66.) és VADÁSZ (84.). Igen sokan foglalkoztak a salgótarján—egercsehi medence őslénymaradványainak a meghatározásával is, amint azt az irodalom jegyzékéből is láthatjuk.

*

A harmadkorszak régebbi: *palaeogén* üledékei egyrészt rétegtani hiányokat, másrészt erős facies-változásokat mutatnak, amiből a *tektonikai mozgások* megismétlődött feléledésére, kiújulására kell következtetnünk. A tektonikai mozgásokkal kapcsolatban a *neogén* kőzetein is elég erős facies-változások ismerhetők fel.

Eddigi megfigyeléseink szerint a terciér kőzetei közül hiányzik az *eocén* idősebb része.¹ Az alsó oligocénkorú *hárshegy* *homokkő*

¹ Délnyugatra, a Nagyszál keleti oldalán a paleocént és az eocén idősebb részét — KUBACSKA szerint — szárazföldi karsztos vörös agyag és mocsári szürke agyag képviseli. (Földt. Közl. 1925. LV. k. p. 154.)

és a *budai márga* is csak foszlányokban fordul elő a Csóvár—Nézsza—Romhányi triászröghegység oldalán. (82. p. 161—163.) Lehetséges, hogy ezek az üledékek itt is annak a hatalmas *infraoligocénkorszakú denudációnak* estek áldozatul, amelyet a Magyar Középhegység dunántúli részében ROZLOZSNIK, SCHRÉTER és T. ROTH K. (57.) ismertek fel.

A balassagyarmati artézi kútfúrás azonban inkább arra mutat, hogy a medencének, legalább is a nyugati része, az alsó oligocén idejében szárazföldként emelkedett ki és csak azután merült egy időre tengervíz alá. (12.)

A tektonikai elmozdulások az oligocén végén és a miocén folyamán kiújultak, hol pozitívus, hol negatívus irányban és így a medence területe, illetve annak egyes része majd szárazföldként emelkedett ki, majd tengervíz alá süllyedt.

A szénkutató bányageológusra nézve az itt érintett földtani folyamatok közül a facies-változásokat okozó *tektonikai mozgások* igen fontosak, mivel azokkal kapcsolatban ismerhető fel a salgótarján—egercsehi medence kőszéntelepeinek a képződése.

*

A salgótarján—egercsehi medence terciér üledékei közül 1. a *fiatalabb eocén*, 2. a *felső oligocén* és 3. az *alsó miocén* üledékeiben fordulnak elő kőszéntelepek. Azok képződését fővonásokban a következőkben ismertetjük.¹

1. A fiatalabb eocén szén. A Csóvár—Nézsza—Romhányi triászröghegység, továbbá a Gömöri-, a Tornaljai-, azután az Uppony—Nekézsenyi-, a Bükk-, valamint a Tisia-tömb palaeozoos-meozoos alaphegységkereteinek a belső: a Salgótarján—Egercsehi felé néző oldalán a krétakorszak végén vagy az eocén elején ovális tektonikai beszakadás keletkezett, amelynek a feltöltésében már legalább is a fiatalabb eocén üledékei részt vettek, amint azt SZABÓ (70.), VADÁSZ (82.) és VITÁLIS I. (86.) közleményeiből tudjuk.

Ebbe a tektonikai mélyedésbe valószínűleg a felsőtúri perm-

¹ A pliocén-korszakú *lignit* Hatvan, Rózsaszentmárton, Gyöngyös, Tard et c. vidékén már a Nagy-Alföld medencéjében képződöttnek tekinthető.

kvarcit és a Nagyszál triaszkorú alaphegység kerettöredékei között az esztergomvidéki—budapilisi medence felől, Pilismarót, Pomáz, Szob, Diósjenő határain át, hatolt be a Tethys eocén vize és abból rakódott le a salgótarjánvidéki medencében is az alaphegységkeret belső oldalán a felszínen is látható lithothamniumos-nummulinás mészmárga.

A Magyar Középhegység dunántúli részében a Bakony-, a Vértes-, a Gerecse- és a Buda—Pilisi triászhegységek teknőiben az eocén üledékeiben egy idősebb — paleocénkorú — vastagabb, nagyobb fűtőértékű *tata—doroqi* típusú és egy fiatalabb — közép-eocénkorú — vékonyabb és kisebb fűtőértékű, ú. n. *fornai* típusú eocén szén fordul elő.

Mint hogy ez a fiatalabb, vékonyabb és kisebb fűtőértékű *fornai* típusú eocén szén a Magyar Középhegység dunáninnyi részén, a Vác felett emelkedő Nagyszál triászhegyrögének a keleti lábánál, Kósd község határában (55.) is előfordul a felső eocén lithothamniumos-nummulinás mészkövei alatt, mint fedőréteg alatt: fel lehet tenni, hogy legalább is ezt a fornai típusú eocén széntelepet a salgótarján-egercsehvidéki medence alaphegységkeretei közelében is megellelhetjük, nem túlságosan nagy mélységben.

Elsősorban a kósdai eocén szénhez közel fekvő Csóvár—Nézsá—Romhányi triászhegyrögök keleti oldala és előtere látszik alkalmasnak a feltételezhető eocénszén felkutatására, amennyiben ott az alaphegység triászhegyrögeire támaszkodva a felszínen is jelentős kiterjedésben láthatók az eocén lithothamniumos-nummulinás mészkövei és márgái, amelyeket a fornai típusú eocén széntelep *fedő*-rétegeinek tekinthetünk. Feltehető ugyanis, hogy az alaphegységtől távolodva, az eocén lithothamniumos-nummulinás fedő mészköve nem fekszik már *közvetlenül* a triázmészkövön, hanem ékszerűen közbeiktatódik az eocén széntelepes üledéke is.

A Nézsá határában lemélyített és a felső eocén ezen lithothamniumos-nummulinás üledékén áthaladó kutatófúrás azonban csak jelentéktelen szénzinórokat harántolt. A kiscelli tályagban kezdett fúrás pedig 300 m mélységig az eocén fedőmészkövet sem érte el. A Legénd határában régebben (1904—6) lemélyített fúrások az oligocén fedőrétegekben álltak meg.

Az egykori Tisia-tömb északi oldalán a SZABÓ által felismert

lithothamniumos-nummulinás üledék alatt is fel lehet tételezni az eocén széntelepét. A Mátraderecske határában lemélyített kutatófúrás azonban itt strato-vulkáni tufába jutott és arra az eredményre vezetett, hogy az erupció szünetelése közben lerakódott konglomerátum és agyag is csak jelentéktelen szénzsinórokat zár magába.

Ezzel az alkalommal megemlítem azt is, hogy a mátraderecskei fúrt lyukban kisebb mennyiségű földgáz és földiolaj táratott fel, és hogy 127—134 m mélységben az andezittufa hézagaiban lencse-, egész mogyorónagyágú *terméskén* fordult elő. *Arany-, ezüst- és rézércnyomok* is mutatkoztak.

Minthogy a salgótarján-egercsehvidéki medence peremi részein, az alaphegységkeretek közelében nem sikerült az eocén szenet fejtésre méltó kifejlődésben felkutatni, magában a medencében gyakorlatilag indokolatlan volna ilyen eocén szénkutatófúrás lemélyítésének a megkísérlése.

Kettős okból is.

Először is a medence nyugati és északnyugati részén a balassagyarmati artézikutatófúrás és a régi nagyszaltnyai szénkutatófúrás a kristályos pala alaphegységig ment le (14. p. 274.) a nélkül, hogy az eocén üledékeit meglelte volna. Másfelől viszont a természetes feltárásokból, továbbá a régi zagyvai szénkutatófúrásból tudjuk, hogy 1. a glaukonitos homokkő legalább 400—500 m vastag,¹ és hogy 2. a kiscelli tályag — a kódsi és a budapestvidéki analógia szerint — ugyancsak legalább 300 m és így, ha még az eocén fedőréteg vastagságát is számításba vesszük, — Kósdon az kereken 100 m — cca 800—900 m mélységre kellene lefúrni, hogy megállapítható legyen: ki van-e fejlődve az eocénszén fejtésre méltó módon a medence középső része alatt?

Ilyen nagy mélységből azonban — különösen a vékonyabb és kisebb fűtőértékű *fornai* eocén-szenet — aligha lehetne gazdaságosan kitermelni. Ilyen költséges és kétséges sikerű mélyfúrásra csak erős gazdasági fellendülés idején lehetne vállalkozni.

2. A felső oligocén szén. A Magyar Középhegység túladunai részén a felső oligocén üledékei több helyen széntelepeket zárnak

¹ SCHRÉTER szerint 550 m vastag (65. p. 84.).

magukba. A Bakonyban Szápáron ismételten bányászták ezt a felső oligocénkorszakú szenet (80.), amelynek a földtani korát pontosan meghatározta a benne lelt *Anthracotherium valdense* var. *szápáriense* ÉHİK. (9.)

A Vértes-hegységben, Vértessomlyón (Zsemlyén) termeltek régen ilyen felső oligocén szenet, amelynek a felső oligocénkorát az ott lelt *Cerithium margaritaceum* és *plicatum* szabja meg. (78., 79.)

A Gerecsében: az esztergomvidéki palaeogén medencében, Szarkás-pusztán, Sárísápon, Annavölgyön stb. a felső oligocén széntelepen: az ú. n. *Anna*-telepen indult meg régen a bányászat, és csak egy vetőnek köszönhető, hogy 1840 körül rábukkantak a vastagabb eocén széntelepre is. (64. p. 12.) Az esztergomvidéki medencében a felső oligocén idején három széntelep keletkezett, a két felső vékony, az alsó átlag 1 m vastag és fejtésre méltó.

Ezeket a felső oligocénkorszakú széntelepeket megtaláljuk északkelet felé a Pilis-hegységben is, részint természetes kibúvásokban: a Duna felé haladó vízmosásokban, pl. északon Pilismarót, keleten Leányfalu, Pócsmegyer, Szentendre, Pomáz határában (78. p. 106—108.), részint bányászati feltárásokban, pl. a pomázi Messelja aknácskájában (17. p. 112.), részint kutatófúrásokban, pl. Pilismarót, Pomáz, Szentendre határában, *Cerithium margaritaceum* etc. héjakkal.

A Pilis—Budai-hegységben azonban ez a felső oligocénkorszakú szén eddigelé sehol sem bizonyult fejtésre méltónak.

Folytatódik a széntelepes felső oligocén üledék a dunáninneni részen a Nagyszál triász- és a felsőtúri permkvarcit alaphegység-rögök között, abban az öbölben, amely összeköti az esztergomvidéki és a pilis—budai palaeogén medencét a salgótarján-egercsehvidéki medencével.

Szob—Nógrádverőce között széles területen lép át az említett öbölbe ez a széntelepes felső oligocén üledék, amelyben Böcker H. kutatásai szerint váltakozik a *Cerithium margaritaceum*os brackvízi üledék a *Pectunculus obovatus*os tengeri homokkal. (2. p. 37.)

SZABÓ hátrahagyott jegyzeteiből tudjuk, hogy Szob határában kutatótárót hajtottak erre a felső oligocén szénre és azt 2·5 láb (78 cm) vastagságban meg is találták. (72. p. 311.)

Északkelet felé a salgótarjánvidéki medence délnyugati öblé-

ben azután igen sok helyen ismerjük ezt a felsőoligocénkorszakú széntelepes üledéket. Így Szendehely, Berkenye, Nógrád, Bánk, Romhány, Szátok, Becske, Szandavár, Vadkert, Szügy, Csesztve, Patvarc, Marcal, Iliny, Nógrádsipek, Lóc községek határában.¹

A balassagyarmatvidéki patvarci 1—1.3 m vastag szenes agyagról — amelyet VADÁSZ mint agyagos szenet (84. p. 405), NOSZKY mint földes szenet (42. p. 305) említ — PÁLFY (50.) már egy emberöltő előtt kimutatta, hogy az *felső oligocén* képződmény, minthogy *Cytherea Beyrichi* SEMP., *Cyprina rotundata* A. BRAUN, *Cardium cingulatum* GOLDF. és *Pecten Northamptoni* MIGHT. var. *multispinosa* SACCO héjakat gyűjtött belőle, de azért — különösen bányász körökben — ezeket a szeneket még mindig a szorosán vett salgótarjánvidéki alsó miocénkorszakú szenekkel tévesztik össze.

Nem lesz tehát felesleges, ha NOSZKY összefoglaló munkájának (42., 46.) némi kiegészítése végett én is közlöm még 1920. évi megfigyeléseimet és kövületleleteimet erre a felső oligocénkorszakú széntelepes üledékre nézve.

Balassagyarmattól délre Csesztve község határában, a Köveses-hegy oldalán, a Mogyorós-ér délkeleti ágában, a vízvájta szakadékos árokban egy alsó: 2 cm és egy felső: 12 cm vastag szén «telepecskét» láttam és abban a széntelepes üledékben megjelentem a felső oligocén «vezérvödröket»: a *Cyrena semistriata* DESH. és a *Cerithium plicatum* BRUGG. héjait.

Nógrád és Berkenye községek között ugyancsak megjelentem ezt a tetszetős külsejű és nagy fűtőértékű felső oligocén szenet természetes kibúvásban és kövületekkel. Ott a *Cerithium plicatum* BRUGG. házain kívül több példányban gyűjtöttem az *Fburna Caronis* BRONG házait. Ez a csigafaj igen gyakori az esztergomvidéki szénterületen: Sárísápon, ugyancsak a széntelepes felső oligocén üledékben.

A salgótarjánvidéki medencének ezt a felső oligocénkorszakú

¹ VADÁSZ (84. p. 405.) Herencsény és Kiskér barnaszeneit is felső oligocénnek véli. Ámde a széntelepes üledékek fekvője Herencsényben kavics, a fedő pedig Herencsényben is, Kiskéren is conglomerátus pala. Az ilyen fekvő és fedő pedig a salgótarjánvidéki medencében az alsó-miocén széntelepes csoportra jellemző. Herencsény és Kiskér széntelepét NOSZKY is az *alsómiocén*hez vette (46. p. 170.).

szenét eddig csak Becskén fejtik. Ott ugyanis a széntelep helyenként 0·8—1·3 m vastagságot is elér.

Noszky értesülése szerint ebben a felső oligocénüledékben Bánk és Romhány között (42. p. 305.), a felszín alatt 95 m mélységben állítólag 70 cm vastag jó szenet fúrtak át. Bánkon a nemes agyag kitermelésével kapcsolatban több ízben megfordultam, de az ottani nagyon szép felső oligocén szén vastagsága csak arasznyi. Más helyeken is azt észleltem, hogy ebben a felső oligocén széntelepben a tiszta szén vastagsága csak 10—30 cm és lencsésen igen hamar kiékelődik.

A felsorolt községek feltűnően szép, nagy fűtőértékű felső oligocén széntelepecskéi a természetes kibúvások közelében ismételtelen kisebbszerű bányászati feltárásokra és kutatófúrások lemélyítésére serkentettek. Bányavágattal igyekeztek pl. ezt a szenet feltárni *Nógrádsípek*, *Lóc*, *Szátok* határában. A táróban mind a három helyen csak arasznyi vastag ez a felső oligocén szén.

Nógrád község határában 1914. évben 400 m mélységre fúrtak le a nélkül, hogy mívelésre méltó szenet harántoltak volna. (42. p. 303.) Ebből a fúrásból — EISELE O. közlése szerint — földgáz tört fel.

Lócon ILLÉS VILMOS szerint a felső oligocénben telepített kutató fúrásban 350 m mélységben 20 cm vastag széntelepecskét leltek. (84. p. 405.)

A medence északnyugati részén, Losonc vidékén: *Nagyszalotán* 1910—1911-ben a kutatófúrás a zöldes agyagban, amelyben homokos kavicsos rétegek is vannak, 232·4 m-től kezdve 15 cm és 232·55 m-től 5 cm vastag széntelepecskét harántolt, 321 m mélységben pedig elérte a kristályos pala alaphegységet.

A medence keleti részén szintén csak vékony szénzsinórok ismereteseek a felső oligocén üledékeiben. A borsodvármegyei *máléi* (pagonypusztai) kutatófúrás 512 m mélységig egyáltalán nem lelt szenet, holott VADÁSZ szerint (84. p. 403) a kiscelli agyagba is behatolt.

A felső oligocén képződménye a *glaukonitos homokkő* is, amely nagy felszíni kiterjedésben jelenik meg a salgótarján-egerecsehvidéki medencében és helyenként némi *szenesedési nyom* is észlelhető benne. Az 1883. évben lemélyített «zagyvai» fúrás azonban 315 m mélységre ment le benne a nélkül, hogy szenet harántolt volna.

A salgótarján-egercsehvidéki medencében tehát — Becskén kívül — nem sikerült eddig fejtsére méltó felső oligocénkorszakú szenet felkutatni, noha természetes szénkibúvásban nincsen hiány. Ez a kedvezőtlen tény annál feltűnőbb, mivel délnyugat felé az esztergomvidéki medencében, Sárísápon, Annavölgyön, Szarkáspusztán stb., a Vértesben, Somlyón, a Bakonyban Szápáron és északkelet felé, a Tornaljai-hegységen túl Somodinál, habár csak kisebb-nagyobb lokális fészkekben, de jelentősebb (1—2 m) vastagságban fejlődött ki a felső oligocén szén.

Talán a későbbi kutatások során a salgótarján-egercsehvidéki medencében is reábukkanunk ilyen lokális, de még fejtsére méltó előfordulásokra.

3. Az alsó miocénkorszakú barnaszén. A felső oligocén végén a salgótarján-egercsehvidéki medence területéről, főleg a medence nyugati részéről a tengervíz visszavonult.

Ebben az időben: az alsó miocén aquitani idejében a salgótarján-egercsehvidéki medence nagy része olyan szárazföld volt, amelyen a medence nyugati részén nagykiterjedésű mocsarak, lápok, a keleti részén pedig lagunák terültek el. Az azokban dúsan termő és a mozgó víz által odahordott szárazföldi növények tesztéből képződtek a barnaszéntelepek.

Ha ennek az alsó miocénkorszakú, aquitáni barnaszénnek a képződését vizsgáljuk, arra a megfigyelésre jutunk, hogy a medence palaeozoos-mezozoos alaphegységkerete közelében csak egy vagy két széntelep keletkezett, míg az alaphegységkerettől távolabb két-három széntelep fejlődött ki, vagyis a barnaszén képződését a megnövekedett, illetve behatolt víz egy vagy két ízben megszakította.

Úgy látszik, hogy főleg a déli alaphegységkeret széttöredezése és egyes részeinek a lesüllyedése idézte elő a «mediterrán» tenger vizének a salgótarján-egercsehvidéki medencébe való fokozatos előrenyomulását. Valószínű, hogy egyrészt a Budai-hegyek—Nagyszál triászrögei és a Tisia palaeozoos-mezozoos hegytömbje között Budapest—Fót határán át, másrészt a Bükk és a Tisia lesüllyedt részei között Eger vidékén (Bakta, Sirok határán át) hatolt be az alsó miocén tenger a salgótarján-egercsehvidéki medencébe.

A salgótarján-egercsehvidéki medence délnyugati részében,

Kiskér bányában csak *egy* széntelep ismeretes. A medence déli szélén, a Tisia egykori alaphegységkeretének az északi oldalán: Parád, Bodony, Mátramindszent határában ugyancsak egy széntelep képződött az aquitani időben a riolittufa felett és az is vékony, pl. Parád, illetve Bodony határában csak 40 cm vastag (33. p. 130), vagy elpalásodásra hajló, pl. Mátramindszenten. Ugyancsak egyetlenegy széntelep fordul elő a medence keleti részében a Bükk-hegységnek, mint alaphegységkeretnek a nyugati oldalán, pl. Monosbél határában, a vilobányai szenterületen vagy Mikófalván, ahol a kutatófúrás, ámbár az alaphegységig ment le, szintén csak egy (70 cm vastag) széntelepet lelt.

Délnyugat és délkelet felől azután előre nyomulhatott a sós víz, minthogy Kiskéren a széntelep felett az elegyes vizet kedvelő *congeriák*¹ jelentek meg; Parád, Bodony, Mátramindszent határában még gyorsabban hatolt előre a miocéntenger sós vize, úgyhogy a hirtelen mélyülő vízben a növények elvesztették gyökérlábaik alól a talajt és így megszűnt a szénképződéshez szükséges nyersanyag felhalmozódása és az egyetlen széntelepre úgyszólván közvetlenül tengeri üledék: «schlier» rakódott le, amint azt már Böcker H. és Noszky is kimutatta. A széntelep felett egyébként Kiskéren is csak vékony márga és homokkőréteg van és azután nyomban a schlier következik.

A miocéntenger előrenyomulása helyenként az alaphegységkeret közelében is lassúbb volt, illetve regresszióval járt. Dorogháza határában Lengyend-pusztán már az egyetlen széntelepben, Nagybátony határában, pl. a Szoros-patak mentén pedig az alsó, elpalásodásra hajló széntelep felett jelzik ugyan a *congeriák* a sós víz behatolását, de azután a sós víz visszahúzódhatott, mivel a congeriás pad felett 15—25 méterrel magasabban újra gyökeret vert a növényzet és nyers anyagot szolgáltatott egy tisztább és 1·5—1·8 m vastag *felső* széntelep képződéséhez, amint azt Lengyend-pusztán a bányászati kutatásokból, Nagybátonyban pedig az üzemben levő bányákban is láthatjuk.

¹ PAUL a salgótarjánvidéki congeriákat a *C. clavaeformis* KRAUS fajjal azonosította (51.), SCHRÉTER ellenben a *C. Brardii* A. BR.-fajhoz vette. (66. p. 86.)

A medence délnyugati részében: Herencsény határában is két széntelepet említ PAPP K. a kavicsfekvő felett. (48. p. 782.)¹ A medence keleti részében Egercsehi környékén szintén csak két széntelep van. (61. és 66.)

Nagybátony határában a két széntelep között, Lengyendpusztán a felső széntelepben egy-egy riolituffarétegecske fordul elő, ami arra mutat, hogy a tektonikai mozgások kiújulhattak, vagyis út nyílt a riolit kitódulására: hamueső keletkezésére. Ugyanezekkel a tektonikai mozgásokkal kapcsolatos a vízszint ingadozása: oscillatioja, a sós víz előrenyomulása és visszahúzódása.

Az alaphegységkeretektől távolabb, Bánszállás—Királd, Mátránovák—Kisterenye határában, valamint még távolabb Mátraszéle—Vizslás környékén három széntelep keletkezett, amelyek közül az alsó telepnek a fedőjére a váltakozó homok és agyag: a *kunavász*, a középső telep fedőjére a tömegesen megjelenő *congeriák*, a felső telep fedőjére pedig a sok *teredo* a jellemző. Ez a három barnaszéntelep Kisterenye, Mátránovák környékén olyan kifejlődésű, hogy hol az alsó, hol a felső telep szene méltó a kitermelésre, Királd vidékén viszont egyik helyen az alsó, más helyen a középső telep szenét fejtik. A felső széntelep a medence keleti részén, Bánszállás—Királd környékén vékony: 0·2—1·2 m s fejtésre nem méltó. (66. p. 98.)

Az aquitáni barnaszéntelepek számában, kifejlődésében mutatkozó eltérések arra vallanak, hogy az édes, az elegyes és a sós víz nem egyformán és nem is egyidejűleg változott az egész salgótarjánvidéki medencében, vagyis a salgótarján—egercsehi terület már az alsó miocénkorszakú aquitáni barnaszén képződése idejében részekre szakadozott és ez az oka a sokféle egykorú, de kőzetanilag eltérő üledék lerakódásának: a sokféle faciesnek.

Olyan helyeken, ahová a sós víz később jutott el, a széntelep üledék felett a burdigali emelet képződményeiként partközeli és síkérebb vízi üledék: *cardiumos*, illetve *cardiumos-corbulás* és *Pecten praescabriusculusos* vagy *Pecten opercularis*os agyagos homokok és homokkövek rakódtak le. Ahová pedig hamarabb jutott el a miocén tengernek a mélyebb sós vize, ott finomabb

¹ Herencsényben én csak *egy* széntelepet láttam s annak a fedője *congeriás*, az egyik kutatófúrás azonban két széntelepet harántolt.

szemű csillámos homokos, agyagos üledék: a «*schlier*» halmozódott fel, amely ott, ahol már eredetileg is csak egy széntelep képződött, egykorú lehet más helyek középső és felső széntelepével, vagy a *cardiumos* vagy a *pectenes* fedőrétegekkel, sőt a középső miocén alsó részével: a *helvetiennel*.

Erre a külföldön is ismert faciesváltozásra — mint már említettük — itt NOSZKY mutatott rá először.

Lehetnek természetesen olyan medencerészek is, amelyek a felső oligocén idején sem szabadultak fel a tengervíz alól és így azokon a helyeken folytatódik a tengeri üledék, esetleg «*schlier*»-faciesben.

*

Az a bányageológus tehát, aki a «*schlier*»-ben kénytelen barnaszénkutatófúrást kitéríteni, — tekintettel a *schlier*nek földtanilag is hosszú időre terjedt képződésére — meglehetősen nehéz probléma elé van állítva.

Az alsó miocén barnaszénképződésének és a *schlier* lerakódásának ezt a kapcsolatát a bányavágatokban és a kutatófúrások adatai alapján tanulmányozva, arra a tapasztalatra jutottam, hogy az alsó miocén barnaszéntelegek a *schlierrel fedett* medencerészek alatt nemcsak hogy többszáz méter mélységben vannak, ami a faciest tekintve természetes is, hanem feltűnően el is *vékonyodnak*, ami a bányászat szempontjából nagyon sajnálatos.

Ezt a megfigyelésemet úgy igazolom, hogy olyan példákat sorakoztatok fel, ahol egymás közelében ismeretes az alsó miocén-korszakú barnaszén egyrészt a *schlierrel nem fedett*, és másrészt a *schlierrel fedett* területrészek alatt.

1. *Baglyasalja*—*Karancsalja* között az 1:25,000, illetve az 1:75,000 méretű térképen *Bikó-Bikke*, illetve *Bikka-Bikke* névvel jelölt *Gusztáv*-aknában a *schlierrel nem fedett* területen 90 méter mélységben 1—1.1 m vastag a mívelésre méltó alsó miocén-korszakú barnaszén. A szomszédos *Albert*-aknában a *schlierrel fedett* területen 212 m mélységben 0.85—0.90 m, az *Amália*-aknában pedig ugyancsak *schlierrel fedett* területen már 250—262 m mélységben fekszik a széntelep és a szén vastagsága átlag csak 50 cm. Ugyanitt az V. számú ereszkében 370 m mélységben érték el ezt a vékony széntelepet. A *Pali*-bányában a szén vastagsága csak 46—50 cm.

Az Albert- és az Amália-aknától északnyugatra Vízvölgy-pusztá, Borotvás-pusztá felé az a medencerész, amelyet főleg a schlier tölt fel, egyre jobban mélyed, illetve a schlier egyre vastagabb benne, úgy hogy a szén a külszín alatt átlag 400, sőt Borotvás-pusztánál már 444 m mélységben van és az átlagos vastagsága csak 45—50 cm.

2. *Vizslás* község beltelkein *hiányzik a schlier*. Ott a külszín alatt már 40 m mélységben elérték a *felső* széntelepet 40—50 cm vastagságban. Ugyanott a *középső* telep 10—15 cm és az *alsó* vagy *főtelep* átlag 80 cm vastag. Ezzel szemben Vizslástól dél-nyugatra, a Tarján-patak túlsó (jobb) oldalán Kaparó-pusztán, a *schlierrel fedett* területen a kutatófúrásban a felszín alatt 191 m mélységben érték el a *főtelepet* és a szén vastagsága csak 68 cm.

3. *Kisterenye* határában a Ravaszlyuk környékén HANTKEN már 1878. évben említi (16. p. 283) a három széntelepet, amelyek közül az alsó, a riolittufa felett 0·8, a középső 0·32—0·63 és a felső 1—1·4 m vastag. Minthogy itt a széntelepek *a schlierrel nem fedett* területeken természetes feltárásokban kerültek felszínre, a széntermelés táróval (Barbara-táró) indult meg.

HANTKEN régi megállapítását az újabb feltárások alapján azzal kell kiegészítenünk, hogy jelenleg a széntermelés hol az alsó, hol a felső széntelepben történik.

Kisterenyétől északnyugatra, a Tarján-patak jobb oldalán viszont a *schlierrel fedett* területen, Bikkvölgy-pusztán, az egyik fúrásban a felső széntelepet a külszín alatt 284 m mélységben érték el és 0·67 m vastagságban harántolták, a középső széntelepet 314 m mélységben harántolták 0·40 m vastagságban, az alsó telepet pedig 333 m mélységben érték el és a vastagsága 0·50 m volt. A másik fúrásban a schlierrel fedett területen még mélyebben lelték a széntelepeket és még jobban elvékonyodva. Ott ugyanis a felső széntelepet 329 m mélységben találták meg és a vastagsága csak 0·45 m volt, a középső telep 358 m mélységben feküdt és csak 0·29 m vastagságban harántolták, az alsó széntelepet 377 m mélységben ütötték meg és a vastagsága csak 0·50 m-t tett ki.

4. *Kisterenye—Sóshartyán* határában, Nyárjas-völgy környékén, a *schlierrel nem fedett* területen 14, illetve 27 m mélységben érték el a *főtelepet* 0·7—1 m vastagságban, holott a szomszédos

schlierrel fedett területeken, pl. Kisfalud, Nagykeresztúr-pusztá területén a lemélyített fúrások szerint a felső és a középső telep csak nyomokban volt észlelhető és az alsó vagy *főtelep* is csak 0·45—0·50 m vastagságban fejlődött ki.

5. Nagybátonytól délre a Szorospatak bányamezejében, a *schlierrel nem fedett* terület alatt a szénkibúvásokon megkezdett bányászati feltárások a felső széntelepet 1·6—2·2 m vastagságban tárták fel és abban 1·6 m a szén. Az alsó, elpalásodásra hajló telepben is 0·8—0·9 m a szén.

Nagybátonytól nyugatra *Tiribes-pusztá* területén a *schlierrel fedett* térszín alatt az egyik fúrt lyukban a felső telepet 265 m mélységben érték el és abban csak 0·8 m volt a szén, az alsó telepet 286 m mélységben ütötték meg és abban már csak 0·5 m vastag a szén.

Kányás-pusztán ugyancsak *schlierrel fedett* területen a felső telepet a felszín alatt 322 m mélységben érték el, és abban csak 0·3 m volt a szén, az alsó telepben pedig mindössze 0·2 m szénét harántoltak.

6. *Lucin* község határában a Kostoliskó—Piliske-hegy között *schlierrel nem fedett* területeken a szén természetes kibúvásokban is látható 0·67 m vastagságban. Ugyanott 100 m mélységben 0·3—0·4 m vastag a szén, de már az is palás. A szomszédos *schlierrel fedett* területen lemélyített fúrásokban pedig a szén a külszín alatt 170—400 m mélységben érhető csak el és csupán 0·01—0·10 m vastag.

A felsorolt példák, amelyeknek a számát bővíthetnők, azt igazolják, hogy a salgótarjánvidéki medencében a schlierfedő alatt az alsó miocén barnaszén több száz méter mélységben fekszik a külszín alatt és szembetűnően elvékonyodik.

Előfordul ugyan, hogy helyenként a schlierrel fedett területen is elérhető a szén 100 m körüli mélységben, ámde ott a schliernek mint széntelepet fedő üledéknek csak a viszonylag sikéőbb vízben leülepedett agyagos homokja és homokos agyagja van meg, a mélyebb vízben lerakódott finomabb agyagmárga a vékonyhjú molluscumokkal vagy egyáltalában nem fejlődött ki, vagy az erózió áldozata lett.

Az a megállapításunk, hogy ahol a schlier szénfedőként mint mélytengeri üledék van kifejlődve, a szén nemcsak hogy nagy mélység-

ben rejlik, hanem el is van vékonyodva, bányászatiilag azt jelenti, hogy ilyen helyeken nem igen érdemes szénkutató fúrásokat kütüzni és lemélyíteni, még akkor sem, ha a schlier fedőként fordul is elő és nem a széntelepes üledékekkel egykorú vagy még idősebb faciesként.

Normális körülmények között ugyanis alig lehet arra gondolni, hogy 40—50 cm vastag barnaszén 300—400 m mélységből gazdaságosan lehessen kitermelni, hiszen az ilyen nagy mélységű szállító- és légaknák létesítése már egymagában is szerfelett költséges.

Hogy a schlierrel fedett területrészeken mégis végeztek szénkutatófúrások, az részben onnan van, hogy az itt elmondottak nem jutottak eddig világosan kifejezésre és részben onnan is, hogy a schlier fedőréteg alatt helyenként, mint pl. az etesi Rau-akna bányamezejében a nagy mélységben fekvő és vékony szén olyan szép: fényes és sötétbarna, szinte feketeszínű és annyira kitűnő minőségű: 5000 kalória fűtőértékű, hogy a kitermelése viszonylag nagyobb áldozatot is elbír, különösen, ha a fejtése régóta művelés alatt álló bányászattal kapcsolatos, ahol a beruházási költségek régen visszatérültek.

A salgótarján-egercsehvidéki medence alsó miocénkorszakú barnaszéntelepeinek a schlierfedő alatt észlelhető elvékonyodását és a külszín alatt való nagy mélységét a következőleg magyarázhatjuk:

Abból a feltevésből indulunk ki, hogy a salgótarján-egercsehvidéki medence — a feléledt tektonikai elmozdulások következtében — már az alsó miocénkorszakú barnaszénképződés ideje alatt kisebb-nagyobb, sikérebb és mélyebb vízű medencerészekre szakadozott, azok hol rövidebb, hol hosszabb idő alatt kerültek tengervíz alá, és így a szénképződés esélyei már eleve sem voltak egyenlők.

A sikérebb vízű medencerészekben, az egykori mocsarakban, lápokban, lagunákban a barnaszén nyers anyagait szolgáltató gyökeres növényzet dúsabban és hosszabb időn át tenyészett és így vastagabb barnaszéntelep képződésére nyújtott lehetőséget. Innen van, hogy a schlierrel nem fedett területrészekben is eltérő az alsó miocénkorszakú barnaszén vastagsága.¹

¹ A szénképződéshez természetesen hozzájárulhatott nyersanyagként a szárazföldről a mozgóvíz által behordott uszadék növényi test is.

A mélyülő medencerészekben a gyökeres növényzet rövidebb ideig élt és így csak vékonyabb széntelep képződésére adhatott alkalmat, mert hiszen a medencerész fenekének a süllyedésével, illetve a víz mélyülésével kapcsolatban megszűnt a talajhoz kötött gyökeres növények megélhetésének a lehetősége.

A medencerészek süllyedése az alaphegységkeretek lábánál, nevezetesen a Romhány—Nézsza—Csóvári triáskorszakú hegyrögök előtt, délen a Tisia északi lábánál és délkeleten a Bükk-hegység egyes részein, így Kiskér, Mátramindszent, Bodony, Parád, Monosbél—Mikófalva határában csak *egy*, alsó miocén-korszakú barnaszéntelep képződött és a területrész olyan gyorsan süllyedt le, hogy arra úgyszólván nyomban a miocén-tenger mélyvízű üledéke: a «schlier» rakódott le.

Nagybátony, Egercehi vidékén a medencerészek a szénképződés megindulása után csak kisebb lezökkenésnek lehettek alávetve és így azokon a helyeken *két* széntelep keletkezhetett. A sós víz csak a második lezökkenés után jutott domináló szerephez.

Kisterenye, Vizslás, Mátranovák, Mátraszele, Bánszállás, Királd körzetében a medencerészek fenekének a lezökkenése még több fokozattal ment végbe, úgyhogy ott *három* barnaszéntelep kifejlődése vált lehetségessé és csak a harmadik, a felső széntelep után jutott domináló szerephez a dél felől észak felé előrenyomuló miocén-tenger sós vize.

A meg-megzökkenő, süllyedő medencerészekben az édes vizet az elegyes és a sós víz váltotta fel és a süllyedő medencerészek feltöltésében a szárazföld felől lemosott durvább homokos kavicsos üledéket, t. i. a partközeli *cardiumos-corbulás* és a sikérettenger-vízben lerakódott *pectenes* képződményeket a mélyebb tengeri vízben részint az alsó miocén-korszakú barnaszéntelepekkel, részint a *cardiumos* és a *pectenes* fedőrétegekkel egykorú, de más faciesű, részint még ezeknél is fiatalabb, finomabb agyagos üledék: a «schlier» kísérte és követte.

A tektonikai mozgások a schlier lerakódása után is kiújultak és az előzetesen praeformált medencerészekben, különösen a pliocén-korszakban értek el nagy intenzitást, úgyhogy a salgótarján-egercehvidéki medence harmadkorszakú kőzetei és ezekkel együtt a szén-

telepek saktáblaszerű feldarabolódása mai alakjában a DNy—ÉK-i és a reá merőleges vetők között főleg akkor formálódott ki.

A széntelepek *eredeti* fekvését és a külszín *régi* arculatát a pliocénkorszakú tektonikai elmozdulások és az ezeket követő eróziós és denudációs folyamatok nagyon megváltoztatták és így a salgótarján—egercsehi medencében a barnaszéntelep elvékonyodása és a schlier-fedő lerakódása között az összefüggés felismerését megnehezítették.

Irodalom.

1. ANDRIAN, F.: Die geol. Verhältnisse der Mátra. Jahrb. d. geol. R. A. XVIII. p. 501—528. Wien. 1868.
2. БÖCKH HУGÓ: Nagymaros környékének földtani viszonyai M. Földt. Int. Évk. XIII. k. 1—57. o. Budapest, 1899.
3. БÖCKH HУGÓ: Geológia. II. k. Selmezbánya, 1909.
4. БÖCKH HУGÓ: Orca Semseyi Salgótarján (Pálfalva) alsó miocén rétegeiből. A m. kir. Földt. Int. Évkönyve. XIII. k. Budapest, 1899. p. 93—98.
5. БÖCKH HУGÓ: Lóczy Lajos és a magyar geológia. Földr. Közl. 1930. LVIII. k. 106. o. Budapest, 1930.
6. БÖCKH, J.: Geologische Verhältnisse der Umgebung von Buják, Ecseg und Herencsény. Jahrb. d. k. k. Geol. R. A. XVI. k. 201—205. o. Wien, 1866.
7. DÉRY KÁROLY: A magyar szénbányászat ismertetése. Budapest, 1900. p. 166—186.
8. ÉHİK GY. és SZALAI T.: Prodinotherium hungaricum. Geologica Hungarica. Series Palaeontologica. Fasc. 6. Budapest, 1930.
9. ÉHİK GYULA: A szápári Anthracotherium. Állattani Közlemények XXIV. k. 1927. Budapest, p. 77—81.
10. FUCHS, T.: Marine Petrefacte aus dem Trachyttufe von Piliny im Nograder Comitate. Verhandl. der geol. R. A. Wien, 1871. p. 323.
11. FUCHS, T.: Beiträge zur Kenntnis der Horner Schichten. Verhandl. d. geol. R. A. VIII. k. 113—115. o. Wien, 1874.
12. GAÁL ISTVÁN: A nagykürtösi barnaszénterület. Annales Mus. Nat. Hung. Budapest, 1912. X. k. 1—19. o.
13. GERŐ NÁNDOR: A Salgótarjáni Kőszénbánya Részvény-Társulat nógrádmegyei bányászatának ismertetése. Bány. és Koh. Lapok. XLIII. évf. Budapest, 1910. p. 673.
14. GERŐ NÁNDOR: Az ipolynyitrai időszakos szökőforrás télen. Földt. Közl. XLII. k. Budapest, 1912. p. 273.
15. GRITZNER ALBERT: Szénelemzések. Budapest. 1906.
16. HANTKEN MIKSA, PRUDNIKI: A magyar korona országainak széntelepei és szénbányászata. Budapest, 1878. p. 280—294.

17. HANTKEN MIKSA: A pomázi Meseliahegy földtani viszonyai. Földt. Ts. Munk. III. k. 111—113. o. Pest, 1867.
18. JABLONSKY JENŐ: A tarnóci mediterrán koru flóra. A m. kir. Földt. Int. Évk. XXII. k. Budapest, 1914. p. 227—273.
19. KALECSINSZKY SÁNDOR: A magyar korona országainak ásvány-szenei. Budapest, 1902.
20. KOBER, LEOPOLD: Der Bau der Erde. 2. Aufl. Berlin, 1928.
21. KOCH ANTAL: Tarnóc Nógrád megyében, mint kövült cápa-fogaknak új gazdag lelőhelye. Földt. Közl. XXXIII. k. Budapest, 1903. p. 22—44.
22. KRENNER, J. A.: Fossiler Tapir von Ajnácskő. Jahrb. d. k. k. Geol. R. A. Wien, 1866. Verhandl. p. 110.
23. KRENNER JÓZSEF SÁNDOR: Ajnácskő ősemelősei. A M. Földt. Társ. Munkálatai. III. k. Pest, 1867. p. 114.
24. KUBINYI FERENC: Ajnácskői ősemelősök. A M. Földt. Társ. Munkálatai. II. k. Pest, 1863. p. 77.
25. KUTASSY ENDRE: A borsodmegyei Királd barnaszén-medencéje. Földt. Szemle. I. k. 253—272. Budapest, 1928.
26. LAMBRECHT KÁLMÁN: Az őslények világa. Budapest.
27. LÓCZY LAJOS: A Balaton környékének geomorfológiája. Pótfüzetek a Természett. Közlönyhöz. Budapest, 1913. Az 1—2. pótf. 1—17. o.
28. LÓCZY LAJOS, lóczyi: A magyar szent korona országainak földrajzi leírása. Budapest, 1918. Magyarország földtani szerkezete. p. 5—43.
29. MAURITZ BÉLA: A Mátra-hegység eruptív kőzetei. Math. Természett. Közl. XXX. k. 3. sz. p. 1—114. Budapest, 1910.
30. NENDTWICH K.: Magyarország legjelesebb kőszéntelepei, vegytani és műipari tekintetben. Pest, 1851.
31. NOSZKY JENŐ: Adatok a Cserhát geológiájához. Földt. Közl. XXXVI. k. p. 411. Budapest, 1906.
32. NOSZKY JENŐ: Jelentés az 1908-ban Gömör, Heves és Nógrád megyékben eszközölt részletes földtani fölvételekről. M. kir. Földt. Int. Évi Jelentése. 1908-ról p. 123—126. Budapest, 1910.
33. NOSZKY JENŐ: Adatok a Mátra geológiájához. M. kir. Földt. Int. Évi Jelentése 1910-ről. p. 47—60. Budapest, 1912.
34. NOSZKY JENŐ: A Mátra É. Ny. oldalának piroxén andezitjeiről. Földt. Közl. Budapest, 1911. p. 90.
35. NOSZKY JENŐ: Adatok a nyugati Mátra geológiájához. A M. Kir. Földt. Int. Évi Jelentése 1911-ről. Budapest, 1912. p. 46—60.
36. NOSZKY JENŐ: A salgótarjáni szénterület földtani viszonyai. Koch-émlékkönyv. p. 67—80. Budapest, 1912.
37. NOSZKY JENŐ: A Cserhát középső részének földtani viszonyai. A M. Kir. Földt. Int. Évi Jelentése 1913-ról. Budapest, 1914. p. 305—325.
38. NOSZKY JENŐ: A Cserhát északi részének földtani viszonyai. A M. Kir. Földt. Int. Évi Jelentése 1916-ról. Budapest, 1917. p. 342—352.

39. NOSZKY JENŐ: Adalékok a magyarországi lajtameszek faunájához. *Annales Mus. Nat. Hung.* XXII. k. Budapest, 1925. p. 230—280.
40. NOSZKY JENŐ: A Cserhától északra levő terület földtani viszonyai. *A M. Kir. Földt. Int. Évi Jelentései 1917—1919-ről.* Budapest, 1923. p. 48—60.
41. NOSZKY JENŐ: A Zagyva-völgy és környékének geológiai és fejlődéstörténeti viszonyai. *Annales Musei Nationalis Hungarici.* XX. p. 60—72. Budapest, 1923.
42. NOSZKY JENŐ: A magyar Középhegység északkeleti részének Oligocén-Miocén rétegei. I. Oligocén. A miocéntől való elhatárolás kérdése. *Annales Musei Nationalis Hungarici* XXIV. p. 287—330. Budapest, 1926.
43. NOSZKY JENŐ: A Mátra-hegység geomorfológiai viszonyai. *A debreceni Tisza István Tud. Társaság honism.-bizottságának kiadványai.* III. k. 8—10. f. Budapest, 1927.
44. NOSZKY JENŐ: Ősföldtörténeti emlékek Ipolytárnócon. *A Természet* 1929. évi 3—4. sz.
45. NOSZKY JENŐ: A Magyar Középhegység schlier rétegei. *A Debreceni Tisza István Tud. Ts. II. oszt. Munkái.* III. p. 81—114. Debrecen, 1929.
46. NOSZKY JENŐ: A Magyar Középhegység ÉK-i részének oligocén-miocén rétegei. II. A miocén. *Ann. Mus. Nat. Hung.* XXVII. k. p. 159—236. Budapest, 1930.
47. OPPENHEIM, P.: Noch einmal über die grossen Luciniden des Macigno in Appeninien. *Neues Jahrb. f. Min. et c. Stuttgart,* 1900.
48. PAPP KÁROLY: A magyar birodalom vasérc- és kőszénkészlete Budapest. 1915. p. 767—782.
49. PRINZ GYULA: Magyarország földrajza. I. *Tud. Gyűjt. Pécs,* 1925.
50. PÁLFY MÓR: Újabb adatok a Cserhát geológiájához. *Földt. Közl.* XXX. k. 137—140. o. Budapest, 1900.
51. PAUL, C. M.: Das Tertiärgebiet nördlich von der Mátra in Nord-Ungarn. *Jahrb. d. k. k. geol. R. A. Wien,* 1866. Bd. XVI. p. 515.
52. REICHERT RÓBERT: Újabb adatok a salgótarjánvidéki bazaltos kőzetek petrokémiai ismeretéhez. *Földt. Közl.* Budapest. LV. k. Budapest, 1925. p. 181.
53. REICHERT RÓBERT: Petrográfiai megfigyelések nógrádmegyei bazaltokon. I. *Fldt. Közl.* LVII. k. Budapest, 1928. p. 201.
54. REICHERT RÓBERT: A Szanda-hegy piroxénandezitje. *Földt. Közl.* Budapest. 1931. LX. k. 76. o.
55. ROTH LAJOS, TELEGDI: A Vác melletti Kósd községnél átfurt eocén-korú széntelep. *Földt. Közl.* XXXI. k. 162. o. Budapest, 1901.
56. ROZLOZSNIK-EMSZT: A Medves-hegység bazaltos kőzetei. *Földt. Közl.* XLI. k. Budapest, 1911. p. 263—264.

57. ROZLOZSNIK-SCHRÉTER-ROTH K.: Az esztergomvidéki szénterület bányaföldtani viszonyai. Budapest, 1932.
58. RZEHAŁ, A.: Die Niemschitzer Schichten. Verhandl. d. Naturforscher-Vereins in Brünn. Bd. XXXIV. Brünn. 1898.
59. SCHAFARZIK FERENC: A Cserhát piroxéndazitjei. A m. kir. Földt. Int. Évk. IX. k. 173—327. o. Budapest, 1892.
60. SCHAFARZIK FERENC: A hevesmegyei Egercsehi barnaszéntelepének geológiai koráról. Földt. Közl. XLVII. k. Budapest, 1917. p. 387—390.
61. SCHAFARZIK FERENC: Adatok a mátrántúli barnaszénterület geológiai alkotásához. A Szent István Akadémia mennyiségt., természett. oszt. felolvasásai. I. k. 4. sz. Budapest, 1920.
62. SCHAFFER, X. FR.: Der sogenannte Schlier des alpinen Wiener Beckens. Verhandl. d. Geol. R. A. Wien. 1927. p. 94. és u. o. p. 87.
63. SCHMIDT ELÉGIUS: A magyar közbenső tömeg töréses szerkezete. Debreceni Szemle. 1931. jun. szám.
64. SCHMIDT SÁNDOR: Az esztergomi szénmedence bányászatának ismertetése. Esztergom, 1932.
65. SCHRÉTER ZOLTÁN: Salgótarján környékének hidrológiai viszonyai. Földt. Közl. Budapest, 1919. XLIX. k. 82—102. o. (Hidrol. Közl. II. k. 1. f.)
66. SCHRÉTER ZOLTÁN: A borsod-hevesi szén és lignitterületek bányaföldtani leírása. Budapest, 1929.
67. SCHWACKHÖFER, F.: Die chemische Zusammensetzung und der Heizwert der in Oesterreich-Ungarn verwendeten Kohlen. Wien, 1893.
68. STRAUZ LÁSZLÓ: Az ÉK.-i Cserhát mediterrán rétegei. Eötvös-Füzetek. I. k. Budapest, 1925.
69. STRAUZ LÁSZLÓ: A bujádi lajtameszek. Földt. Közl. LVIII. k. Budapest, 1928. p. 65—69.
70. SZABÓ JÓZSEF: Heves és Külső-Szolnok megyék földtani leírása. A M. Orv. és Term. Vizsgálók Munkálatai. Eger, 1869. p. 76—122.
71. SZABÓ JÓZSEF: A Salgó-Tarjáni Kőszénbánya R.T. bányászatának leírása. Math. és Term. Közlemények. XI. k. 77—94. o. Budapest, 1873.
72. SZABÓ JÓZSEF: Geológiai adatok a dunai trachytsoport balparti részére vonatkozólag. Földt. Közl. Budapest, 1925. XXV. k. 303. o.
73. SZALAI TIBOR: Új adatok Pomáz és környéke geológiájához. Földt. Közl. Budapest, 1924. LIV. k. 104—112. o.
74. SZALAI TIBOR: Adatok a harmadkori Crinoideák kérdéséhez. Földt. Közl. LV. k. Budapest, 1925. p. 169—174.
75. SZALAI TIBOR: Az ipolytarnóci aquitanien. Földt. Közl. LIV. k. Budapest, 1925. p. 102—104.
76. SZALAI TIBOR: Bionomische und methodologisch-systematische Untersuchungen an rezenten und fossilen Testudinaten. Palaeobiologica. Vol. III. Wien, 1930. p. 347—364.

77. SZALAI TIBOR: Magyarországi teknősök jegyzéke. Verzeichnis der ungarischen Testudinaten. Földt. Közl. LXXII. k. Budapest, 1933. p. 220—222.

78. TAEGER HENRIK: A Vértes-hegység földtani viszonyai. A m. kir. Földt. Int. Évk. XVII. k. 1—256. o. Budapest, 1909—1910.

79. TILES JÁNOS: A vértessomlyói barnaszénbányászat a magyar bányaművelés és fejlődés történetében. Bány. és. Koh. Lapok. Budapest, 1932. LXV. évf. p. 69.

80. TILES JÁNOS: A szápári szénbányászat. Bány. és Koh. Lapok. Budapest, 1934. LXVII. k. p. 1.

81. TUZSON JÁNOS: A tarnóczi kövült fa. Term. Füz. XXIV. 273. Budapest, 1901.

82. VADÁSZ ELEMÉR: A Duna-balparti idősebb rögök őslénytani és földtani viszonyai. A m. kir. Földt. Int. Évk. Budapest, 1910—11. XVIII. k.

83. VADÁSZ ELEMÉR: Magyarország mediterrán túskebőrüi. Geol. Hung. I. k. Budapest, 1914. p. 1—161.

84. VADÁSZ ELEMÉR: A borsodi szénmedence bányaföldtani viszonyai. Budapest, 1929.

85. VÉNDL ALADÁR: Böckh Hugó I. tag emlékezete. Budapest, 1934.

86. VITÁLIS ISTVÁN: Adatok a Rima- és a Nagybalog patak között fekvő terület földtani viszonyaihoz. A m. kir. Földt. Int. Évi Jelentése 1908-ról. Budapest, 1910. p. 48—57.

87. VITÁLIS ISTVÁN: Adatok a Cserhát keleti részének geológiai viszonyaihoz. Math. és Természettud. Értesítő. Budapest, 1915. XXXIII. k. 561—576. o.

88. WOLF. H.: Geol. Arbeiten in S. Teile d. Honter Comit. Verh., Wien, 1858. p. 114—115.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1934. április 23-án tartott üléséből.)

DAS KOHLENBECKEN
VON SALGÓTARJÁN-EGERCSEHI, MIT RÜCKSICHT
AUF DIE GEOLOGISCHEN VERHÄLTNISSE DER
UNTERMIOZÄNEN KOHLE UND DES «SCHLIERS».

Vom Korr. Mitglied ISTVÁN v. VITÁLIS.

Unter den Kohlenbecken Salgótarján—Egercsehi verstehen wir jenes grosse Gebiet, dessen Grundgebirgerahmen von den palaeozoisch-mesozoischen Gesteinen der Gebirge Csóvár—Nézsá—Romhány, Osztrovszki, Vepor, Gömör, Tornalja, Uppony—Nekézseny, Bükk, sowie der «Tisia», d. h. der Ungarischen «Median Mass» gebildet wird.

Die Ausbildung des von den erwähnten Grundgebirgerahmen umgesperrten geologischen Beckens ist wahrscheinlich zur Kreidezeit begonnenen und im Tertiär wiederholten, einmal positiven, andersmal negativen tektonischen Bewegungen zu verdanken. Hierauf verweist auch die Tatsache, dass das von den erwähnten palaeozoisch-mesozoischen Grundgebirgerahmen umsperrte weite Becken von Sedimenten und Eruptiva des Tertiärs ausgefüllt ist.

Von den tertiären Sedimenten enthalten das Eozän, Oberliigozän und Untermiozän Kohlenflötze.

1. *Die eozäne Kohle.* Im Ungarischen Mittelgebirge wird in dem tektonischen Becken des Bakony-, Vértes-, Pilis—Gerecse- und Nagyszál-Gebirges zu Tatabánya, in der Umgebung von Dorog, in der von Pilisvörösvár eine vorzügliche, glänzende, mächtige und ältere, d. h. aus dem Paleozän stammende, in der Umgebung von Kisgyón, Mór und Kósd eine mattere, dünnere und jüngere Kohle (vom sog. Fornaischen Typ) abgebaut. Das Hangende des Kohlenflötzes von Forná besteht aus obereozänem Kalkstein, mit Nummulinen und Orthophragminen.

Da diese Kalke mit Nummulinen und Orthophragminen auch auf den *inneren* Seiten des palaeozoisch-mesozoischen Grundgebirgerahmens des Beckens von Salgótarján—Egercsehi auf der Oberfläche sichtbar sind, ist es begründet dortselbst Bohrungen zu unternehmen, wenigstens zur Schürfung des Fornaischen Kohlenflötzes. Leider waren diese neuesten ausgeführten Schürfungen weder im Nézsa—Romhány-Gebirge, noch an der inneren Seite der «Median Mass» (Mátraderecske) erfolgreich, indem der Schürfteil auf beiden Punkten nur dünne Kohlenfäden durchquerte. Die alten (im Jahre 1904—1906 durchgeführten) Schürfungen haben selbst das Hangende des Eozäns nicht erreicht.

Im inneren Teil des Beckens war es infolge der mächtigen Hangendschichten nicht begründet eine Bohrung zu unternehmen, da die Mächtigkeit des oberoligozänen glaukonitischen Sandsteines 400—500, die des mitteloligozänen Kisceller Tones 300, die des obereozänen Kalksteines mit Nummulinen-Orthophragminen 100 m beträgt, so dass es nur mittels einer cca 900 m tiefen Bohrung entschieden werden könnte, ob in den einzelnen, tieferen Teilen des Kohlenbeckens von Salgótarján—Egercsehi wenigstens die Fornaische resp. Kósdor Eozänkohle ausgebildet ist?

2. *Die oberoligozäne Kohle.* Im Ungarischen Mittelgebirge kommt im Bakony-Gebirge bei Szápár, im Vértes-Gebirge bei Somlyó, im Gerecse-Gebirge bei Szarkás-puszta und Annavölgy usw. oberoligozäne Kohle von 1—2 m Mächtigkeit vor, die zwar nur lokal: linsenförmig ausgebildet ist, hie und da aber zum Abbau geeignet ist. Dieses oberoligozäne Sediment mit *Cerithium margaritaceum* und Kohlenflötzen setzt sich innerhalb des Grundgebirgerahmens des Permquarzites von Felsőtúr und des Triaskalksteins des Nagyszál in dem Kohlenbecken von Salgótarján—Egercsehi (in der Richtung von Szob—Nógrádverőce) fort, wo man auf Grund der natürlichen Ausbisse der oberoligozänen Kohle bei Nógrádsipek, Lóc, Szátok, mittels Stollen, bei Nógrád und Lóc mittels 350—400 m tiefen Bohrungen diese glänzende oberoligozäne Kohle von grossem Heizwert aufzudecken versuchte, diese erwies sich jedoch nur 10—30 cm mächtig. Die Mächtigkeit der reinen Kohle in diesem oberoligozänen Kohlenflötz erreichte nur in der Gemarkung von Becske

die Gesamtmächtigkeit von 0·8—1·3 m. Dort wird der Bergbau zeitweise auch betrieben.

3. *Die untermiozäne Kohle.* Im weiten Kohlenbecken von Salgótarján—Egercsehi bildet diese Kohle das Hauptobjekt des Bergbaues. Ihre Bildung begann mit der Regression des oberoligozänen Sees im Aquitanien, da aber das Becken sich schon damals zerstückelte, ist weder die Zahl (1—3), noch die Qualität der in den verschiedenen tiefen Beckenteilen ausgebildeten aquitanischen Kohlenflötze gleich.

In einzelnen, tiefer versenkten Teilen des Beckens begann die Sedimentation desjenigen eigentümlichen, glimmerreichen, tonig-mergeligen Meersedimentes, das «Schlier» genannt wird und oft diskutiert wurde. Das Schlier ist nämlich, wie es SCHAFER schon im Jahre 1899, besonders aber im Jahre 1927 auseinandersetzte, keine stratigraphische Einheit, sondern ein Facies, das sich vom Beginn des Oberoligozäns bis zum Obermiozän, dem Torton, stellenweise sogar bis zum Pliozän bildete. Das Schlier sedimentierte sich auch im Kohlenbecken Salgótarján—Egercsehi im Laufe einer geologisch langen Zeit, was zuerst NOSZKY nachwies. Auf Grund der Angaben der Bohrungen ist es nun schon klar, dass im Kohlenbecken Salgótarján—Egercsehi ein Teil des Schliers sich im Oberoligozän (Losonc, Málé), ein anderer Teil (Parád oder Monosbél) im Aquitan, wieder anderswo, im östlichen Teile des Beckens (in der Umgebung von Egercsehi), wo sich darin Sandstein mit *Pecten* befindet, im Burdigal, und dann auch im Helvet ausbildete. Dieser letztgenannte Teil ist derart weit verbreitet, dass der ältere Schlier von einigen Autoren mit diesem identifiziert wurde. Diese Autoren nahmen nämlich an, dass das Schlier überall als das Hangende der untermiozänen Kohle auftritt und sie nehmen daher an, dass die im Schlier begonnene Bohrung unbedingt die untermiozäne Kohle erreichen muss. Die Angaben der Bohrungen in der Umgebung von Losonc und Málé (Pagonypusztá) könnten die Unrichtigkeit dieser Annahme zu genügend beweisen.

Auf Grund des Studiums der Bohrungen zog ich den Schluss, dass man selbst dort mit wenig Hoffnung auf Erfolg rechnen kann, wo das Schlier tatsächlich jünger als die untermiozäne, aquitanische Kohle ist, da der Kohlenflötz unterhalb des hangenden

Schliers sich auffallend *verdünnt*, d. h. bedeutend dünner ist, als auf den benachbarten Gebieten, die mit Schlier nicht bedeckt sind, und *mehrere Hundert Meter tief liegt*. Diese meine Beobachtung wird durch eine ganze Reihe von Bohrungen unterstützt.

Zwischen *Baglyasalja—Karancsalja* beträgt die Mächtigkeit des unterhalb dem mit Schlier nicht bedeckten Gebiet liegenden Hauptkohlenflötzes 1 m und liegt in einer Tiefe von 90 m. Unterhalb des mit Schlier bedeckten Gebietes beträgt die Mächtigkeit des Hauptkohlenflötzes nur durchschnittlich 0·5 m und liegt in einer Tiefe von 212—444 m.

In der Gemarkung von *Kisterenye* beträgt die Mächtigkeit des unteren Kohlenflötzes unterhalb dem mit Schlier nicht bedeckten Gebiet 0·8, die des mittleren 0·32—0·63, die des oberen 1—1·4 m und kommt auch in natürlichen Aufschlüssen auf die Oberfläche. Unterhalb des mit Schlier bedeckten Gebietes misst die Mächtigkeit des unteren Flötzes 0·5, die des mittleren 0·4, die des oberen 0·67 m und die Flötze sind in einer Tiefe von 284—333 m erreichbar.

In der Gemarkung von *Kisterenye—Sóshartyán* beträgt die Mächtigkeit des Hauptflötzes unterhalb des mit Schlier bedeckten Gebietes 0·7—1 m und liegt nur 14—27 m tief unter der Oberfläche. Auf dem mit Schlier bedecktem Gebiet beträgt die Mächtigkeit des Hauptflötzes nur 0·45—0·50 m und liegt 170—250 m tief.

Im Bergbaufeld von Szoros-patak (S. von *Nagybátony*) wurden die beim Ausbiss begonnenen Bergwerksschnitte den oberen Kohlenflötz in einer Mächtigkeit von 1·6—2·2 m erschürft und die Mächtigkeit der reinen Kohle betrug 1·6 m. Im unteren Kohlenflötz, der zur Verschieferung geneigt ist, beträgt die Mächtigkeit der reinen Kohle ebenfalls 0·8—0·9 m. Auf den mit Schlier bedeckten benachbarten Gebieten aber lag die 0·8 m mächtige Kohle im oberen Flötz in der Tiefe von 265 m, bei Kányáspusztá wurde das obere Flötz auf dem mit Schlier bedecktem Gebiet in der Tiefe von 322 m erreicht und darin wurde nur eine 0·3 m dicke Kohlschicht, in dem unteren Flötz sogar nur eine 0·2 mächtige Kohlschicht durchquärt.

Jene meine Beobachtung, wonach die Kohlenflötze auf den mit Schlier bedeckten Gebieten *verdünnt*, sogar weniger zahlreich und in einer Tiefe von mehreren Hundert Metern vorkommen, kann dadurch erklärt werden, dass die wiederholte Versenkung

der Beckenteile zwischen den Verwerfungen verschieden war und dort, wo der betreffende Beckenteil sich tiefer versenkte, die bewurzelten Pflanzen durch die plötzlich zunehmende Wassertiefe unter sich den Boden verloren, worauf die Anhäufung des Kohlenmaterials aufhörte, also die Kohlenbildung stellenweise endgültig, stellenweise einen Zeitraum hindurch unterblieb.

Bei der Feststellung der Bohrungen nach aquitanischen Kohlenflötzen ist es begründet die hier erörterten Gesichtspunkte zu beachten.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 23. Apr. 1934.)

A KÖZPONTI IDEGRENDSZER NEUROGEN ÉS NEUROTROP SZÖVETI ELVÁLTOZÁSAIRÓL.

• SCHAFFER KÁROLY r. tagtól.

(2 ábrával.)

A központi idegrendszer szöveti elváltozásaiban engem vizsgálataim legkezdetétől fogva az a kérdés érdekelt különösen, hogy bármely exogen vagy endogen megbetegedés alkalmával az idegparenchyma milyen jellegű szöveti felbomlásokat szenved el. Ennek a célnak szolgálatában alkalmaztam a strukturanalýsis módszerét, melynek segítségével rájöttem, hogy nekünk a szövetgenetikai viszonyok tanulmányozásában az elváltozásoknak két nagy rendjét kell megkülönböztetnünk, melyek egymástól a kórszövettani képben többé-kevésbé kifejezetten elütnek. Ezek egyike a kizárólag belső eredésű, jelesen magából az idegszövetből kiinduló ú. n. *neurogen* elváltozások rendje; egy másik a tisztára külső behatásokon alapuló elváltozások rendje. Az utóbbiak során bizonyos invisibilis, filtrálható és glicerinben eltehető mérgek hatását tanulmányoztam, és mivel ezek a központi idegrendszer szövetéhez különleges affinitást tanúsítanak, indokolt ezeket a *neurotrop* jelzővel illetni. Bárha a neurogen elváltozásokkal már régebben foglalkoztam, akadémiai székfoglalomnak ezek voltak tárgyai, de legújabban ezeknek még szabatosabb meghatározására törekedvén, nem mulaszthatom el ezen elváltozásoknak rövid érintését ez alkalommal sem. Kissé részletesebben, de azért igen vázlatosan tárgyalom a neurotrop szöveti elváltozásokat; ezeket három csoportra bontom szét, melyek egyikébe a poliomyelitis, a másikába a sclerosis multiplex, a harmadikba a veszettség és a herpes encephalitis virusa által okozott képek tartoznak.

A) A központi idegrendszer *neurogen* szöveti elváltozásainak elvi természetű ismertetésében a következő két tényből kell kiindulnunk: az egyik a központi idegrendszer felépítése két csiralevél leszármazottjaiból, ezek a neuroektodermális és a mesodermális elemek; a másik az idegrendszer összetétele neuronos alkotóegységekből, a neuronrendszerekből, mialatt az azonos eredésű, többnyire közös lefutású és azonos végződésű neurontömegeket értjük. A megbetegedés neurogen módja abban áll, hogy kizárólag neuroektodermális elemek betegszenek meg, mely alkalmalomban a megbetegedés valósággal kikeresi csakis ezeket az elemeket; ez az elektív bántalom kétféleképpen jelentkezhetik. 1. Az elektivitás körülírt, mert meghatározott neuronrendszerekre vonatkozik és ekkor systemás elektív megbetegedési mód szerepel, amint azt az átöröklődő rendszerbántalmaknál látjuk. 2. Az elektivitás általános vagy diffus, mert az összes neuronos elemek egyszerre és egyformán betegszenek meg, amint azt pompásan látjuk a családi vakságos idiótáság csecsemőformájánál és ez a generális megbetegedési mód.

I. Systemás elektív megbetegedési mód.

Ez a megbetegedési mód azt jelenti, hogy a központi idegrendszernek anatómiailag és működésileg ismert valamelyes neuronrendszere betegszik meg előrehaladó módon; fontos, hogy ez a megbetegedés az elsődleges rendszer megbetegedés formájában történik, mialatt azt kell értenünk, hogy a neuronrendszer eredőközpontjából indul ki a rendszerelhalás, tehát a rendszerelfajulás a központtól függő, mint én mondom, *centrogen*. Vagyis a hosszú neuron lefutásában nem bárhol, hanem csakis az eredő központjában elektíve mutat előrehaladó degenerálást az eredő idegsejtekben. Már most a meghatározáshoz tartozik, hogy a hosszú neuronrendszerek eredő központjai az idegrendszernek mindig bizonyos fejlődéstanilag körülhatárolt valamelyes szelvényében fekszenek, tehát a degenerálás is szelvényes kiindulást mutat; pl. a pyramispályának elsődleges rendszerbántalma kizárólag az előagyai mellső központi tekervényben fekvő mozgató központból indul ki; ez a magatartás *centrosegmentum*osnak mondható. Ez a *centro-*

segmentumos degenerálás végül is az eredő pályának, esetünkben a pyramispályának előrehaladó pusztulását okozza. Végeredményben tehát az *elsődleges rendszermegbetegedés olyan centrosegmentumos degenerálás, mely kizárólag a neuronos elemeket illetően, alapjában véve elektív neuroektodermális degeneratio, mely szigorúan szabadon hagyja a mesodermás elemeket.* Ilyeténképpen az elsődleges rendszermegbetegedésnek van egy positivuma, és ez a rendszerekbe tömörült neuroektodermális elemek elektív megbetegedése és egy negativuma: a mesodermális elemeknek (hártyák és erek) érintetlenül hagyása. Ebben a magatartásban bizonyos fejlődéstaniilag jellemzett elemeknek válogatott pusztulása szerepelvén, az általam elnevezett csiralevélválogatás ténye jut kifejezésre. Végző összegezésben az elsődleges rendszermegbetegedés folyamatában a következő hármass válogatás jut kifejezésre: 1. meghatározott szelvényes központra vonatkozó válogatás, 2. ezzel szorosan kapcsolatos neuronrendszerválogatás; 3. meghatározott neuronos elemeknek mint a külső csiralevél leszármazottjainak válogatása. Ez az, amit *pathogenetikai trias*nak nevezhetünk: szelvényválogatás, centrogen rendszerválogatás, csiralevélválogatás.

A most jellemzett elsődleges rendszermegbetegedés pathogenesisében a heredodegeneratio döntő szerepet játszik, és ez adja meg a bántalomnak tisztára endogen jellegét; feltevéseink szerint meghatározott átöröklődő rendszerbántalmak esetén a megfelelő szelvényesen fekvő eredőközpontok velenemzett módon, tehát genetikailag csökkent életképességgel bírnak; azt mondjuk, hogy *abiogenesis*ben leledzenek, ami annyit jelent, hogy idő előtt élik ki magukat, vagyis *abiotrophiásak* lesznek; ekkor bizonyos pályák ép pályák közepette elsődlegesen elfajulnak, mintegy elkorhadnak és ezzel kórosan stigmatizált voltukat bizonyítják. Ezek alapján tisztára az idegrendszerhez kötött, belőle kiinduló folyamatról, ú. n. neurogen folyamatról beszélünk, melyet a fentebb jelzett hármass elektivitás jellemez abban az esetben, hogyha elektív systemás megbetegedés szerepel.

A fentiekből kitűnik, hogy az átöröklődő rendszeres idegbántalmak pontosan a neuronpályák szerkezeti viszonyaihoz igazodnak és ragaszkodnak, amit a legtanulságosabban az akaratlagos mozgató pályával világíthatunk meg (l. 1. ábra). Ennek van egy

központi neuronja, vagyis a pyramisrendszer, mely a mozgatókéregtől mint centrum corticomotoriumból kiindul és a gerincvelői keresztezett, ill. a híd-nyúltvelői keresztezett és keresztezetlen mozgató magvakhoz tart; a másik vagy környéki neuron a gerincvelői mozgatómagvakból az akaratlagos végtagizmokhoz, ill. a híd-nyúltvelői mozgatómagvakból a beszédnél, rágásnál, nyelésnél szereplő izmokhoz jut el, és ez a spinalis, ill. bulbaris nucleomotoriumból kiinduló pálya a környéki fele az akaratlagos mozgató pályának. A klinikai észlelések szerint az akaratlagos mozgató pályának mindegyik neuronrendszere önállóan, de együttesen is betegedhetik meg: 1. ha kizárólag a központi neuron, úgy létrejő a heredodegeneratio spastica; 2. ha kizárólag a környéki neuron, úgy létrejő az amyotrophia nuclearis spinalis és bulbaris képe; 3. a kettőnek együttesét a sclerosis lateralis amyotrophica képviseli.

II. Generalis elektív megbetegedési mód.

Ezt képviseli egészen tiszta formájában a TAY SACHS-féle csecsemőkori vakságos idiótaság, melyről nagyon röviden csupán a következőket emeljük ki. Itt az animalis és vegetatív, tehát az egész idegrendszer *valamennyi* idegsejtje hatalmas puffadásban van és meg vannak rakódva haematoxylinaffin szemcsékkel, melyek az előrement kolloidalis duzzadás után kiesapódó intracellularis elfajulási termékeket alkotják. A jelzett kórfolyamatban tehát az összes ektodermális ganglionsejtekre kiterjedő hevenyelváltozás jelentkezik, vagyis a szürke agykéregtől kezdve a vastagbél submucosájában fekvő sympathicus dúcsejtekig, és így a generalis gangliocellularis elektívitásnak megkapó példája; e mellett az egész idegrendszerben a mesodermális elemek tökéletesen bántatlanok és így ebben a magatartásban a csiralevél elemek szerinti positiv, ill. negativ magatartás jut kifejezésre, mert az összes neuroektodermális ganglionsejtek súlyos elektív elváltozásával szemben áll az erek és hártályok abszolút primaer bántatlansága.

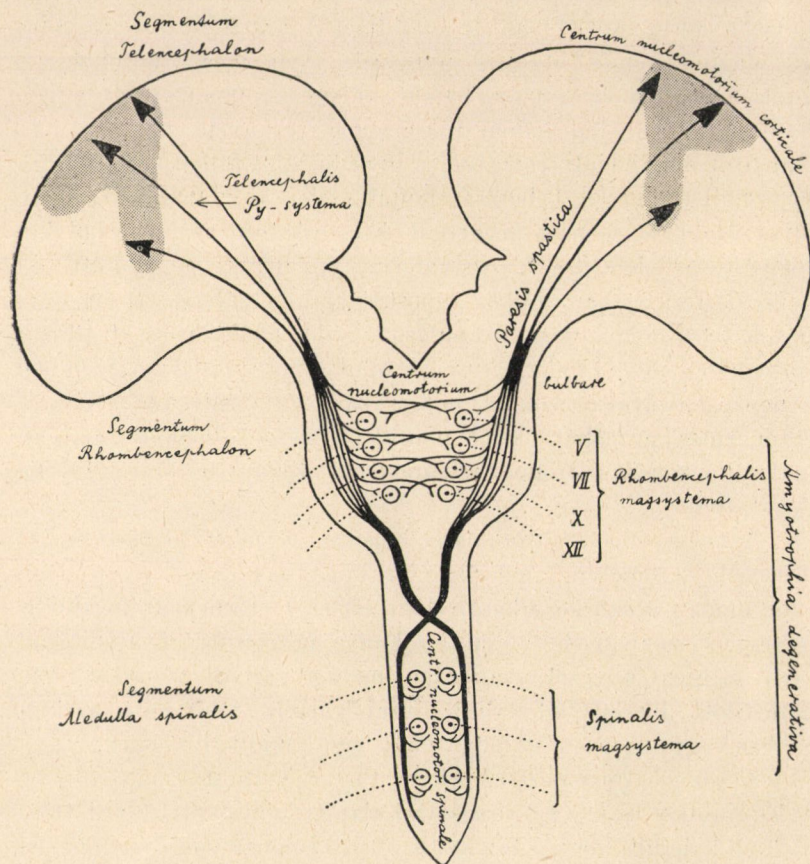
B) A *neurotrop* idegszöveti elváltozások legáltalánosabb jellemzése abban adható, hogy ezeket kizárólag exogen noxák idézik fel, melyekre nézve az a fontos, hogy közös vonásuk az idegrendszer iránt valami módon nyilvánított különleges vonzó-

dásuk, affinitásuk. Míg az endogen elektív idegbántalmakra nézve az elektivitás valamely neuronrendszer, illetve az összes idegsejtek congenitalis életképtelenségében nyilvánul meg, amiből a jelzett elemeknek túlkorai pusztulása mint elsődleges elfajulás adódik, tehát a kórfolyamat neurogen, addig az exogen noxák affinitása az idegrendszer iránt nem nyugszik ilyen belső morphologiai adottságon, a neurogenián, hanem valamely chemiai vagy egyéb hasonló, szóval biochemiai rokonságon, az ú. n. neurotropián. A neurotropia jelentősége az ú. n. invisibilis, filtrálható és glicerinen eltehető mérgek behatása alapján alakul ki és már bevezetőleg kiemelendő, hogy ezek a mérgek kórszövettani szempontból két főelváltozást létesítenek: mesodermás gyulladás és neurotropos nekrosis formájában. Ehhez képest a kóros elváltozások két egyforma jelentőségű megnyilvánulása áll elő. Ezekben az elváltozásokban van egy mesodermás és egy ektodermás positivum, szemben a neurogen elváltozásokkal, hol csupán egy positivum, a neuroektodermás mutatható ki. A neurotrop mérgek behatása alapján kialakuló képek anatómiai szempontból általam három osztályba sorolhatók.

Az *első csoportba* sorolható képeket az ú. n. *poliomyelitises mérgek* okozza, melynek morphologiai kihatása nevének megfelelően túlnyomóan a szürke állományban történik. Ennek az invisibilis mérgeknek azonban van a szürke állományhoz tanúsított affinitásán kívül még egy nevezetes sajátossága, mely abban áll, hogy két meghatározott dúcsejtrendszerhez mutat különös vonzódást, ezek a mellő vagy mozgató és hátsó vagy érző ganglionrendszer.

A *mozgató dúcrendszer* kórképe PETTE, SPIELMEYER, STIEFLER és legújabban KÖRNYEY vizsgálatai alapján teljesen tisztázódott és ezekből kiderült, hogy a WICKMAN óta jól ismert tipikus gyulladásai jelenségeken kívül, melyek főképpen a gerincvelő mellő szarvaiban és a nagyagy mellő központi tekervényben székelnék, még egy igen jellegzetes tulajdonságot mutatnak, jelesen a gerincvelő mellő szarvaiban csakis a mozgató idegsejteknek, a mellő központi tekervényben csakis a III. és V. réteg ú. n. mozgató elemeinek elektív pusztulását. Ezen az alapon helyesen mondja KÖRNYEY, hogy a poliomyelitis mérge kifejezett *gangliocellulotropiát* tanúsít. Ennek a leletnek megfelelően azt mondhatjuk, hogy az egész aka-

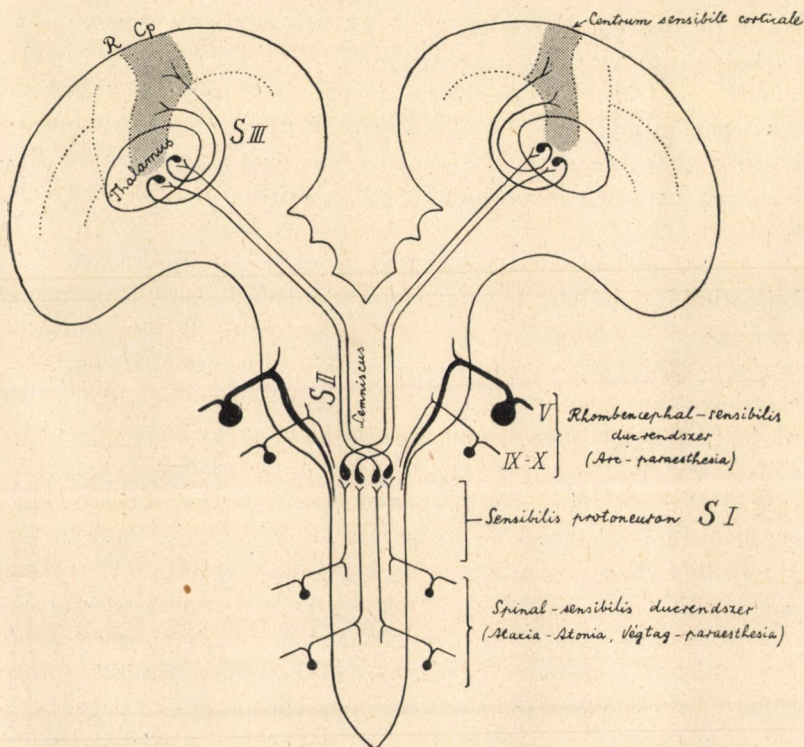
ratos mozgató készülék eredőidegsejtes berendezésében szenved az exogen mérge behatása következtében és ez a centropatia most jelzett elhatárolódása olyan szigorú, hogy azt rendszeresnek kell



1. ábra. Az akartatos mozgató pálya neuronjai.

mondanunk (l. 1. ábra). Mert poliomyelitis anterior esetében ugyanolyan centrosegmentalis bántalom fejlődik ki, mint az endogen amyotrophiás lateralsclerosis esetében, hiszen itt is a gerincevelői, ill. előagyi mozgatóközpontok szenvednek szigorú elhatárolásban; ámde van egy sarkalatos különbség és ez az eredő központok megbetegedési módja, mert míg az amyotrophiás

lateralsclerosis esetében a neuronális elemeknek endogen primär bántalma szerepel, tehát a csíralevél szerinti válogatása az ekto-dermalis elemeknek a mesodermalis elemeknek legcsekélyebb bánt-



2. ábra. Az arc-törzs-végtagok felől jövő érző pálya neuronjai. — S I: sensibilis (elsőrendű) protoneuron, melynek eredete az extraspinalis és extrarhombencephalis (V—IX—X) dúcokban székel. — S II: a másodrendű érző neuron (lemniscus vagy tractus bulbothalamicus). — S III: a harmadrendű érző neuron (tractus thalamocorticalis). — R: sulcus Rolando s. centralis. — Cp: hátsó központi tekervény.

talmazottsága nélkül: addig a *poliomyelitis anterior* esetében, bárha a gerincvelő és agyi mozgató idegsejtek is elektíve betegszenek meg, de itt egyrészt exogen alapon, tehát neurotróp módon és másrészt a mesodermalis elemeknek kifejezett lobja kíséretében. Pontosan ugyanezt mondhatjuk a *poliomyelitis posteriorról*.

Egy SÁNTHA által leírt és általam poliomyelitis posteriorinak jelzett esetben kizárólag az extraspinalis és extracerebralis érződúcoknak (V, X) gyulladásán kívül ugyanitt a ganglionsejtes elemeknek súlyos pusztulása szerepel, mely elváltozások klinikailag a subacut pseudotabes kórképét adták és ennek megfelelően a gerincvelőben csakis a hátsó kötelek, a híd-nyúltvelőben a trigeminus és vagus lehágó gyökszárjai voltak friss velődegeneratióban. Összegezve tehát a spinalis és rhombencephalis elsődleges érző neuronokra, sensibilis protoneuronra (SI) lokalizált exogen systematikus, mert centrotrop bántalomról volt szó (l. 2. ábra).

Úgy a poliomyelitis anteriornál, mint posteriornál a noxának kettős hatását láttuk: 1. a nagyfokú gyulladást, mint a mesodermás elemek bántalmazottságát és 2. a mozgató, ill. érző dúcsejtszerveknek elektív nekrosisát és ez ebben a formában megfelel a systematikus neurotropiának. A két hatást csupán egymás mellé rendeltnek lehet mondanunk, mert kismértékű gyulladás mellett súlyos systematikus dúcsejtpusztulásokat láthatunk, eltekintve még attól a ténytől is, hogy a mesodermás folyamat nincs mindig az illető dúcsterülethez kötve szigorúan, mert annak a határán túl is terjedhet. Nagyon valószínű, hogy mindkét esetben talán rokon poliomyelitis-noxa szerepel, melyek egyike a mozgató, másika az érző dúcrendszerekben éli ki magát. Ezt a *neurotrop systematikát* nem szabad a *neurogen systematikával* összetéveszteni, mert bárha közös mindkettőre nézve a centrosegmentumos és systemás jelleg, de hiányzik a neurotrop systematikában a genetikai alapon nyugvó neuronális elektivitás, más szóval a csíralevél válogatás elve. Végeredményben a neurotrop systematika csupán *utánzása* a neurogen systematikának, de semmiképpen sem azonos vele. A neuronális elektivitás endogen esetben *centrogeniát*, exogen esetben *centrotropiát* jelent.

A *második csoportba* az az invisibilis mérge sorolandó, mely szemben a most tárgyalt és alakilag systematikus hatású poliomyelitis-mérgekkel ellenkezőleg *asystematikusan formált* reakciós képet vált ki, amire klasszikus példa a *sclerosis multiplex*. A mérge itt is neuroaffin, mert ennek következtében topikus megbetegedési góccok támadnak, melyek PETTE szerint túlnyomóan a központi

idegrendszer fehér velőállományához ragaszkodnak, bárha ezen szabály alól is van elég kivétel. A góccok éles határuak és kiválnak az idegrostok velősburkának szigetszerűen foltos hiányával, tehát a tengelyfonal megkímélésével, mi mellett a góccokban reactiv gliaelváltozások és glialebontások mutatkoznak; végezetül ilyen góccokban, de távolabb is lympho- és plasmasejtes infiltratumok láthatók. Ilyen éles határu foltos velőtlenedési góccok a tengelyfonalak megkímélésével és reactiv gliaelváltozásokkal az anatómiailag a sclerosis multiplexre enged következtetni. Ehhez jó még egy kórjelenség, melyet BALÓ mint encephalitis periaxialis concentrica, HALLERVORDEN és SPATZ mint concentrikus sclerosist írtak le; ezek betegségi góccok, melyekben velős és velőtlen gyűrűk követik egymást és ilyen góccokban HECHST szerint a hypertrophikus és plastikus gliás jelenségek egyformán úgy a velős, mint a velőtlen gyűrűkben is ismerhetők fel. A fentiekhez képest a sclerosis multiplex kórszövet-tani képében két fő mozzanat domborodik ki. Az egyik mesodermalis vonás, mely helyenként elég erélyes lobos infiltratum képében jelentkezik. A másik a folyamatnak neurotrop vonása, mely szigetszerű foltos, velőtlenedési góccok formájában ismerhető fel a tengelyfonálnak a góccokon belül való megkímélésével és ebben a magatartásban a kórfolyamatnak egy lecithinaffin vonása teljesen rendszertelen formában nyilvánul meg.

Ha már most a systematikus és asystematikus exogen reactiós képeket egybevetjük, úgy kiemelendő, hogy ezek mint megegyező vonás a mesodermalis bántalmazottságot többé-kevésbé jól kifejezett lob formájában mutatják; ellenben a neurotrop vonás tekintetében alakilag éles különbséget mutatnak, mert míg a rendszeresen megformált szöveti elváltozások a poliomyelitisnél egy rendszeresített gangliocellularis affinitást mutatnak, addig a rendszertelen szöveti elváltozások a sclerosis multiplexnél a méregnek szabálytalan góccokban megnyilvánuló lecithinaffin hatását tárják elénk, mely utóbbi hatásban a folyamatnak tisztán chemiai irányú megnyilvánulása ismerhető fel oly értelemben, hogy a méreg lecitholytikus hatásának mutatkozik szabálytalan góccokban a tengelyfonal megkímélésével. Ez utóbbi jelenség a lecithinaffinitás közvetlen következménye. Ehhez képest a rendszeres és rendszer-

telen exogen reactiók formák neurotropiájukban morphologiailag élesen különböznek egymástól.

A *harmadik csoportban* említeném azokat az invisibilis mérgeket, melyek a lyssánál és a herpes encephalitisnél észlelhetők. Erre az alakra nézve jellemző, hogy a méreg az elsődlegesen fertőzött pontról a központi idegrendszer felé haladva, e közben kizárólag idegutakat mint tovaterjesztési organumot használ fel. Így hogyha herpesvirust a corneába ültetünk, úgy a kiterjedés útja: ganglion ciliare — V. gyökér — Varol hídjá — V. descendens; hogyha a herpesvirust valamely környéki idegbe ültetjük, úgy előáll a myelitis képe, melynek elsődleges góca mindig a környéki oltással felelkezik, tehát megvan a szelvényességi korrespondencia. Ehhez képest a kórfolyamat elterjedési vázlata: környéki ideg — spinalis dúc — gerincvelő megfelelő szelvénymagassága (PETTE). Pontosan ugyanezt látjuk a lyssánál is. Ennél a formánál az egyszerű gyulladásban megnyilvánuló mesodermás vonáson kívül a neurotropia olyan értelemben észlelhető, hogy a méreg a központi idegrendszer mint ilyen iránt mutat affinitást, vagyis itt a neurotropia egyenértékű az organotropiával.

Ha ezek után az invisibilis noxák alapján előállott három reactiók formát áttekintjük, úgy a következő mozzanatok volnának kidomborítandók. A mesodermalis vonás közös mind a három formára nézve, szintúgy közös a neurotrop vonás, mely utóbbi azonban formailag teljesen elütő az egyes alakokra nézve. Mert az első formára nézve jellemzőnek az elektivitás anatomiai systematikája mondható; a második formánál mutatkozó lecithinaffinitás chemiai elektivitásra utal asystematikus formában; a harmadik formájánál egy egészen általános neuralis elektivitás jut kifejezésre, mert itt a mérgek az axis neuralist használják fel tovaterjedési médium gyanánt.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1934. ápr. 23-án tartott üléséből.)

ÜBER DIE NEUROGENEN UND NEUROTROPEN GEWEBSVERÄNDERUNGEN DES ZENTRALNERVENSYSTEMS.

Von KARL SCHAFFER, o. Mitglied.

Verfasser unterwirft mittels der Strukturanalyse die zwei grossen Kategorien der Zentralveränderungen, welche als die neurogenen und neurotropen bezeichnet werden, einer eingehenden feinstrukturellen Untersuchung. Die *neurogenen* sind rein endogene und streng elektive Veränderungen, welche in zwei Hauptformen, in den umschrieben-elektiven Veränderungen, dargestellt durch die heredofamiliären Systemkrankheiten, und in den diffus-elektiven Veränderungen, klassisch repräsentiert durch die infantilamaurotische Idiotie, erscheinen. Für beide Formen ist die Tatsache charakteristisch, dass ausschliesslich neuroektodermale Elemente erkranken mit der Unberührtheit der mesodermalen Elemente; es handelt sich daher um eine Erkrankung von Gewebselementen gemäss der Keimblattwahl. Die *neurotropen* Veränderungen studiert Verf. auf Grund von exogenen Noxen, welche invisibel, filtrierbar und in Glycerin aufbewahrbar sind. Bemerkenswert ist die Affinität dieser Noxen gegen das Zentralnervensystem, welche Affinität sich in drei Hauptformen äussern kann. Bei der Poliomyelitis bekundet sich diese Affinität in einer systematischen Form, da die Noxe eine Wahlverwandtschaft entweder gegen das motorische oder das sensible Ganglienzellsystem zeigt. Bei der multiplen Sclerose erscheint diese Affinität in chemischer Form, denn auf Grund einer Lecithinaffinität entsteht die Lecitholyse in multipler asystematischer Form. Endlich bei der dritten Form handelt es sich um Noxen seitens der Lyssa und Herpes-encephali-

tis, welche die Neurotropie als Wahlverwandtschaft gegen das Zentralnervensystem als Organ bekunden; hier ist die Neurotropie gleich einer Organotropie, denn die Noxe benützt die Neuralaxe als Fortpflanzungsmedium. Bei allen drei Formen ist nebst der Neuroaffinität noch ein zweiter wesentlicher Zug des Prozesses, ein mesodermaler bemerkenswert, welcher sich in den entzündlichen Veränderungen des Zentralnervensystems äussern.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 23. Apr. 1934.)

A BÉL ÚTJÁN KIÜRÜLŐ KALCIUM, MAGNÉZIUM ÉS FOSZFOR VEGYÜLETEI ÉS MEGOSZLÁSI VISZONYAIK.

MAREK JÓZSEF I. tagtól
és WELLMANN OSZKÁR, URBÁNYI LÁSZLÓ vendégektől.

Az eddigi vizsgálatok alapján nagyon elterjedt az a felfogás, hogy a bélbeli mész- és foszforkiürítés párhuzamosan haladnak egymással, és hogy a mész és foszfor legnagyobb része mint állandó összetételű vegyület, valószínűleg mint trikálciumfoszfát, hagyja el a szervezetet. Az újabb időben néhány bűvár által végzett vizsgálatok eredménye azonban arra utal, hogy a mész részben mészszapponok és szénsavas mész alakjában is ürül ki, saját korábbi vizsgálataink pedig, melyekről már ismételten beszámoltam erről a helyről, mindig azt derítették ki, hogy szénsavas mész és trikálciumfoszfát mellett savanyú foszfátok, nemkülönben foszfor- és szénsavmentes egyéb *Ca*-vegyületek is kiürülnek, s hogy ez utóbbiak részben zsírsavas mészsók lehetnek.

A kérdésnek a mészforgalmi zavarokkal való szoros kapcsolatánál fogva szükségesnek tartottunk további szabatos vizsgálatokat a *Ca*-, *Mg*- és *P*-vegyületek minőségéről és azok megoszlásáról a bélürülékben. Vizsgálati anyagunk volt egyfelől egy zsírdus emulziós tejen tartott malacnak bélsara, másfelől csupán ásványi anyagösszetételében változtatott, de különben ugyanazon, zsírszegény alaptakarmánnyal etetett nyolc malacnak remesebél-tartalma.

Chemiai analysiseinkkel kimutattuk, hogy a belek útján kiürülő mész egyfelől trikálciumfoszfát és savanyú foszfátok alakjában, másfelől szénsavas mész, mészszapponok, továbbá

részint vízben oldható, részint oldhatatlan sók és ismeretlen más vegyületek alakjában, a mésznek foszforhoz kötött része pedig részben szerves foszforvegyületekben hagyja el a szervezetet.

Az is kiderült, hogy mindezeknek a vegyületeknek kölcsönös aránya a táplálék összetétele szerint változik.

A táplálék befolyásolja továbbá a foszfor megoszlását is, annyiban, hogy vízben nem oldható földalkálifoszfátok mellett vízben jól oldódó alkálifoszfátok is előfordulnak, mégpedig foszfordús táplálkozással összefüggésben tekintélyes mennyiségben.

A magnézium részint vízben oldható, részint oldhatatlan vegyületekben s ez utóbbiakban foszfát- és ismeretlen összetételű vegyületek alakjában van jelen.

Fontos az a további megállapításunk, hogy sem a mézdús táplálék nagy mézfeleslege, sem a foszfordús táplálék foszforfeleslege nem befolyásolja számottevő mértékben, legalább nem a felesleg arányában, a szervezet foszfor-, illetőleg mézszészletét. Ilyen körülmények között tulajdonképpen csupán a táplálékkal felvett méz, illetőleg foszfor rosszabb kihasználása következik be.

Amíg zsírszegény táplálkozás esetén az összes mésznek csupán 2·5—5 %-a hagyta el a szervezetet zsírsavakhoz kötve mézszszap-panok alakjában, a zsírdús tejen tartott állatokban 33—36 %-nyi mennyiség volt megállapítható, amiből az következik, hogy a zsírsavaknak csakis zsírdús táplálkozás esetén jut számottevő szerep a mézkiürítésben.

*

A dolgozat egész terjedelmében megjelenik a «Mezőgazdasági Kutatások» c. folyóiratban.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1934. június 11-én tartott üléséből.)

DIE NATUR DER DURCH DEN DARM AUSGESCHIEDENEN VERBINDUNGEN VON CALCIUM, MAGNESIUM UND PHOSPHOR UND DEREN VERTEILUNGSVERHÄLTNISSE.

Von J. MAREK, O. WEILMANN und L. URBÁNYI.

Nach der gegenwärtig stark verbreiteten Anschauung sollen Kalk- und Phosphorausscheidung durch den Darm gleichläufig vor sich gehen und dabei grösstenteils als eine beständige chemische Verbindung, wohl als Tricalciumphosphat, den Körper verlassen. Erst neuerer Zeit wird von manchen Forschern eine Kalkausscheidung zum Teil auch in Kalkseifen und Kalkkarbonat behauptet. In eigenen früheren Untersuchungen, über die an dieser Stelle wiederholt berichtet wurde, zeigte es sich sogar eindeutig, dass neben Kalkkarbonat und normalen Phosphaten auch saure Phosphate, sowie noch andere, ebenso phosphor- wie kohlenstofffreie Kalkverbindungen, welche letztere zum Teil fettsaurer Kalk sein dürften, mit dem Darminhalt ausgeschieden werden.

Mit Rücksicht auf den engen Zusammenhang dieser Frage mit den Kalkstoffwechselstörungen erschienen weitere genaue Untersuchungen notwendig zur Bestimmung der Beschaffenheit und der Verteilung der *Ca*-, *Mg*- und *P*-Verbindungen im Darmkote. Die chemischen Analysen beziehen sich einerseits auf ein mit fettreicher Emulsionsmilch ernährtes Ferkel, andererseits auf acht andere Ferkel, die in je zweigliedrigen Gruppen mineralstofflich verschiedenartig zusammengesetzte, sonst aber die gleiche fettarme Grundnahrung hatten.

Die chemischen Analysen ergaben, dass der im Darm ausgeschiedene Kalk einerseits als normale und als saure Phosphate, andererseits als Kalkkarbonat, Kalkseifen, ausserdem als teils

wasserlösliche, teils wasserunlösliche unbekannte Verbindungen und sein an Phosphor gebundener Anteil in organischen Phosphorverbindungen den Körper verlässt. Dabei wird das gegenseitige Mengenverhältnis aller dieser Verbindungen durch die jeweilige Futterzusammensetzung deutlich beeinflusst.

Ebenfalls beeinflusst wird durch die Nahrung die Verteilung des Phosphors in seinen einzelnen Verbindungen, insofern als neben wasserunlöslichen Erdalkaliphosphaten auch gut wasserlösliche Alkaliphosphate im Kote vorkommen, deren Menge bei phosphorreicher Ernährung recht bedeutend zu sein pflegt.

Das Magnesium kommt vor teils in wasserlöslichen, teils in wasserunlöslichen Verbindungen und im letzten Falle teils in Phosphatform, teils in Verbindungen mit noch unbekannter Zusammensetzung.

Wichtig ist die weitere Feststellung, dass weder eine kalkreiche Nahrung am Wege ihrer starken Kalküberschüsse noch ein phosphoreiches Futter durch Vermittlung seiner Phosphorüberschüsse die Phosphor-, bzw. die Kalkvorräte des Körpers in nennenswertem Masse, und unbedingt nicht im Verhältnisse der Überschüsse angreift. Unter solchen Umständen kann eigentlich richtigerweise nur von einer schlechten Ausnützung des mit der Nahrung aufgenommenen Kalkes, bzw. Phosphors die Rede sein.

Während bei fettarmer Fütterung bloss 2·5—5 % des Gesamt-Ca an Fettsäuren gebunden als Kalkseife den Körper verlassen, werden bei fettreicher Ernährung 33—36 % in solcher Verbindung ausgeschieden, woraus geschlossen werden muss, dass den Fettsäuren bloss bei fettreicher Ernährung eine nennenswerte Bedeutung bei der Kalkausscheidung zukommt.

*

Eine ausführliche Mitteilung folgt in «HOPPE—SEYLER'S Zeitschrift für physiologische Chemie».

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften, vom 11. Juni 1934.)

A CSONTOK SÓINAK CHEMIAI SZERKEZETE EGÉSZSÉGES ÉS RHACHITISES ÁLLATOKBAN.

MAREK JÓZSEF I. tagtól
és WELLMANN OSZKÁR, URBÁNYI LÁSZLÓ vendégektől.

A csontok szerkezetét ezidőszert szinte általánosan úgy szokás elképzelni WERNER és GASSMANN vizsgálatai alapján, hogy ásványi anyagtartalmuk fő tömege az apatitokhoz hasonló kémiai szerkezetű foszfátokalciumkarbonát, melynek molekuláris aránya $Ca : P : CO_2 = 10 : 6 : 1$, benne ennél fogva egy molekula $CaCO_3$ három molekula $Ca_3(PO_4)_2$ -höz van kapcsolva. Erre az elméletre építette fel azután RÖHMANN csontosodási elméletét, más egyéb szerzők pedig röntgenspektrumos vizsgálatokkal igyekeztek bizonyítani ennek a hipotézisnek helytállóságát. Mindazonáltal több helyről (MORGULIS, továbbá HOWLAND, MARRIOTT és KRAMER, KRAMER és SHEAR, NEAL és munkatársai, FUNAOKA, KLEMENT) elhangzottak ellentmondások is ezzel a felfogással szemben.

A kérdésnek eldöntetlen volta és korábbi saját vizsgálatainknak ebben az irányban ellenkező eredményei a kérdésnek tüzetesebb tanulmányozására készítettek nyolc olyan malacon, melyeket eltérő ásványi anyagtartalommal ellátott takarmánnyal etettünk. (A takarmányozás és a vizsgálati módszerek leírását a másutt közlendő terjedelmes dolgozat tartalmazza.) A kísérlet befejezése után az állatokat elvéreztettük, csontjaikat a lágyszövetektől megszabadítottuk és a humerus-, a femur- és a tibia-csontokat akképen dolgoztuk fel, hogy azok külső, középső és belső rétegeiben külön-külön elvégeztük az egyes anyagelemzéseket és az eredményeket egyfelől a légszáraz anyagra, másfelől a csonthamúra vonatkoztattuk.

Az elemzési adatok részletezésétől itt eltekintünk és csupán a végső eredményeket közöljük, amelyekből következik, hogy a légszáraz csontanyagban a $Ca(PO_4)_2$ -tartalom a csonthártyaalatti külső rétegtől kezdve a velőüreg felé haladó irányban fokozatosan növekedik, a $CaCO_3$ - és $Mg_3(PO_4)_2$ -tartalomban ellenben hasonló

fokozatosság nem észlelhető olyan kifejezetten. A mellett a külső csontréteg $Ca_3(PO_4)_2$ -tartalma a legkisebb az acidózisos, valamivel nagyobb az alkalózisos rhachitisben megbetegedett állatokban, jól észrevehetően nagyobb a normálisan és egyúttal D-vitaminnal, legtöbb pedig a csak normálisan etetett állatokban. A mélyebb két rétegben ez a sorrend némileg módosult és a különbségek is csekélyebbek.

A csonthamú százalékos összetételét, legfeltűnőbbben annak Ca - és CO_2 -mennyiségét, a táplálék változó ásványi anyagtartalma erősen befolyásolja, mégpedig nemcsak a legújabban termelt, de a már a kísérlet előtt képződött régebb csontszövetben is. Az egyes alkotórészek azonban nem változtak meg arányosan a különböző csontrétegekben. Amíg ugyanis az egészséges állatok külső csontrétege általában jelentékenyen kevesebb $CaCO_3$ -at tartalmazott, mint a rhachitises csontokban, mészdús etetéssel összefüggésben mind a három réteg hamújában a legkisebb $Ca_3(PO_4)_2$ -mennyiségre a legtöbb $CaCO_3$ esett, amellet a középső réteg hamujában a legkevesebb $Ca_3(PO_4)_2$ volt található, foszfordús takarmányozás viszont a $Ca_3(PO_4)_2$ -tartalmat növelte. Hasonló irányban tájékoztattak a Ca/P -hányados értékei, nemkülönben a kiszámított molekuláris arányszámok is.

Ezek a megállapítások azt bizonyítják, hogy a csontok ásványi anyaga nem lehet a foszfátokalciumkarbonátnak megfelelő, jól meghatározott, állandó vegyület, a $Ca_3(PO_4)_2$ -nak és a $CaCO_3$ -nak egymástól függetlenül bekövetkező változásai a régi és az újonnan termelt csontszövetben egyaránt ellenkezőleg azoknak csupán keverék alakjában való jelenlétére utalnak. De különben magának GASSMANN-nak elemzési adatai sem támogatják az apatit-elméletet. GASSMANN nyilván nem egyszerűen szárított csontokban, hanem kiizzított csonthamuban megállapított elemzési adatokra építette fel elméletét, márpedig a kiizzított csonthamuban sohasem lehet annyi CO_2 , mint amennyi volt eredetileg a csontban, GASSMANN ezek szerint egészséges csontokban mintegy 33 %-kal, a rhachitisekben 44 %-kal kevesebb CO_2 -t határozott meg. Ha az így előállott CO_2 -hiánynak figyelembevételével kiszámítjuk GASSMANN elemzési adataiból a $\frac{Ca_3(P)_4O_2}{CaCO_3}$ hányados valószínű értékét, úgy

ellentétben a GASSMANN megadta 9·30 állandó értékkel, csupán 6·73 értéket kapunk, amely a saját vizsgálataink során egészséges és rhachitises csontokban megállapított 5·20—6·20 értékekhez közel áll és semmiképpen sem bizonyult állandónak. Azt nem vonjuk kétségbe, hogy GASSMANN vizsgálatai során foszfátalcium-karbonátot talált, csak hogy ezt a komplexvegyületet műterméknek kell minősítenünk, mely a csontok izzítása közben keletkezett, kiizzított csontban való kimutatása ennél fogva nem bizonyítja annak természetes előfordulását a csontban.

Az, hogy a csontok ásványi állományának fő tömege tricalcium-foszfát, abból következik, hogy a $\frac{Ca-(CO_2\text{-hoz kötött } Ca)}{P-(Mg\text{-hoz kötött } P)}$ hányados a kísérleti hibák határain belül állandónak találtuk és hogy 1,952 átlagos értéke mindössze 0,72 %-kal magasabb a $Ca_3(PO_4)_2$ elméleti Ca/P -hányadosának 1,938 értékénél. Ez a megállapításunk egyúttal megcáfolja a KRAMER és SHEAR kifejezte nézetet, mely szerint az elsősorban csontosodási helyeken elsősorban $CaHPO_4$ rakódik le. Nem bizonyult helytállónak továbbá KLEMENT és MORGULIS nézete sem, mely szerint a csontok maradék Ca -tartalmából mindössze 25 % lehet karbonátalakban jelen, mert a fennmaradó 75 % CO_2 -nek hidrokarbonat alakban való lekötéséhez 2·5—3 % $Na + K$ alkálira volna szükség, annyi alkáli azonban nincsen a csontokban és különösen nem lehetett saját vizsgálati anyagunkban, minthogy a csontokból a sok alkálit tartalmazó porcogókat eltávolítottuk. A CO_2 -felesleget még akkor sem sikerül eltüntetni, ha a magnéziumnak karbonátalakban való jelenlétét tételeznők fel, mert az így fennmaradó CO_2 mennyiségének lekötéséhez még mindig 2—2·5 % alkálira volna szükség. A MORGULIS által kálilúgos glicerinben főzött csontokban kimutatott bázisos foszfát szintén a csontoknak az elemzéshez szükséges előkészítése közben keletkezett műtermék volt, ennél fogva semmilyen irányban nem bizonyító.

*

A dolgozat egész terjedelmében megjelenik a «Mezőgazdasági Kutatások» c. folyóiratban.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1934. június 11-én tartott üléséből.)

CHEMISCHER AUFBAU DER KNOCHENSALZE BEI GESUNDEN UND BEI RHACHITISCHEN TIEREN.

Von J. MAREK, O. WELLMANN und L. URBÁNYI.

Die in Fortsetzung unserer Rhachitisforschung ausgeführten weiteren Untersuchungen an teils gesunden, teils rhachitisch erkrankten Ferkeln ergaben, dass der *Aschen-, Ca-, Mg-, P-* und CO_2 -Gehalt der Knochen, desgleichen die hundertatzmässige Zusammensetzung der Knochenasche bedeutende Schwankungen darbieten im Zusammenhang mit der Zusammensetzung der Nahrung.

In der Knochenrinde verändert sich der Aschengehalt von der Peripherie nach der Markhöhle zu fortschreitend so, dass die äussere Schichtmasse die kleinsten Mineralstoffmengen enthält. Es halten aber dabei die Änderungen der einzelnen Aschenbestandteile in den drei Knochenschichten nicht gleichen Schritt, es nimmt vielmehr der *P*-Gehalt von der äusseren Schicht fortschreitend allmählich zu und erreicht in der an die Markhöhle grenzenden inneren Schicht seinen Höchstwert, während *Ca-, Mg-* und CO_2 in der mittleren Schicht am reichlichsten vorhanden sind.

Die in Abhängigkeit von der mineralstofflichen Zusammensetzung der Nahrung in bestimmter Richtung auftretenden Unterschiede lassen sich in der Asche aller drei Knochenschichten nachweisen, nur nehmen sie gegen die Markhöhle stufenweise ab, ohne jedoch selbst in der innersten Schicht gänzlich zu verschwinden.

Der nicht an Phosphorsäure gebundene Anteil des *Ca*-Gehaltes in den Knochen (*Rest-Ca*) stimmt innerhalb der Fehlergrenzen mit der auf Grund der CO_2 -Bestimmung berechneten *Ca*-Menge überein. Dementsprechend ist das nicht an Phosphorsäure gebundene *Ca* als Calciumcarbonat im Knochen enthalten.

Der Quotient für das nach Abzug des an Kohlensäure gebundenen Anteils zurückbleibende *Ca*, sowie der für den nach Abzug des an Magnesium gebundenen Anteils zurückbleibenden *P* ist innerhalb der Fehlergrenzen beständig und mit dem *Ca/P*-Quotient des Trikalziumphosphats übereinstimmend. Dies ist ein Beweis dafür, dass die Hauptmasse des Mineralstoffgehaltes in der Knochenmasse durch Trikalziumphosphat gebildet wird.

Die angeführten Ergebnisse, sowie die auf Grund der Analysen berechneten Verhältniszahlen und Molekularverhältnisse sprechen einerseits gegen die Apatit-Hypothese von GASSMANN, wonach die Hauptmasse des Mineralstoffgehaltes der Knochen ein chemisch den Apatiten ähnlich aufgebautes Phosphatocalciumcarbonat sein soll, andererseits auch gegen die Stichhaltigkeit der Auffassung von KLEMENT, wonach bloss 25 % des nicht an Phosphorsäure gebundenen *Ca* in Carbonatform, die übrigen 75 % dagegen in Hydroxydform zugegen sein sollten.

Die von der mineralstofflichen Zusammensetzung der Nahrung abhängige hundertatzmässige Zusammensetzung der Knochenasche, desgleichen die sich auf die verschiedenen Knochenschichten beziehenden Feststellungen des Verhaltens der Verhältniszahlen und überhaupt alle unseren Untersuchungsergebnisse liefern dafür einen Beweis, dass der Trikalziumphosphatgehalt und der Kalziumcarbonatgehalt der Knochen nicht eine beständige Komplexverbindung bilden, sondern lediglich in einer Mischungsform zugegen sind.

Eine ausführliche Mitteilung folgt in «HOPPE—SEYLER'S Zeitschrift für physiol. Chemie.»

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften, vom 11. Juni 1934.)

AZ EGYÜTTÉRZŐ DÚCOKBÓL EREDŐ VELŐSRSTOKRÓL.

PODHRADSKY LAJOS-tól.

Az együttérző idegekre vonatkozólag KÖLLIKER (1896) és különösen LANGLEY (1922) leírása alapján a legutóbbi időkig az volt az általános vélemény, hogy legjellemzőbb tulajdonságuk az, hogy velőtlen idegrostokból állanak. Legutóbbi megerősítését ez a vélemény KISSnek és MIHÁLIKNAK (1928) a budapesti I. sz. anatómiai intézetben készült dolgozatában nyerte, melynek az az alapgondolata és végeredménye, hogy az idegrostok morphologiai szerkezete és működése között szabályos kapcsolat van, s hogy különösen a velőtlen vagy «szürke rostok» a vegetatív idegrendszerre jellemzők. Ami a sympathicusban található velős rostokat illeti, azokra nézve az volt az általánosan elfogadott vélemény, hogy valamennyien a cerebrosplanialis idegek felől, az összekötő ágak útján mint idegen rostok kerülnek az együttérző idegrendszer pályájába. Az emlősökön aluli gerinces csoportokra nézve azonban már régebbi adatok ismeretesek, amelyek szerint a sympathicus dúcsejtjeinek nyúlványai vékony, sőt vastag velőhüvelyűek is lehetnek. Ilyen pl. A. E. SMIRNOW (1900) adata a béka sympathicusára vonatkozólag, ezt az adatot én is megerősítettem (1933), amennyiben a béka 3. gerincevelői idege mellett levő elszigetelt sympathicus dúcból eredő ágak között számos velőhüvelyűt találtam. Újabban az emlőssálatokra vonatkozólag is megváltozott a helyzet, amennyiben RANSON és tanítványai (1918—1932), különösen pedig STÖHR (1928) határozottan állítják, hogy a sympathicus saját rostjai részben velőhüvelyűek.

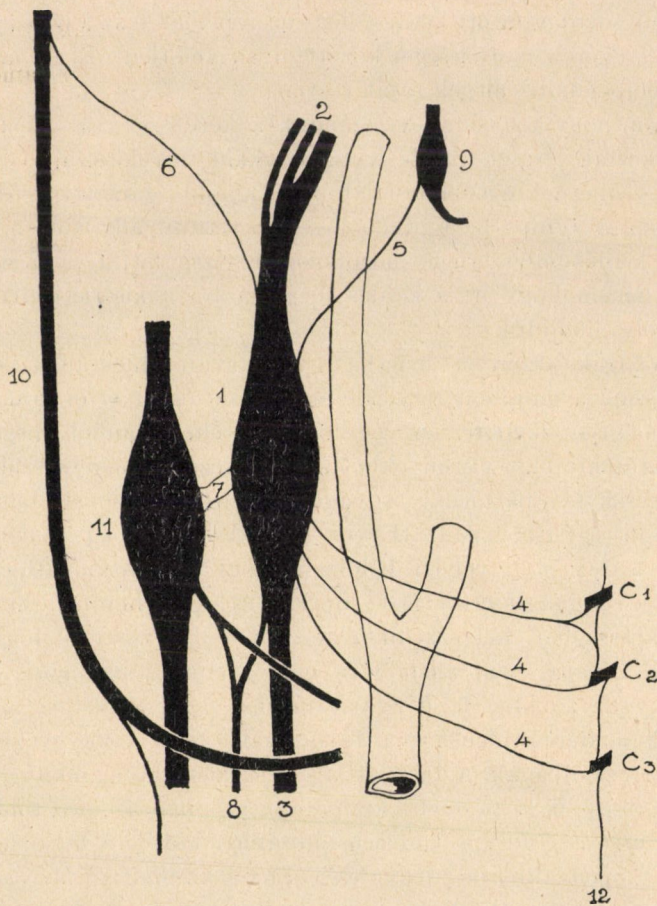
A kérdés a histologus szempontjából éppoly fontos, mint az

a másik sokat vitatott kérdés, hogy szerepelnek-e az agyi és gerincvelői gyökerek rostféleségei között olyan velőtlen rostok, amelyek a cerebrospinalis idegek saját rostjai.

Mint hogy az eddigi vizsgálatok a kérdéssel csak mellékesen foglalkoztak, részletesebb vizsgálatokkal igyekeztem tisztázni, hogy eredhetnek-e az emlősállaton is nagyobb számban velősrostok magából a sympathicus dúcból. Eleve tisztán állt előttem, hogy ez a kérdés egyszerűen morphologiai vizsgálattal nem oldható meg, hanem hogy itt a kérdés megoldására a kísérleti eljáráshoz kell folyamodnunk.

Vizsgálataimat a macska nyaki sympathicusának legfelső szakaszán, a ganglion cervicale superiuson és az ettől kranialisan és caudalisan levő részen végeztem. Az elmondandók megértéséhez az anatómiai viszonyokból a következők ismerete szükséges. A macska sympathicus és vagusa közös kötőszöveti burokban szorosan együtt halad. (Egyes esetekben állítólag külön sem választhatók a hüvelyen belül, úgy hogy «vago-sympathicus»-ról szólnak.) A ganglion cervicale superius és a ganglion nodosum vagi egymagasságban helyezkedik el és a két dúc össze is függ egymással néhány nem állandó és igen gyenge anastomosis útján. Az együttérző ideg felső nyaki dúcába vagy közvetlen mellette lépnek a sympathicushoz a felső nyaki gerincvelői gyökerektől jövő összekötő ágak. A dúc alatt a sympathicus-köteg mint egységes nyaláb húzódik le; a dúctól kranialisan azonban az ideg több nyalábra oszolva (nervus caroticus internus) követi a belső fejverőeret a koponyaüregbe. A dúc és a dúctól kranialisan levő szakasz az agyidegek közül a 9.-kel (a n. jugularis által), 10.-kel és 12.-kel áll vékony anastomosisok által összeköttetésben. Caudalisan az alsó nyaki dúcig a sympathicusnak összeköttetései nincsenek.

A velőhüvelyre festett készítményeken azt állapíthatjuk meg a mikroskoppal, hogy az együttérző idegben a felső nyaki dúctól úgy kranialis, mint caudalis irányban sok a velős rost, mégpedig több caudalisan, mint a dúcfeletti ágakban. Mindkét szakaszban csaknem kivétel nélkül kis kaliberű, vékony velőhüvelyű rostokat találunk; számuk oly nagy, hogy a dúcfelett az ideg keresztmetszetének nagy részét ezek a rostok foglalják el, a dúc alatt pedig úgyszólván kizárólag ilyen rostokat látunk.



1. ábra. A ganglion cervicale superius és összeköttetései vázlatos rajza. 1. Ggl. cerv. sup. 2. Nerv. carot. int. 3. Trunc. symp. 4. Rr. communicantes. 5. R. anast. cum n. glossoph. 6. R. anast. cum n. hypogl. 7. Rr. anast. cum ggl. nodoso. 8. R. cardiac. 9. N. glossoph. 10. N. hypogl. 11. Ggl. nodos. n. vagi. 12. N. vertebr.

Már ezen képekre való tekintettel is alig hihető, hogy ezek a velősrók valamennyien az agygerincevelői idegek felől jutnak az együttérző ideg pályájába. Számuk ugyanis jóval nagyobb, mint amennyi velősrók található a ramus communicansokban és a felkereshető anastomosisokban. Ez azonban nem döntő bizonyíték,

mert elképzelhető, hogy a velősrostok a truncus sympathicus alsóbb szakaszaiból, akár a mellkasi szakasz ramus communicansai-ból erednek és a dúcon áthaladva hosszú lefutás után jutnak a truncus sympathicus legfelső részébe. A rostok számára vonatkozó adatok tehát a rostok eredetére nem vetnek teljes világosságot.

A kérdést kísérleti úton, a legfelső dúcból kranialis és caudalis irányban haladó idegeknek és összekötő ágaknak átmetszésével igyekeztem megoldani. E megoldási mód alapjául az az elgondolás szolgált, hogy az átmetszés után a rostnak az a része, amely összefüggését eredési sejtjével elvesztette, el kell hogy fajuljon, míg a centralis csonk épségben kell hogy maradjon.

Ezen elgondolás alapján a következő kísérleteket végeztem:

1. Két esetben, miután az együttérző törzsököt a vagustól és a gerincevelői idegektől, az ezekből eredő communicans ágak átmetszésével elszigeteltem: a felső és alsó nyaki dúc között, tehát a ganglion superius alatt átmetszettem. A műtét után az állatokat 14 és 19 napig tartottam életben.

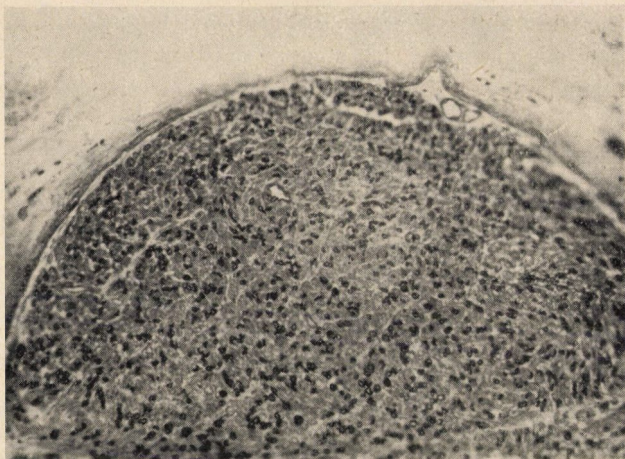
2. Ugyancsak két esetben a sympathicus izolálása után a nervus caroticus internus-t metszettem át, mintegy fél centiméterrel a felső nyaki dúc felett. Az állatokat a műtét után 17 és 21 napig hagytam életben.

3. Egy esetben a felső nyaki dúcot teljesen izoláltam, tehát nemcsak a ramus communicansokat és az anastomosisokat metszettem át, hanem átvágtam a sympathicust is úgy a dúc felett, mint alatt. Az utóbbi átmetszéseket úgy végeztem, hogy a dúcon hagyott felső és alsó csonk több milliméter hosszú maradjon s így a szövettani vizsgálat bennük pontosan elvégezhető legyen. Ezt az állatot a műtét után 17 napig tartottam életben.

Az idegrostok velőhüvelyé CAJAL tapasztalatai szerint a peripheriás csonkban az átmetszést követő második héten már a teljes szétesés állapotában van. Ezt az időt tehát valamennyi kísérleti állatomon bevártam.

Az aethernarkosisban operált és később ugyancsak narkosisban megölt állatokból kivett idegeket a velőhüvelyfestések közül a legérzékenyebbel: a Schultze-félével dolgoztam fel. Kettős beágyazás után sorozatos metszeteket készítettem. Eredményeim a következők:

1. Átmetszés a legfelső dúc alatt. Az ép sympathicusban a velősratok száma a dúctól caudalisan mintegy 4000-re tehető. Ezek a rostok az átmetszés helye alatt épek, felette, vagyis a dúcba benyomuló részletükben — egy-két épen maradt rost kivételével — valamennyien elfajultak. A dúc feletti szakaszban, vagyis a n. carot. internusban semmi változást nem látunk, az operált és az époldali ideg ugyanazt a szövettani képet tárja elénk. Ezekből a leletekből tehát arra kell következtetnünk, hogy a dúc alatti



2. ábra. Teljesen izolált nyaki dúchoz tartozó n. carot. int. A nem degeneráló velősratok magában a dúcban erednek.

velősratok alulról jönnek és a felső nyaki dúcban lelik végződésüket, vagyis LANGLEY terminológiája szerint a legfelső nyaki dúcra vonatkoztatva praeganglionariusok. STÖHR kétségbe vonja LANGLEY-nak azt az állítását, hogy a sympathicus-rendszer egyáltalában prae- és postganglionaris pályákra tagozódik. Véleménye szerint a sympathicus inkább összefüggő rosthálózatnak fogandó fel, amelyben tagosultság nincs. Ezzel az állítással szemben fenti kísérletem eredménye — legalább a dúcláncre vonatkozólag — LANGLEY elméletének helyességét igazolja. E kísérlet tehát azt bizonyítja, hogy ezen alsó velősratok trophikus sejtjei nem lehetnek magában a dúcban; de megoldatlan marad az a kérdés, hogy

honnan jönnek: valamely alsó sympathicus-dúc sejtjeiből, vagy valamely alsó communicans ág útján a gerincevelőből. Ennek a kérdésnek eldöntése újabb vizsgálatokat kíván.

2. A ggl. cerv. sup. feletti kranialis ágak átmetszése, 4—6 mm-rel a dúc felett.

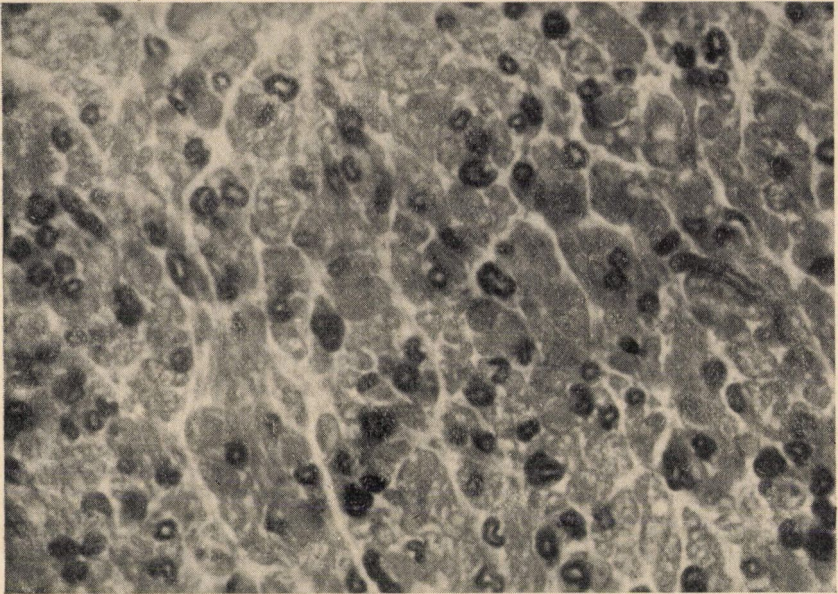
Ez a kísérlet azt volt hivatva tisztázni, hogy azok a velősrostok, amelyek a dúc alatt végzett átmetszés után a n. carot. int.-ban épségben maradtak, a dúcból erednek-e vagy felülről jutnak-e a dúchoz. Az eredmény itt rendkívül világos és könnyen értelmezhető. Az átvágástól felfelé az idegrostok valamennyien elfajultak, velőhüvelyek szétestek, ezzel szemben az átmetszés helye és a dúc között levő szakaszban — csak egy-két segmentum interanularára szorítókozó ú. n. traumatikus elfajulást nem számítva — valamennyien épségben maradtak. Arra lehetne gondolni, hogy talán éppen a dúcba szájadzó kommunikáló ágak vagy anastomosisok útján a sympathicusba jutó idegekkel kerültek az együttérző törzsökbe. Ezt azonban kizártam azzal, hogy az átmetszést megelőzőleg teljesen izoláltam a dúcot a gerincevelői idegekkel való összekötő ágak, valamint a 9., 10. és 12. agyideggel való anastomosisok átvágása által. Alulról pedig azért nem jöhetnek, mert az első helyen említett kísérlet tanúsága szerint az innen felszálló velősrostok mind már a dúcban végződnek s a dúc fölé egy sem terjed fel. Így tehát nem marad más, mint azt feltételeznünk, hogy ezek a felső velősrostok valamennyien magában a dúcban, annak sympathicus sejtjeiből erednek.

3. A felső nyaki dúc teljes izolálása nemcsak az összekötő ágak és anastomosisok, hanem a truncus sympathicus dúc alatti részének, valamint a kranialis ágaknak átmetszésével is.

Ezt a kísérletet következtetésem helyességének ellenőrzése céljából végeztem. Az eredmények mindenben megfelelnek az eddigieknek és megerősítésül szolgálnak a belőlük levont következtetéseknek. A caudalis csomóban a velősrostok elfajulása most is teljesen bekövetkezett, míg a kranialis ágak rostjai az átmetszés helyéig megfoghatkozás nélkül épségben maradtak. Kétségtelen tehát, hogy ezek a rostok a felső nyaki dúc idegsejtjeiből erednek.

Bizonytalan talajra lépünk, ha azt kérdezzük, hogy milyen physiologiai természetűek ezek a kétségtelenül sympathicus eredésű,

tehát postganglionaris velősratok. Elképzelhető, hogy a sympathicus dúcokban kétféle sejttypus van: igazi multipolaris sympathicus sejtek velőtlen nyúlvánnyal, és még egy második sejtféleség: talán a gerinevelői dúc érzősejtjeihez morphologiai tekintetben hasonló, esetleg afferens természetű velős nyúlványú sejtek. De valószínűbb, hogy mind a két sejtfajta úgy morphologiai, mint physiologiai tekintetben egyforma sympathicussejt, csak az



3. ábra. Erős nagyítású részlet a 2. ábrán bemutatott idegből.

egyiknek velőtlen, a másoknak velős a nyúlványa. Az eddigi kísérletek és vizsgálatok azt bizonyítják, hogy a nyaki sympathicus fájdalomérző rostokat nem tartalmaz, vagy legalább is nem olyanokat, amelyek a sympathicus saját rostjai volnának. E szerint fájdalomérzést az itt leírt velősratok aligha közvetítenek. Nincs azonban kísérleti adatunk arra vonatkozólag, hogy nem szerepelnek-e a sympathicusból eredő rostféleségek között olyanok, amelyek másféle érzéseket vezetnek. Gondolnunk kell arra is, hogy lehetnek köztük talán olyan érzőpályák, amelyek kizárólag az

autonom működések reflexívének (pl. az érfaltonusnak) afferens szárát alkotják. A reflexív záródási helye lehet magában a sympathicus ganglionban is, amit ép az autonom jelleg tesz valószínűvé. Az eddigi felfogás szerint a sympathicus a maga egészében csak efferens rostokból állana, bár vannak egyes szerzők, akik afferens érző működéseket is tulajdonítanak neki. Ebben a kérdésben nem látunk még tisztán, ellenben abban STÖHR álláspontjához kell csatlakoznunk, hogy valamely idegrost működését és eredése tekintetében hovátartozását alaki tulajdonságai alapján biztosan meghatározni nem lehet.

Addig tehát, amíg újabb vizsgálati eredmények nem állanak rendelkezésünkre, csak mint anatómiai tényt szögezhetjük le, hogy a sympathicus dúcokból vegyesen eredhetnek velőtlen és velősrostok, azzal a megjegyzéssel, hogy általában a jellemzőbb és túlnyomó részét e rostoknak a velőtlen rostok teszik. A csigolya közti dúcokból eredő rostokra vonatkozólag szintén kimutatták, hogy habár nagyrészt velősek, vannak köztük velőtlenek is. Morphologiai alapon tehát nem lehet valamely peripheriás idegrostnak az eredését biztosan megmondani. A cerebros spinalis idegekben a velősrostok átmérő- és a velőhüvely vastagsága tekintetében igen sokfélék, míg az általam észlelt sympathicus eredésű velősrostok valamennyien kis átmérőjűek és keskeny velőhüvelyűek. De ez nem vehető jellemzőnek, mert a cerebros spinalis eredésű idegekben is találunk ezekhez teljesen hasonló idegrostokat.

Összefoglalás.

1. A macska sympathicusában a felső és alsó nyaki dúc között található velősrostok felszálló irányban haladnak és valamennyien a felső nyaki dúcban végződnek, a dúcnál feljebb nem mennek. A sympathicusnak neuronok szerint való tagozódása nyilvánvaló és kétségbe nem vonható.

2. A n. caroticus int. velősrostjai a felső nyaki dúcból erednek.

3. A sympathicus sejtjeiből eredő rostok nem kizárólag velőtlenek, hanem lehetnek közöttük velősek is.

4. A rostféleségek szempontjából a cerebros spinalis és autonom eredetű idegek között elvi különbség nincs.

Irodalom.

1. BILLINGSLEY, P., & RANSON, S. W.: 1918. Branches of the ganglion cervicale superius. *J. comp. Neur.* v. 29, P. 367.
2. CLEVELAND, D. A.: 1932. Afferent fibers in the cervical sympathetic trunk, superior cervical ganglion and internal carotid nerve. *J. comp. Neur.* V. 54.
3. DAVIS, L. & POLLOCK, I. J.: 1932. The role of the sympathetic nervous system in the production of pain in the head. *Arch. of Neur. and Psych.* V. 27.
4. KISS, F., & MIHÁLIK, P. v.: 1928. Über die Zusammensetzung der peripherischen Nerven und den Zusammenhang zwischen Morphologie und Funktion der peripherischen Nervenfasern. *Zeitschr. f. Anat. u. Entw.* Bd. 88, H. 1—2.
5. KOELLIKER: 1896. *Gewebelehre des Menschen.*
6. LANGLEY: 1922. *Das vegetative Nervensystem.*
7. LENHOSSÉK, M. v.: 1894. *Der feinere Bau des Nervensystems im Lichte neuerer Forschungen.* Berlin.
8. RANSON, S. W., & BILLINGSLEY, P. R.: 1918. The superior cervical ganglion and the cervical portion of the sympathetic trunk. *J. comp. Neur.* V. 29, P. 313.
9. SMIRNOW, A. E.: 1900. Zur Kenntnis der Morphologie der sympathischen Ganglienzellen des Frosches. *Anat. Hefte* Nr. 45.
10. STÓHR, Ph. jun. 1927. MOELLENDORFF: *Handbuch der mikroskopischen Anatomie des Menschen.*

(A. M. T. Akadémia III. osztályának 1934. ápr. 23-án tartott üléséből.)

POSTGANGLIONÄRE MARKHALTIGE FASERN DES SYMPHATHICUS.

Von L. PODHRADSKY.

Verfasser suchte auf experimentellem Wege den Ursprung der in den oberen Abschnitten des Truncus sympathicus verlaufenden markhaltigen Fasern festzustellen. Es wurden im besonderen die kranialen Aeste (Nerv. carot. int.) und der caudal vom Ggl. cerv. sup. gelegene Teil des Truncus sympathicus zu den Versuchen benützt. Die Versuche wurden an Katzen angestellt.

1. Zunächst wurden die Anastomosen des Ggl. mit Nachbar-
nerven, sowie die in das Ggl. eintretenden Rami communicantes
durchschnitten und das Ggl. nach dieser Seite hin vollkommen
isoliert. Dann wurde der Truncus sympathicus unter dem Ganglion
durchschnitten. Die hierauf auftretende Degeneration liess darauf
schliessen, dass die im Truncus sympathicus unterhalb des Ggl.
verlaufenden markhaltigen Fasern alle aufsteigend verlaufen und
im Ggl. cervicale superius endigen.

2. Wird der kraniale Ast des Ggl. (N. carot. int.) nach vorher-
gehender Isolierung des Ggl. durchschnitten, so bleiben die unter
der Durchschnitstelle gelegenen Stümpfe der markhaltigen
Fasern unverändert, während die peripherischen, oberen Stümpfe
entarten. In Verbindung mit dem unter 1 mitgeteilten Ergebnis
kann man also als Ursprungsstelle dieser markhaltigen Fasern
das Ganglion cerv. sup. bezeichnen.

3. Zur Kontrolle und Sicherstellung der unter 1 und 2 zusam-
mengefassten Ergebnisse wurde das Ganglion cerv. sup. vollständig
isoliert, indem nicht nur sämtliche Verbindungsäste, sondern auch
der N. carot. int. und der unter dem Ganglion gelegene Abschnitt
des Truncus sympathicus, letzterer in einiger Entfernung vom

Ganglion, durchschnitten wurden. Die auftretenden Entartungserscheinungen bestätigten vollauf die obigen Befunde.

4. Es liess sich also feststellen, dass die Nervenzellen der sympathischen Ganglien nicht nur marklosen, sondern auch markhaltigen Fasern zum Ursprunge dienen. Letztere sind sämtlich kleinkalibrig und besitzen eine dünne Markscheide. Letzteres kann jedoch nicht als charakteristisch für den Sympathicus bezeichnet werden, da auch in den Cerebrospinalnerven gleich in der Nähe ihres Ursprunges solche Fasern anzutreffen sind.

Als Endergebnis ist also der Satz aufzustellen, dass die Herkunft und die Function einer Nervenfaser des peripherischen Nervensystems auf morphologischer Grundlage, d. h. auf Grund ihrer Markhaltigkeit oder Marklosigkeit, sowie ihres Kalibers nicht mit Sicherheit festzustellen ist.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 23. Apr. 1934.)

A KROMPECHER-RÁK SZERKEZETFAJTÁI ÉS KELETKEZÉSÉNEK ELEMZÉSE.

FOLLMANN JENŐ-től.

I. Bevezetés.

Századunk első éveiben KROMPECHER egy rákfajtaát ismert fel és különített el, a basalsejtű rákot, s megállapította a daganatfaj kórbonctani és kórszövettani tulajdonságait, ami által beleírta nevét a rákkutatás történetébe.

Midőn ezzel a tanulmánnyal boldogult emlékű mesteremnek, KROMPECHERnek megállapításaihoz hozzászólok, teszem ezt azzal a szándékkal, hogy azokat más oldalról is alátámasszam, s ha helyenként a meggyőződésemet folyományaként némileg eltérő véleménynek adok kifejezést, az a törekvés vezet, hogy ezen daganatfajtaáról való ismereteinkhez új szempontok alapján hozzájáruljak.

Ezen cél elérését csakis nagyobb anyag átvizsgálásától várhattam. Vizsgálatom tárgya — a berlini Charité bőrklinika 10 évi daganatanyaga — 600-nál több olyan bőrrákesetet szolgáltatott, amelyeknél a klinikai diagnosist a szövettani vizsgálat is megerősítette.

Az anyag feldolgozásában először a basalsejtű rákok különböző szerkezetalakjait ismertetjük s kiterjeszkedünk ezek összefüggésére. Azután pedig megkeressük a normális hámsejt rákká alakulásának fokozatait. Kutatásunk lényege röviden a következő: Keressük, hogy melyek azok a differenciált berendezések és funkciók, amelyeket a normális szövetek képeiről leolvashatunk. Nyomon követjük ezeknek pusztulását a daganattá alakulás után s vizsgáljuk, hogy melyek azok a differenciált funkciók, amelyeket a daganatos sejt már nem végez.

Midőn munkámat a nyilvánosság kritikája elé bocsájtom, ismételten köszönetet mondok főnökömnek, vitéz BERDE professor úrnak, aki munkám elkészítését irányította, úgyszintén BLUMENTHALnak, aki a berlini Charité bőrklinika igen értékes daganatanyagát rendelkezésemre bocsájtotta. Ezenkívül mindig hálaérzéssel gondolok vissza HÖFERRE, a berlini Charité tanársegédjére, aki az anyag feldolgozásánál mindenben készségesen nyújtott segítséget.

Ha megállapításaimmal sikerül a rákkáalakulás biomorphologiai állomásainak kutatását, mint oly módszert, amely hivatott a különböző szakmák területén előforduló rákfajták feldolgozására, átvinni a kutatás módszerei közé, akkor munkám érdemen felül elnyerte jutalmát.

II. A hám szerkezeti felépítése és élettani vonatkozásai a kötőszövethez.

A hámrákok kórélettani viszonyainak tárgyalása előtt a normális viszonyokkal való összehasonlítás végett ki kell térnünk a bőr szerkezeti felépítése és élettani működései közötti összefüggés tárgyalására.

A bőr a szervezet és a külvilág között teremt kapcsolatot. A behatások legnagyobb részét a hám fogja fel, amelynek jellegzetesen felépített szerkezete van s minden rétege más és más alaki tulajdonsággal és élettani működéssel rendelkezik. Ezen rétegek közül a kötőszövettel érintkező réteg — a basalis sejtsor — a közvetkező tulajdonságokat mutatja: 1. *Egyetlen oszló sejtrétege a hámnak,* 2. *a nedvkeringés biztosítására sejtközötti járatokat tart fenn,* 3. *összetartja a hámot a kötőszövettel a hámrószat és a csaprendszer által,* 4. *vonalas alappal határolódik el a kötőszövet felé s így a két réteg sejtei össze nem keverednek,* 5. *az oszlás által keletkezett sejtek, amíg a rostok megnyúlása folytán fel nem tolóhatnak a tüskés rétegbe, megmaradnak a basalis sejtsorban és ennek sejtszámát növelik, ami az oldalnyomás fokozódását eredményezi,* 6. *a plasmában rószat van, amely a kötőszövet felé is lehatol és a sejtközötti hidakon keresztül a szomszédos hámsejtekbe is eljut,* 7. *a sejt alakja nem mindig oszlopos, hanem secundár tényezők, a vonalas alapon való elhelyezkedés, rost-*

összeköttetés és az oldalnyomás hatása alatt lesz azzá, 8. a sejtmag különbözik a többi réteg magjától s rendszerint sötétebbre festődik, 9. autogen pigmentet termel, 10. a járulékos alkotórészek kiindulási rétege és hosszú hengeres sejtsorok alakjában be tud hatolni a kötőszövet rostjai közé.

A magasabbrendű szervezetben a sejt életét közvetlenül szolgáló vegetatív működések mellett olyan működések fejlődnek ki, amelyeket a sejt az összesség érdekében végez. Ezek a differenciált funktiók. A basalis réteg felsorolt tulajdonságai közül a sejtszálás és az intercellularis járat képzése vegetatív tulajdonság, míg a többi berendezés a differenciált működések szolgálatában áll.

A basalis réteg feletti sejtsorok — a tüskésréteg sejtjeinek — biomorphologiai tulajdonságai a következők: 1. a változott nyomási viszonyok szerint alakuló elhelyezkedés több sejtsorban, 2. a sejtest és a mag nagyobbodása, 3. egyenletes plasmaelosztású, majd lapos sejtalkak felvétele, 4. az oszlóképesség elvesztése, 5. a hámrószat jellegzetes boltszerkezet-elrendeződése, 6. a sejtközötti hidak, sejtközötti járatok további megtartása, 7. a felszín felé haladva a járatok fokozatos beszűkítése, majd elzárása.

Ezen tulajdonságokból vegetatív berendezés az intercellularis járatképzés (míg az oszlást nélkülözzük, mivel a réteg nem oszlás-képes). A többi tulajdonság pedig a differenciált berendezések közé tartozik. Az ezután következő sejtsorok a nekrobiosis mind kifejezettebb fokát mutatják s a különböző szemcsék a fény, hő, elektromos, chemiai, nedvességi ártalmak szabályozásában, ill. távoltartásában játszanak fontos szerepet.

Ezek szerint: 1. a basalis sejt továbbélő és szaporodó rétegeket nem halmoz egymásra, hanem csakis a basalis rétegben, vagyis egy rétegben szaporodik és a többi rétegben esik át a nekrobiosison. A környezeti viszonyokra vonatkoztatva, 2. a hám a kötőszövettel összeköttetésben szaporodik, míg ha minden oldalról hámsejtek fogják körül, akkor degenerál. Ha pedig térbelileg fejezzük ki ugyanezt, akkor azt kell mondanunk, hogy 3. a hám a síkban szaporodik, vagyis terjeszkedik, és amint három kiterjedést vesz fel, vagyis tömeget alkot (tehát a térben helyezkedik el), akkor degenerál.

III. Krompecher megállapításai a basalsejtű rákról.

A 900-as években még gyakrabban találkozunk az irodalomban azzal, hogy ugyanazon daganat több, sokszor 8—10 elnevezés alatt szerepel. Ebbe a diagnostikai chaosba világítottak bele KROMPECHER tudományos megállapításai és rendezték annak jelentékeny részét. KROMPECHER a felhám-ból és ennek származékaiból, így a faggyú- és verejékmirigyekből, szórtüszőkből és a még később felsorolandó szervek hámjából kiinduló s jelenleg is ismert — különböző rákfajták közé sorozott — daganatokról kimutatta, hogy azok egy része nem tartozik az addig felvett spino, adeno- és cylindrocellularis rákok közé, hanem egy új rákot képvisel. Úgyszintén az UNNA lágy naevusaiból kiinduló rákokat és a melanocarcinomákat is részben ehhez a rákfajta-hoz sorolta.

Mellőzve azon felosztásokat, amelyek a felhámrákokat KROMPECHER fellépése előtt állítottak rendszerbe, ismertetem KROMPECHER felosztását:

1. Basalsejtű rák: *a)* fibroepithelioma basocellulare, *b)* carcinoma basocellulare.
2. Laphámrák: *a)* fibroepithelioma spinocellulare, *b)* carcinoma spinocellulare.
3. Vegyessejtű rák: *a)* fibroepithelioma spino-basocellulare, *b)* carcinoma spino-basocellulare.

Ezenkívül külön csoportban tárgyalja KROMPECHER az

4. átmenetisejtű rákokat: *a)* carcinoma cubo- vagy globocellularet s ennek kombinációját s basalsejtű rákkal, *b)* a carcinoma cubo-basocellularet.

A basalsejtű rákokban KROMPECHER a következő szövettani szerkezeteket különbözteti meg:

1. solid typus, ahol a sejtek tömör fészkeket képeznek,
2. tubulifer typus vagy adenoid typus, ahol a sejtek egysoros gyrusokban burjánzanak,
3. cystikus typus, ahol a sejtesoportok közepén elhalás folytán faggyúszerű tömegekkel kitöltött cysták támadnak,
4. parakeratotikus typus, ahol a sejtesoportok közepe parakeratosist szenved,

5. hyalin típus, ahol a ráksejtcsoportokat körülvevő kötőszövet sejtjei hyalin elfajulásnak esnek áldozatul.

6. myxomatosus típus, ahol a környező kötőszövet nyálkásan elfajul.

IV. A basocellularis rák szerkezettypusai.

Ezen rákok szerkezeti felépítésének tanulmányozásához első sorban az alapelemeket kellett rögzítenünk. A sejtalakot KROMPECHER kimerítő leírása alapján szükségtelennek tartom további kutatás tárgyává tenni. Ennélfogva elégséges, ha erre a leírásra utalok, amely szerint a basorák sejtje kis köbös, ovális vagy hosszúkás, cylindrikus sejt, chromatindús, sötétre festődő maggal. A sejtek legtöbbszörre nem mutatnak hámrostozatot s nem hajlamosak az elszarusodásra.

A ráksejtek által alkotott csoportok fajtáinak megállapításánál is egyelőre ajánlatosnak látszott KROMPECHER vizsgálati eredményeiből kiindulni, amelyek szerint van 1. solid, 2. tubulifer, 3. cystikus, 4. parakeratotikus, 5. hyalin s 6. myxomatosus típus.

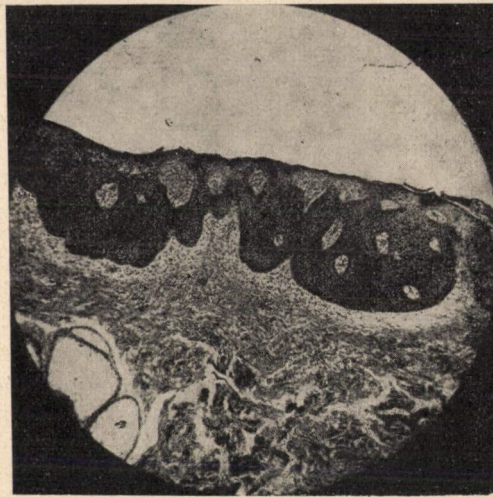
A metszetek szöveti képein ezen tulajdonságok kivétel nélkül megtalálhatók. Az elemzésnél azonban — különösen, ha rendszert. kísérletet meg felállítani a KROMPECHER által felvett típusok alapján — olyan akadályokra kellett találnom, amelyek lehetlenné tették a tájékozódást. Van ugyanis olyan eset, amelyben a ráksejtek tömör csoportokat alkotnak. Közöttük a kötőszövet erősen fellazult és nyálkásan elfajult. Más esetben viszont a rákfészkek nem tömörek, hanem átmetszetben legtöbbszörre két sejtnyi szalagokból állanak, egymással sokszorosán összefonódnak s az így keletkezett hálós nyílásait szintén nyálkás kötőszövet tölti ki.

Ha ezeket az eseteket KROMPECHER beosztása szerint igyekszem csoportba rendezni, akkor az első eset a ráksejt csoportjai alapján a solid típushoz tartozik, míg a másodikat a mirigyszerű vagy tubulifer csoporthoz, tehát nem azonos csoporthoz kell vennem. Ha ellenben az egyidejűleg jelenlevő kötőszöveti elváltozásokat veszem alapul, akkor a kötőszövet nyálkás elfajulása alapján mindkettő ugyanazon típusnak, a myxomatosus típusnak felel meg.

Még jobban tornyosulnak az akadályok azon esetben, ahol már a rákfészkek is kétféle szerkezetűek. Egyrészt solid göcök,

másrészt kanyargós lefutású, egymással sokszorosan összefüggő, oszlopos elrendeződést mutatnak s a nagyobb gócok közepén magfestésnélküli, sejtörmelékkal kitöltött üreg látható. Az ilyen eset KROMPECHER beosztása szerint a tömör góc alapján a solid typushoz, a széli oszlopos elrendeződés miatt a tubulifer typushoz, míg a központi elhalás miatt a cystikus typushoz tartoznák.

Mindezek alapján arra a meggyőződésre jutottam, hogy a felosztás ebben az alakjában nem tartható fenn. Ugyanis, ha az esetek

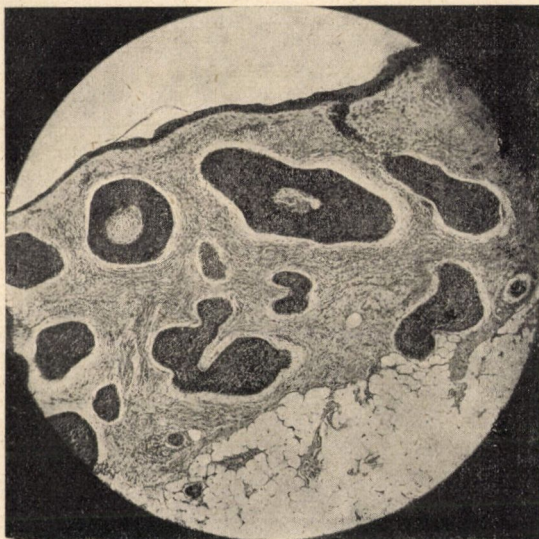


1. ábra. Multicentricus solid typusú basorák.

egy részében a hámsejtek elváltozásaira, más részében a kötőszöveti elváltozásokra alapítom a felosztást, akkor vagy két-három csoportban kell ugyanazon esetet szerepeltetnem, vagy teljesen önkényessé válik, hogy melyik csoportba fogom az esetet beosztani. *Arra az álláspontra kellett tehát helyezkednem, hogy az elnevezésben csupán a rákok szerkezettypusát juttatom kifejezésre.* Ennélfogva célszerűnek bizonyult úgy a kötőszöveti elváltozásokat (hyalin- és myxomatosis csoportok), mint a ráksejtelfajulásokat (cystikus és parakeratotikus csoportok) mellőzni mint csoportjelzőket.

Az eddig elmondottak alapján tehát ezen rákok szerkezetét két csoport képviseli. Egyik a solid, másik a tubulifer typus.

Már több ízben kifejtettem s jelenleg is hangsúlyozom, hogy a daganatos átalakulás lényegét nem meríti ki azon általánosan ismert tulajdonságok keresése, amelyek minden daganatra jellemzőek. A daganatsejtek polymorphismusa, a heterotopicitás, az áttételképzés, a cachexia fejlesztésére való képesség nem világosít fel bennünket a daganatos átalakulásról és nem tájékoztat a differenciált funkciók pusztulása és az alaktan közti összefüggésről



2. ábra. Nagycsomós solid típusú basorák.

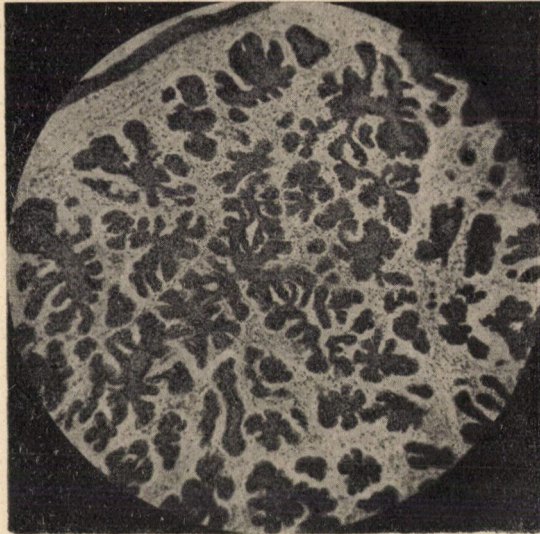
sem. Csupán a végső állapot néhány tulajdonságáról szerzünk ezen tünetek megállapítása által bizonyosságot. *Ki kell emelnem, hogy a daganatos elemzés nem lehet egy állapotnak, hanem csakis egy átalakulási folyamatnak az elemzése, amely elemzés a szövet fajtájához, annak fajlagos működéséhez van kötve. Tehát minden daganatfajta vonatkozólag egy speciális feladat.*

Már most is fontosnak tartom megjegyezni, hogy a rákos átalakulás elemzése jelentékeny részben functionális működésekkel kapcsolatos problémák megoldásából áll. Az kétségtelen, hogy a functionális változások a sejt alaktanában is lényeges változásokat vonhatnak maguk után. Azonban le kell szögezmem azon tényt,

hogy a sejt *funcitiováltozását nem követi szükségképpen a sejt alaki viszonyainak változása.*

A következőkben rátérek azoknak a szöveti képeknek a leírására, amelyek a tiszta típusokat képviselik.

Az első ilyen képen (1. ábra) a basalis rétegből ráksejtképződmények nyúlnak le a fellazult és mérsékelten beszűrődött kötő-



3. ábra. Kiscsomós solid típusú basorák.

szövetbe. Ezek a góccok megtartották összefüggésüket a felhám basalis rétegével, amelynek sejtjeihez hasonló sejtekből állanak, magjuk azonban sötétebbre festődik és szerkezetet nem mutat. Ugyanazon góc a hám több helyéről is kiindulhat (multicentrikus eredet). A rákos góccok tömörök, bennük a sejtek között szabályos elrendeződés nem különböztethető meg. A kötőszövet felé eső széli sejtek azonban palissadszerűen, oszloposan ülnek egymás mellett a kötőszöveti alapon.

A második képen (2. ábra) a kötőszövetben számos tömör ráksejtfészek foglal helyet. A góccokban a sejtek rendszertelenül fekszenek. Egyes góccok közepén a sejtek elvesztették magvaikat,

nem festődnek, hanem szemcsés törmelékké estek szét, vagyis cystaképződés közben degenerálódtak.

A harmadik képen (3. ábra) a cutis propria egész vastagságát ráksejtgócok lepik el, amelyeknek szerkezete leginkább a szőlőfürthöz hasonlítható. Az egyes gócok nem nőnek olyan nagyra, mint az előző képen ismertetett rákos gócok, ellenben elágazások indulnak el belőlük oldalfelé, amelyek ismét megvastagodnak.



4. ábra. Infiltratis typusú basorák.

Így ezen apró gócok és a belőlük kiinduló rövidkarú elágazások uralják a képet.

A negyedik esetben (4. ábra) a ráksejtsorok az irhában a subcutisig leterjednek, a cutisban rendszertelenül kanyarognak, néhol egymással összefonódnak. Szövevényes lefutásuk miatt a sejtsorok a metszésnél szabálytalan, rendszerint a két végükön elvékonyodó gócok képét adják. Az átmetszetek vastagsága változó, sőt néhol kis szigetszerű csoportokat alkot.

Az ötödik képen (5. ábra) két sejtnyi átmérőjű, szabálytalan lefutású, egymással sokszorosán összefüggő, az agytekervényeket utánzó sejtszlopokat látunk, amelyek több helyen anastomizálnak a szomszédos sejtszalagokkal, ami által néhol a kép licacsossá válik.

A hatodik képen (6. ábra) a rákos burjánzás az előző esetben ismertetett két sejtnyi átmérőjű rákgerendák burjánzásának egy további fejlődési fokozatát mutatja. Ezek a sejtkerendák oly szorosán összefonódnak egymással, hogy a göcök belsejében már szabad végződés nincs, hanem kisebb-nagyobb nyílású likacsos háló keletkezik, ami a képet mirigyhez hasonlóvá alakítja. A hálózat



5. ábra. Simplex-gyriform típusú basorák.

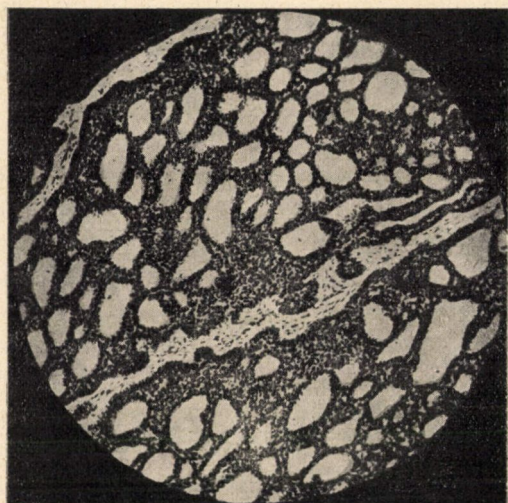
által körülfogott kötőszövet több helyütt erősen fellazult vagy teljesen elpusztult.

A morphologiai ismertetés által az 1—6. képeken a basocell. rákokban különböző szerkezeteket ismerünk meg. Ezeket KROMPECHER solid és tubulifer típusok neve alatt foglalta össze. Ha az 1., 4. és 6. esetek szöveti képeit egymás mellé helyezzük, indokoltnak fogjuk látni, hogy az elnevezések számát kibővítsük és olyan alsoport-jelzőkkel lássuk el, amelyek által a különböző jelleg kifejezésre juthat.

Az 1., 2., 3. esetekben a sejtek tömör göcöket alkotnak. Ezt a típust KROMPECHER solidnak nevezte. *A solid típus tehát olyan szerkezetnek felel meg, ahol a sejtek tömör göcökben szaporódnak, a*

gócon belül pedig rendezetlenül helyezkednek el, minden felismerhető szerkezet nélkül.

Bár az 1., 2., 3. esetek azonos csoportba tartoznak, őket a gócos elhelyezkedésen kívül egymástól annyira eltérőknek kell találnunk, hogy szükséges ezt a különbséget, mint alcsoportot kifejezésre juttatni. Így az első csomós alak, a hámmal sokszorosán összefüggő solid typus, jellegzetes tulajdonságokat tüntet fel nem-



6. ábra. Adenoid-gyriform typusú basorák.

csak a szöveti képben, hanem a klinikai megjelenési formában is. Ezt a fajtát a felhámmal való sokszoros összefüggése alapján *multi-centrikus solidnak* nevezem.

A 2. eset képviseli a basocell. rák leggyakoribb megjelenési alakját. *A gócek tömörek, belsejükben a sejtek között szabályos elrendezés nem ismerhető fel. A gócek széli sejtszelei pedig vagy szintén rendezetlenül fekszenek egymás mellett, vagy pedig egy cylindrikus alakú sejtisorban, palissadszerűen helyezkednek el.* Ezt az alakot a következőtől való megkülönböztetés végett *naqycsomós solidnak* kell neveznünk.

A 3. ábra ráksejtesoportjaitól oldalfelé elágazások nyúlnak a kötőszövetbe szőlőfürtszerűen. Mivel ezek a gócek az előző csoport

gócaihoz viszonyítva kicsinyek, ezt a csoportot *aprócsomós solid* elnevezéssel kívánom elkülöníteni. Eddig tehát a solid typus keretén belül megismertük a multicentrikus (1. eset), **nagycsomós** (2. eset) és a kicsomós solid (3. eset) alcsoportokat.

A következő alakok merőben eltérnek az eddig ismertettektől. A 4. esetben *ráksejtekből álló apró szakaszok kúsznak a kötőszövet nyalábjai között*, amelyeknek tulajdonképpeni alakja felől akkor tájékozódunk helyesen, ha nem a síkban állítjuk magunk elé őket, hanem sorozatos metszetekben követjük a ráksejteket a metszet síkjából a mélybe, amiáltal erősen kanyargó sejtoszlopokat **kapunk, amelyek különböző vastagságúak, a végeiken kihegyezettek, mintha több helyen a kötőszövet rostjai közé hatolnának ék alakjában. Ezt a tulajdonságot, mint önálló sejttypust szükségesnek látom kiemelni. Ennélfogva a basorák ezen szerkezettypusát infiltratív typusnak nevezem.**

Az 5. és 6. esetek szöveti képe meglehetősen egyöntetű viszonyokat tüntet fel. Ebben a harmadik typusban a ráksejtek 2—3 sejtvastagságú oszlopokban kanyarognak a kötőszövet nyalábjai között. Az 5. képen az oszlopok még hosszabb szakaszon futnak a szomszédos oszlopokkal való egyesülés nélkül. Sőt szabad végződés is előfordul. A képen ráksejtoszlopok már nem képződhetnek, mert az anastomosisok oly sűrűek, hogy az egész képet ez az eléggé egyenletes nagyságú likaacokat alkotó hálózat foglalja el. Szabad végződést a ráksejtgerendák itt már csak kivételesen mutatnak. A hálózat fala azonban itt is ugyanúgy, mint az 5. képen, 2—3 ráksejt átmérőjű.

Ezen két utóbbi eset szerkezete tulajdonképpen azonos, csupán a sejtoszlopok sűrűségében és anastomosisainak gyakoriságában mutat eltérést. Mindkettejük alapja az oszlopsoros elrendeződés. Mivel ezek az oszlopok kanyargósak, egymással sokszorosán összefonódnak, hasonlítanak az agytekervényekhez, miért is ezt az alakot gyriiform typusnak nevezem.

Ez az oszlopsoros szerkezet megfelel a KROMPECHER által ismertetett tubulifer typusnak. Koraibb alakját ennek a typusnak az 5. kép tünteti fel, amelyet, mint egyik alosztályt simplex néven különítem el, míg teljes kifejlődésében ezt a szerkezetet a 6. kép mutatja be, amelyet KROMPECHER a mirigyszerkezethez való hasonlóság miatt igen találóan adenoidnak nevezett el. A harmadik

typust tehát a tekervényekhez való hasonlóság alapján gyriform typus neve alatt rögzítem s *mint alcsoportokat különválasztom a simplex csoportot*, — amelynél az oszlopok szabadon kanyarognak — és az adenoid csoportot, amely hálózatos képével a mirigyek szerkezetét utánozza.

Az eddig ismertetett esetek táblázatos összeállítása a következő:

1. Solid typus	| multicentrikus | nagycsomós | kicsomós
2. Infiltratív typus	
3. Gyriform typus		| simplex | adenoid

Ezeket a típusokat azonban az esetek jelentékeny számában nem találjuk olyan tiszta alakban, mint azt ez a felosztás sejtetni engedné, hanem — mint arra KROMPECHER is ismételten rámutatott — (bár közelebbről nem foglalkozott a kérdéssel) kevert szerkezetek is előfordulnak.

A 7. képen (7. ábra) olyan esetet ismertetünk, amelynek kötőszövetében kétféle szerkezetű rákgócok foglalnak helyet. Egy részük tömör góc. Ezek belsejében a ráksejtek rendszertelenül helyezkednek el. Másrésztük a már ismertetett gyriform szerkezetet mutatja, amennyiben 2—3 sejtnyi átmérőjű kanyargós oszlopsorok alkotják őket. Egyes gócokban ezek az oszlopsorok annyira megszorodnak és tömörülnek, hogy gyriform szerkezetük elmosódik, tömör góccá, solid typussá válnak s közepükön sejtelhalás folytán cystikusan elfajulnak. *A szöveti kép alapján tehát a góc a solid-gyriform kevert typushoz tartozik.*

Máskor a kötőszövetben tömör rákfészkek vannak, amelyeknek széli sejtszelei hegyes nyúlványokkal törnek előre a kötőszövetben s ezáltal a góc széli vonalát szabálytalanná teszik. A kisebb gócok szintén nyúlványosak s megfelelnek a tiszta típusok leírásánál ismertetett infiltratív typusnak. *A rák szerkezete ezek szerint a solid-infiltratív kevert typust képviseli.*

A rákos burjánzás további formájában szabálytalanul összefüggő gócokat alkot, amelyek különböző vastagok és sokszorosan

kanyargó sejtoszlopokból állanak. Ahol a góccok nagyok, még mindig felismerhető a gyriform szerkezet. A széli apróbb góccok inkább tömörök, a környezet felé azonban ezek is hegyes nyúlványokkal törnek elő a kötőszövetbe. Infiltratív jelleget öltenek. A szöveti képet tehát az *infiltratív-gyriform* kevert szerkezetet tünteti fel.



7. ábra. Solid-gyriform kevert típusú basorák.

A fenti három kevert típus a következő csoportokat különíti el: 1. solid-gyriform, 2. solid-infiltratív, 3. gyriform-infiltratív csoportok.

Az eddig ismertetett tiszta és kevert típusok alapján a rendelkezésemre állott anyagot az egyes típusok abszolút számára vonatkozólag is összeállítottam. A szövettani gyűjteményben 585 olyan rákeset volt, amelyet e tanulmány kereteibe beleilleszthettem. Ezek között 330 baso-, 199 spino- és 56 átmenetisejtű és vegyes-sejtű rákot találtam. Egyelőre a basocarcinonák számadatainak táblázatos összeállítását ismertetjük:

I. táblázat.

Tiszta típusok	1. Solid	nagycsomós	102	
		kiscsomós	16	
		multicentrikus	23	
Kevert típusok	2. Infiltratív		27	
		3. Gyriform	simplex	26
	adenoid		13	
	1. csomós-gyriform		70	
		2. csomós-infiltratív		48
			3. gyriform-infiltratív	5

Az egyes típusok a következő számban fordulnak elő mint tiszta és kevert típusok:

II. táblázat.

	mint tiszta típus	kevert szerkezettel	összesen
Csomós típus szerepel	141	118	259
Infiltratív « «	27	53	80
Gyriform « «	39	75	114
	207	246	

Ezen számadatok szerint a basorákok túlnyomórészt a solid típushoz tartoznak s közöttük a nagycsomós solid szerkezetűek dominálnak. Utána következik számban a gyriform típus, míg legkevesebb esetet mutatott fel az infiltratív típus. Míg a csomós szerkezetnél a tisztán csomós esetek száma lényegesen több, mint a kevertké, addig az infiltratív és gyriform felépítésűeknél a kevert esetek száma közel kétszerese a tiszta szerkezetűek számának. Még feltűnőbb ez az eltérés, ha arány szerint állítjuk szembe egymással a kétféle eseteket. Ha 53 kevert infiltratívra 27 tiszta infiltratív esik, akkor azonos arány szerint 118 kevert csomósra kb. 55 tiszta csomósra kellene esni. Ehelyett pedig 141-et találunk, vagyis az 55-nek kb. a két és félszeresét.

V. A basocarcinoma szerkezetfajtáinak fejlődési fokozatai.

Az előző fejezet által szolgáltatott adatok alapján arra kívánunk most támpontokat szerezni, hogy a solid-, gyriform- és infil-

trativ szerkezetek közül melyik a kezdeti és melyik a későbbi fejlődési alak. Erre a célra egyrészt a szöveti képeket, másrészt a számadatokat fogjuk felhasználni.

A rákos betegség a kezdeti időben kevés subjectiv és objectiv tüneteket okoz. Így érthető, hogy stadiumok fennállása esetén a rákos megbetegedés, ha pusztító beavatkozás nem jön közbe, zavartalanul eljuthat az utolsó szerkezetalakjáig.

Ezen stadium szöveti szerkezetét pedig fellelhetjük, ha azon szerkezetalakot keressük ki 10 év betegeit felölelő daganatanyagunkból, amely a legtöbb esettel szerepel. Ez pedig a táblázat adatai szerint úgy a tiszta, mint a kevert eseteknél a csomós szerkezet.

Bizonyítékok szerzése végett vessünk egy pillantást egyrészt a betegek életkora és a rákszerkezetek közti összefüggésre, másrészt a rákos góc fennállási ideje és a rákszerkezet közt vonható párhuzamra. Ezen adatok közül a betegek életkora és a rákszerkezetek összehasonlítása szilárd alapokon nyugszik, amennyiben nem szerepel benne olyan adat, amit befolyásolna a betegek, néha subjectiv megítélése. Nem vagyunk azonban ilyen kedvező helyzetben, ha a góc felléptének idejét kutatjuk. Szinte meglepő, hogy a beteg nem tulajdonít semmi jelentőséget a fájdalomtalan kicsiny csomónak. Ilyen körülmények között ez utóbbi adatok veszítenek abszolút értékükből.

Eseimben összehasonlítottam a betegek életkorát és a rákszerkezetet, különválasztva a férfiakra és a nőkre vonatkozó adatokat.

Adataink szerint úgy a solid, mint a gyriform esetek férfiaknál és nőknél egyaránt párhuzamosan haladnak s legszámasabbak a 7. évtizedben.

A gyriform esetek a solidokkal azonos arányokat mutatnak, ennél fogva olyan eltérő viselkedést, amely a három típus egymásból való alakulására nézve értékesíthető volna, nem olvashatunk le belőlük.

Második összeállításunk szerint a rákos esetek fennállásának tartama úgy a férfiaknál, mint a nőknél az 1—10 évekre esik. Jelentősebb eltérést a solid és gyriform szerkezetek számadatbeli viselkedése között itt sem találunk.

Több sikerrel biztat, ha ezen rákok szerkezete és klinikai tulajdonságai között keresünk vonatkozásokat. Ilyen adat szerzéséhez segít bennünket a daganattan egyik ismert tétele, amely szerint általában minél alacsonyabban differenciált sejtekből áll valamely daganat, annál rosszabb indulatú. A differenciálódás pusztulása pedig távolodás a normális szövettől, tehát a rosszindulatúság fokozódása rendszerint későbbi stádiumot jelent a rákbetegség lefolyásában. Ennélfogva kikeressük a klinikai rosszindulatúság mellett domináló szöveti képet, amely a rákszerkezet alakulásának végső állomását jelzi s azután felállítjuk ezen kép és a basalis réteg normális szerkezete, tehát a kiindulás között a rákfejlődés egyes lépcsőfokait.

A Krompecher-rákok, mint tudjuk, igen ritkán rosszindulatúak abban az értelemben, mint ahogy pl. a spinocell. rákok tudnak rosszindulatúak lenni, azaz nem képeznek áttételeket és nem okoznak cachexiát. Előfordul azonban, hogy egyszerre több góc lép fel a test különböző helyein. Sőt a gyűjtemény egyik esetében a test igen számos helyén keletkezett rákos burjánzás. Ilyen — relative — rosszindulatú basoc. rák. a gyűjtemény 330 basoc. rákja közül 13 esetben fordult elő, vagyis kb. 4 %-ban. Ennek a 13 többgócós, vagyis multiplex gócós ráknak a szöveti szerkezete pedig 12 esetben a tiszta csomós, közelebből meghatározva a multicentrikus csomóstypust mutatta. Ebben a leletben tehát, hogy 13 multiplex gócós rák közül 12 esetben (92 %-ban) a tiszta csomós typust találtuk, támpontot nyertünk ahhoz, hogy a basoc. rákok átalakulásában a csomós szerkezetet végső átalakulási formának tekintsük.

Idevonatkozó adatainkat gyarapíthatjuk e szövettani képek megfigyeléséből származó másik észlelésünkkel. Tekintettel arra, hogy ez a rák a lassan, sokszor évekig növvő daganatfajta közé tartozik, felvehető, hogy valamely góc kezdeti és később kifejlődő részei között meg fogjuk találni a rákos átalakulás fokait, vagyis lesznek olyan esetek, ahol a felhámmal még egybefüggő szerkezet alak a kevésbé, a mélybe burjánzó rész pedig az elfajultabb sejtekből álló szerkezet alakot fogja elénk tárni.

Egyik ilyen esetünk a következő: A rák szigeteinek alsó része a solid gócok szerkezetét mutatja, míg a gócok felső fele, amely a hámmal áll összeköttetésben, egy sejt. átmérőjű oszlopos szerkeze-

tet tár elénk. A góc tehát gyriform szerkezettel kezdődik és a mélybe burjánozva tömör szigetbe folytatódik. Ez a megindulási mód nem tekinthető alkalmi leletnek, amennyiben a gyűjteményben további 17 esetben (5 %-ban) kimutatható hasonló szerkezetváltozás. Valószínűleg azonban nem 5 %-ra, hanem még többre kell becsülnünk azon esetek számát, amelyekben a gyriform kezdetű rák soliddá lesz, ill. a solid gócok gyriformisan kezdődnek.

A basoc. rák klinikailag általában a legjobb indulatú daganatok között szerepel. Lassú terjedésével és egyhelyben maradásával áll összefüggésben azon lelet, hogy elég gyakran fordul elő a rákszigetek szemcsés elfajulása, elszarusodása, sőt néha elmeszesedése is. Az elfajulás fokozódása a sejtek életképességének csökkenéséről tanúskodik, ennél fogva az elfajulás felléptét a ráksejtek életének késői szakaszára kell tennünk.

Az ilyen cystikusán elfajult szigetek között találunk olyanokat, amelyeknek még ép külső sejtborítéka nem az első részben ismertetett solid gócok szerkezetét mutatja, hanem a cystafal egyenletes vastag tekervények — nagyjában párhuzamosan futó — nyalábjaiból áll. Hasonló szöveti képet kilenc esetben találtunk a metszetek között.

A daganatsejtek, mint minden sejt fajta életműködéseit má-, sodlagos elfajulás útján fejezi be. Azt a szerkezetet, amely mellett a legtöbb elfajulást találjuk, a rákos fejlődés utolsó állomásának kell tehát tekintenünk. Metszeteinkben a másodlagos elfajulások közül a szemcsés szétesés, meszes átívódás és az elszarusodás fordulnak elő, és pedig 84 metszetben. Ez a 84 eset pedig kivétel nélkül a solid típushoz tartozik.

A solid és gyriform szerkezet egymáshoz való viszonyára vonatkozó adataink szerint *a gyriform szerkezet kétségkívül korábbi fejlődési alakot képvisel, mint a solid szerkezet.* A típusok számbeli megjelenésére vonatkozó statisztikai adataink azt mutatják, hogy mindkét típus férfiaknál is és nőknél is minden életkorban felléphet és a legfiatalabb gócok között is egyaránt szerepel mindkét rákszerkezet. Mindezek arra utalnak, hogy *a solid típus kifejlődéséhez nem szükséges, hogy a sejtek előzetesen gyriform elrendeződést vegyenek fel, hanem a solid szerkezet elsődlegesen is kifejlődhetik, a nélkül, hogy a gyriform szerkezet megelőzné.*

Viszont ugyanazon rákos burjánzás az idők során átalakulhat, a sejtek rendezettebb elhelyezkedésüket elveszíthetik s tömör góccokká válhatnak. Egyszóval ugyanazon rákos góc fejlődés fokozatokat mutathat, amely fokozatban a basoc. rákoknál előbb keletkezik a gyriform elrendeződés és későbbi átalakulási forma a solid szerkezet.

VI. A gyriform szerkezet létrejötte és biomorphologiai jelentősége.

Ebben a fejezetben arra keresünk választ, hogy ha a gyriform typus differenciáltabb forma, mint a solid, miben áll ez a differenciáltabb volta? Milyen élettani functiókat őrzött meg a sejt, amikor az egész — sokszor diónyi — daganat egyenletes vastag tekervényekkel szeli keresztül-kasul a kötőszövetet?

Kutatásunkban először követni fogjuk a gyrusok burjánzását a mélybe és kapcsolatokat keresünk a képek és a felhám basalis rétegének a tárgyalásaink első részében ismertetett élettani működései között.

Nehéz volna azt felvennünk, hogy a kötőszövet befolyásolná a ráksejtek szaporodásának irányát és nem engedné a sejteknek a tömegben való terjeszkedést. Ugyanis a kötőszövet rostszerkezetének finomsága, a rostok iránya rétegenként más és más, viszont a gyriform növés az összes rétegeket ellepi.

Mint hogy azon sejtek között, amelyekből a basoc. rák kiindul, különböző élettani működéseket végző sejteket, felhámot, járulékos alkotórészeket, verejtékmirigyet, szőrtüszőt, faggyúmirigyet, hámszármarékokat találunk, amelyek különböző differenciált be rendezésekkel rendelkeznek, fel kell vetnünk annak a lehetőségét is, hogy vajjon nem található-e a kiindulási normális szövet és a belőle fejlődött rák között valamilyen összefüggés, amely a gyriform növést már előre determinálja. Ezen lehetőséget BECK és KROMPECHER «Über die feinere Architektur der primären Hautcarcinome» című közös munkájukban valószínűtlennek tartják. Az általuk felsorolt érvek kizárják ezen rákok szerkezete és a kiindulási képletek közti párhuzam felállítását. Ezen nézethez vizsgálati anyagom alapján mindenben csatlakozom, amennyiben a szöveti képekben bőségesen találunk eseteket, amelyekben úgy

a felhából, mint a járulékos alkotórészekből nemcsak különböző, tehát solid-infiltratív-gyriform szerkezetű basorákok, hanem különböző sejttű, így baso-, átmeneti és spinorákok is kiindulnak. *Mivel bármelyik hámalatrészből bármilyen sejttű és bármilyen szerkezetű rákot látunk keletkezni, közvetlen összefüggést a rákszerkezet és a kiindulási szövet között nem vehetünk fel.*

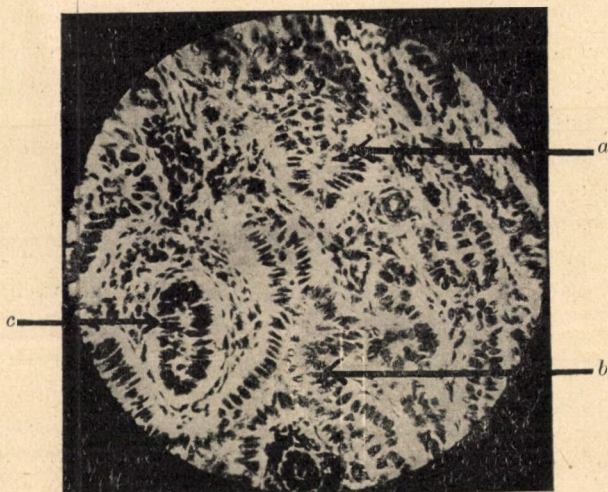
Tekintetbe véve még a gyriform esetekre vonatkozó statisztikai adatainkat, amelyek szerint a gyriform szerkezet 39 esetben mint tiszta, 75 esetben mint kevert típus fordul elő, tehát 330 rákból 114-szer, vagyis el nem hanyagolható mennyiségben megtaláljuk, arra a meggyőződésre kell jutnunk, hogy a *gyriform növekmód létrejövetelénél a ráksejtek valamilyen állandó és önálló tulajdonságáról vagy tulajdonságairól kell hogy szó legyen.*

Ezen megállapításunk módot nyújt arra, hogy demonstráljam annak a jelentőségét, miszerint valamely daganat elemzése nem lehet egy állapot részletezése, hanem annak oly folyamat elemzésének kell lenni. A kiindulási szövet morfológiai átalakulásával párhuzamosan kell nyomon követnünk a szövetek élettani berendezéseinek, differenciálódásának pusztulását. Ezt a folyamatot nevezem a normális sejtek biomorfológiai átalakulásának daganatsejtté. *A tumorrá alakulás tehát a sejtekre nézve nem egyforma, a sejt fajtájától független állapot, hanem azok igen sokféle szempontból lehetnek tumorosak, aszerint, hogy ezt vagy amazt a normális tulajdonságot veszítették el. Ennélfogva ugyanazon sejt, aszerint, hogy milyen tulajdonságát veszítette el, más és más elemekből álló tumort szolgáltat.*

Ezeket tekintetbe véve, visszatérünk a gyriform oszlopok keletkezésére. A 8. képen (8. ábra) *a*-nál a basalis rétegből egy sejt-sor indul ki, amely úgy keletkezik, hogy a basalis réteg sejtjei megszaporodtak annyira, hogy a sejtek már nem férnek el a basalis sorban. Mivel a sejtek nem rétegződnek, hanem mind ott szoronganak a basalis sorban, tehát gyűrődnek, mint ahogy a ruha ráncai hullámot vetnek, ha egy részét a kezemben egy csomóba gyűröm. A szövet mélyén levő gyrus *b*-nél már nem ék alakjában hatol lefelé, hanem oldalnyúlványokat is bocsájt. Az elágazó gyrusok közepén apró ráksejteket látunk, amelyek azt a benyomást keltik, mintha a gyrus közepén is szaporodnának a sejtek, vagyis nem két, hanem több rétegből állnának ezek a gyrusok. Ez azonban csak

látszólagos, amennyiben a gyrus harántmetszete *c*-nél demonstrálja, hogy az oszlop tényleg egyetlen sejtsornak a körkörös elhelyezkedéséből származik és a gyrus hosszabb átmérőjében ejtett metszésnél kerülhetnek a két sejtsor közé az oldalsó sejtek lemetszett végei, a nélkül, hogy a gyrus belsejében szaporodó sejtekről, tehát több sejtrétegről lenne szó.

A gyrusok a burjánzás során mind mélyebbre hatolnak, egymást kötőszövetben sok helyen elérik. (Lásd 5. kép.) Megindulásuk



8. ábra. Gyuriform basorák; *a*-nál a gyrus megindulása a hámból, *b*-nél a gyrus elágazásai, *c*-nél a gyrus harántmetszete.

a hám több helyéről történik. Ezekkel kapcsolatban egy feltűnő jelenséget van alkalmam itt rögzíteni. Tapasztaljuk, hogy ezek a tekervények nem egyetlen tekervény előrehaladásából keletkeznek, hanem a hám több helyéről megindul a gyrusok előretörése. Ezek a gyrusok egymást el is érik, egymással anastomizálnak és mégsem látunk olyan helyet, ahol az egymás mellé kerülő gyrusok négy vagy több sejtől álló gócot alkotnának, tehát hogy az érintkezési helyeken tömör szerkezetet vennének fel. Már azon tény is, hogy a gyrus átmetszete mindig két sejtől áll, de még inkább azon tapasztalat, hogy a tiszta típusban a találkozási helyeken is megmarad ilyen két

sejtsoros gyrusnak s inkább más irányban szaporodik, de tömör gócot nem alkot, azt a benyomást kell hogy keltsék, hogy a sejtnak van valamely tulajdonsága, amely nem engedi a több sejtsorképzést, ill. a sejtek keresik annak a lehetőségét, hogy csak két sejtsorban helyezkedhessenek el.

Az egysoros növésmódot is a normális basalsejttulajdonságok között keresve, visszaidézzük a hámosodásnál és a gyriform növésmód megindulásánál mondottakat s azt találjuk, hogy a sejtek terjeszkedése mindkét folyamatnál egy rétegben, vagyis azonos módon történik. Ennélfogva a gyriform növésmód a basalis sejtek egyik normális tulajdonságának, az egysoros basalis rétegben való terjeszkedésnek és szaporodásnak a megmaradása útján keletkezik, tehát a normális differenciálódás megtartásának a következménye.

Mindez a létrejövetel módját tárja elénk, azonban nem világosít fel annak indítóokáról. Ehhez igénybe kell vennünk a szövettanban használatos egyik vizsgálómódszert, a réteges térbeli szemléltetést, vagyis sorozatos metszeteket kell készítenünk. Ha egy ilyen hurkot, amelynek falát a két sejtsoros gyrus alkotja, közepét pedig a körülfogott kötőszövet tölti ki, vagyis az adenoid góc szöveti képét (6. ábra), sorozatos metszetekben feldolgozzuk, akkor azt fogjuk tapasztalni, hogy a központi kötőszövetsziget megmarad mindig kör- vagy oválisalakúnak, átmérője azonban metszetről-metszetre változik, éspedig hol nagyobbodik, hol kisebbedik s végül teljesen el is tűnik. A kötőszöveti közepet pedig mindenütt körülveszi a két sejtsoros gyrusköpeny, mint gyümölcsöt a héja.

Figyelmünket csupán a két sejtsoros gyrusköpenyre irányítva, arra a meglepő tényre jövünk rá, hogy a meginduláskor még kétsoros gyriform oszlopok helyett a burjánzás előrehaladtával kétsoros felszíneket kaptunk, amelyek átmérője azonban továbbra is két sejtnyi vastagságot mutat. A fokozott szaporodással járó sejttöbblet dacára is észlelhető két sejtnyi átmérő megőrzését a differenciált tulajdonságok megmaradásának kell tartanunk. Az a benyomásunk, hogy a sejtek növekedhetnek, szaporodhatnak bármilyen irányban, csak két sejtsornál többet nem képezhetnek. Amíg a kötőszövetbe előretörő gyrusnak szabad útja van, addig

két sejtnyi átmérőjű oszlopaival járja át a kötőszövetet. Amint azonban a gyrusok szaporodnak, lassanként egymás mellé kerülnek, de nem tömörülnek, hanem egymástól szögben eltérnek. Így lesznek a kétsoros oszlopok kétsoros felszínekké, ahogy a kerítés léceiből kerítéslap lesz.

Ezen növés értelmezésére is vissza kell térnünk a hám normális tulajdonságaihoz (2. fejezet) s azok között keresni támpontokat, hogy miért viselkednek a ráksejtek ilyen jellegzetesen. Az ott elmondottaknál fogva a basalis sejt oszlopos alakja egyszerű folyamánya azon berendezésnek és feladatnak, amely a basalis réteg biológiájával egybe van kötve, és pedig azzal, hogy a basalis réteg pótolja a fiziologiásan pusztuló sejteket és tartja fenn az összeköttetést a hám és a kötőszövet között. Ugyanezen megállapításunk szerint a hám a kötőszövettel összeköttetésben, tehát egy rétegben szaporodik, míg ha minden oldalról hámsejtek fogják körül, tehát térben helyezkedik el, akkor degenerál.

Alkalmazva ugyanezeket a gyriformis növési módról az előzőekben mondottakra, feltűnő, hogy a normális basalis réteg tulajdonságainak felsorolt része mennyire egyezik a gyrusok viselkedésével. Feleletet nyerünk arra a kérdésre, hogy miért marad a gyriform növésmód mindig csak kétsoros, akár oszlopokat, akár felszíneket képeznek a burjánzó ráksejtek. *Azért kétsoros (vagyis tulajdonképpen egysoros, ugyanis a gyűrődés által alakul relative kétsorossá), mivel a normális basalis réteg sejtjeihez hasonlóan 1. a kötőszövettel kíván egyik felszínén érintkezni, mert 2. a sejtek számának növekedése a basalis sejtsorban az oldalnyomást fokozza s így a sejt a nyomásra merőlegesen fog megnyúlni.*

Ezek alapján világos előttünk, hogy *a sejt, amikor dayanattá válik, gyakran nem nyer új alaki tulajdonságot, hanem veszít meglévő differenciálódásából.* Alátámasztást nyer azon megállapítás is, hogy a szerkezetforma kialakulása nem függ a kiindulási hámféleségtől. Végül érthető az is, hogy a gyriform növésmód a basorákok szerkezetei között korábbi fejlődési formát képvisel, mert sok differenciált berendezést őrzött meg s így nem hajlamos degenerációra, mint a későbbi átalakulási forma, a solid typus, amely a fentebb említett differenciált tulajdonságok ezen részét már elvesztette.

VII. A hám biomorphologiai berendezéseinek sorsa a basocarcinomákban.

Ezekután áttérünk az általános részben (2. fejezet) említett többi biologiai berendezésre, ezek: a basalis réteg oszlopsoros elrendeződése, a sejtközötti hidak kifejlődése, a tüskésréteg sejtmegnagyobbodása, a felső hámsejtrétegek ellapulása és az elszarusodásnak a rákká alakulás alatti viselkedése.

A rákká alakulás, mint említettük, nem olyan egyöntetű elváltozás, amely, dacára az ugyanazon szövetből való kiindulásnak, teljesen azonos daganatos szöveti képeket eredményezne. Az ártalom, amely a rákos elfajulást létrehozza, különböző változásokat, egyben pusztításokat tud létrehozni a szövevényes differenciált berendezéseken. Mi itt csupán annak a rögzítésére szorítkozhatunk, hogy ilyen részleges pusztulás a normális szerkezet egyes részein tényleg bekövetkezik, míg a többiek épen maradnak.

A gyriform növésmód tárgyalásánál ismertetett differenciált berendezések egy része nemcsak a gyriformszerkezetű esetekben marad épen, hanem részlegesen hol az egyik, hol a másik esetben más metszeteken is fellelhetők. Így vannak olyan tömör gócok, amelyekben a basalis sejtek külön sort képeznek, a rákkötőszöveti határt vonallá alakítják s ezen a vonalas alapon ülnek a sejtek szorosan egymás mellett, sűrűbben, mint a rákgóc belsejében. A sűrű elrendeződés eredményeként a sejteknek az alapra merőleges tengelye megnyúlt és így a sejtek hosszúkás alakot vettek fel. Összefüggésüket azonban plasmanyúlványaik által megtartották a rákkötőszöveti határral, sőt összefonódó plasmanyúlványait az alappal párhuzamos futó — membrana basalishoz hasonló — vonalas képződménnyel is összefüggésben állanak. A plasmahidak a góc belsejében is kifeszülnek a sejtek között s azonosan viselkednek a felhám sejtközötti hidaival. Ebben az esetben a basoc. rákok azon fajtáját ismertük meg, amely a normális basalsejt alaki tulajdonságai közül megőrizte a vonalas elhatárolódást a kötőszövet felé, az oszlopos sejtalakot, az intercellularis hidak képzését, viszont elvesztette a kizárólag egy sejtrétegben való burjánzási képességet, amennyiben nem gyrusokban, hanem solid gócokban nagyobbodik.

Azon megállapításunkkal, hogy ezeknek a differenciált beren-

dezéseknek megmaradása ezen rákok másik nagy csoportjának, a solid csoportnak tagjain is előfordul, bizonyosságot nyertünk a felől, hogy *a szerkezetforma nem határozza meg a szövet bizonyos differenciált berendezéseinek megmaradását a daganatban.* Ugyanis egyazon differenciált berendezés szerepel úgy a gyriform, mint a solid típusú rákokban.

A továbbiakban azon berendezésekre térünk át, amelyeket normális körülmények között a sejt már nem a basalis, hanem a felsőbb rétegekben mutat. Ezen tulajdonságok jelentkezése a basoc. rákokban azon álláspontom mellett bizonyít, hogy a basalis sejt a felhámra, mint szövetre jellegzetes, teljesen differenciált sejt. *Ugyanis a basoc. rákok nem mennek át olyan átalakuláson, mint a tüskés réteg sejtjei és ennek dacára mutathatják azon differenciált berendezéseket, amelyek a tüskés réteg utáni hámszorosokon kifejlődnek.* A basoc. rák sejtjei nem nagyobbodnak meg, plasmájuk nem gyarapodik, magjuk nem nagyobbodik és világosodik fel, mint a tüskés sejteké. Mégis látni fogunk ezen rákokban olyan jellegzetes tulajdonságokat, amelyek a normális felhámiban a nekrobiosis lépcsőfokain a felsőbb sorokban, a szemcsés és a szarurétegben mutatkoznak.

Egyik ilyen fontos szerkezeti elváltozás a basoc. rákokban ismételten előforduló gyöngyképződés, melyre KROMPECHER jellegzetesnek is tartja, hogy ez bennük ritkán található. Ezek inkább a tüskésejtű rákokban gyakoriak, ahol sűrű előfordulásuk külön daganatfaj, a cancrioid, a szarugyöngyös rák felállítását eredményezte.

A gyöngyképződés két elemből áll. Ezek 1. a sejteknek körkörös elrendeződése, a tulajdonképpeni gyöngyképződés, 2. a gyöngyök elszarusodása. Ennek a két elemnek kombinációi a basorákokban a következők: 1. találunk gyöngyképződést elszarusodás nélkül; 2. társulhatnak elfajulási jelenségek a sejtek ellapulásához és körkörös elrendeződéséhez, amely elfajulás vagy elszarusodásból áll vagy szemcsés szétesésben nyilvánul. A szemcsés szétesés annyira fokozódhat, hogy a góc összes sejtjei beleolvadnak a központi szétesésbe, amely meszesen átívódhat, s ha az átívódás teljessé válik, a góc elmeszesedik, ami spontán gyógyulásra vezet. A szarugyöngyképződés tehát nem a spinocell. rákok kizárólagos

tulajdonsága, hanem a gyöngyök jelentékeny számában (55 esetben, 16·4 %-ban) a basoc. rákokban is megtalálhatók. A folyamatok időbeli bekövetkezésének sorrendje alapján a gyöngyképződést tekintjük a korábbi folyamatnak, amely később vagy caseosus-meszes cysta képződéséhez vezet, vagy pedig a gyöngyök elszarusodnak.

A gyűjtemény esetei között csupán gyöngyöt találtam 21 esetben (7 %-ban). A gyöngyök sejtjeinek szemcsés szétesése és részben meszes átívódása kilenc esetben (3 %-ban) fordult elő, míg elszarusodás 31 esetben (10 %-ban) lépett fel. Meg kell említenem, hogy a basoc. rákokban a góc közepének sejtjei gyöngyképződés nélkül is szétesnek szemcsésen. Ezen eseteket KROMPECHER cystikus typus neve alatt rögzítette. Ilyen kimutatható gyöngyképződés nélkül szemcsésen degeneráló képet találtam a solid típusú esetek között 44 metszetben (13 %-ban).

Az elszarusodást a normális hámban is megtaláljuk. Gyöngyképződés azonban rendes viszonyok között a hámban nem fordul elő, mivel benne concentrikusan elhelyezkedő sejtsoportok nincsenek. A gyöngyöknek megfelelő normális háمبرendezés tulajdonképpen a felső tüskés sejtsorok és a szemcsés sejtek ellapulásának felel meg.

A cancrioid és a basoc. rákok gyöngyei eltérnek egymástól, amennyiben a cancrioid gyöngyöt megnagyobbodott és felvilágosított sejtek övezik, míg a basoc. rákgyöngy körül a sejtek egyéb ráksejtekkel egyenlő nagyok. Azonkívül a cancrioid gyöngyei mintha rákos góc közepén képződnek, míg a basoc. rákokban vannak olyan esetek, ahol a szarugyöngyök teljesen rendszertelenül a góc közepén-szélén támadnak.

Összefoglalva az elmondottakat, a felhám differenciált berendezései között szereplő egysoros hengeralakú basasejtelrendeződést, a sejt közötti hidak képzését, a felső hámrétegek ellapulását és az elszarusodást a rákkáalakulás alatt is megtaláljuk. Vannak azonban közöttük olyanok, amelyek a rákkáalakulással járó megváltozott viszonyok folytán nem a felhámban szereplőkkel azonos, hanem attól némileg eltérő alakban jelen. Sőt az is előfordul, hogy egyes berendezések teljesen hiányzanak. Ha párhuzamot vonunk a normális és a daganatos képek között, arra a meg-

állapodásra jutunk, hogy a basalis réteg egy sor képzése és palissad elrendeződése a basoc. rákokban mint gyriform előretörés és palissad elrendeződés szerepel. A sejtközötti hidak, amennyiben fellelhetők, változást nem mutatnak. A normális tüskésréteg sejtmegnagyobbodása a basoc. rákokban nem következik be, illetőleg a rákot csak addig nevezzük basoc. ráknak, míg a kevés plasma és kis sötétre festődő magból álló szerkezetét megőrzi. A felső hámszejt sorok ellapulását gyöngyképződés alakjában veszi át a basoc. rák, a normális hám szaruképzését pedig csak az esetek bizonyos számában mutatja, míg az esetek másik részében a gyöngyök szemesés szétesés és másodlagos meszes átívódás útján fejezik be életműködésüket.

Táblázatosan ezen tulajdonságok a következőt mutatják:

Normalis hámban	Basocell. rákban
1) Basalis sorképzés _ _	Gyriform typusnál oszlopsoros növés Csomós typusnál palissadréteg képzés
2) Sejtközi hidak képzése	Sejtközi hidak képzése
3) Tüskéssejtsor képzés _ _	Basocell. rákokban nem észlelhető
4) Ellapulás _ _ _ _	Gyöngyképződés
5) Elszarusodás _ _ _ _	Részben elszarusodás, Részben szemesés elhalás, meszes átívódással vagy a nélkül.

Eljutottunk a daganat alkotórészeinek ismeretéig, ennél fogva elemezni fogjuk a basoc. rákok biomorphologiai felépítését. Egy ilyen esetet már a fejezet elején elemeztünk, amikor megállapítottuk, hogy a góc megtartotta a vonalas elhatárolódást a kötőszövet felé, az oszlopos sejtalakot és az intercellularis hídképzést. Ellenben elvesztette a gyöngyképződést és az elszarusodást. Másik esetben pl. a következőket találjuk: A basoc. rákgóc széli sejtei nem helyezkednek el a normális basalis réteg sejtszejtjeihez hasonlóan palissadszerűen, hanem rendszertelenül fekszenek a góc szélén. Nagyobb nagyítással a felől győződhetünk meg, hogy a sejtek között hidak nem feszülnek ki. Egyes helyeken azonban a ráksejtek körkörösén helyezkednek el, vagyis gyöngy képződik, amely nem

szarusodik el. Ez az eset tehát basorák palissadréteg nélkül, sejt-közi hidak nélkül, gyöngyképződéssel, elszarusodás nélkül. Hasonló elemzést bármely basorák metszetén megejthetünk.

Ezek szerint a basoc. rákokban a rákos átalakulás a differenciált berendezések bármelyikét elpusztíthatja.

VIII. A basoráksejt és felhámbasalsejt alakjának és festődésének összehasonlítása. A basoráksejt helyzete az átmeneti és a spinoráksejthez viszonyítva.

Utaltunk arra, hogy KROMPECHER a basoc. ráksejtnek oly pontos és kimerítő leírását adta, hogy felesleges ennek elemzésébe bocsátkoznunk. Ezek szerint a basoc. ráksejt kisebb köbös, ovális vagy hosszúkás cylindrikus sejt, chromatindús, intenzíven festődő maggal.

Hiányosnak kellene azonban tekintenünk fejtegetéseinket, ha nem térnénk ki ezen morfológiai tulajdonságok, a normális hámbasalsejt és a tüskés sejt hasonló tulajdonságainak szembeállítására. Ebben a kérdésben ugyanis nem tekinthetők véglegesen lezártaknak KROMPECHER megállapításai. Szerinte «Histologisch sind demnach die Basalzellentumoren vor allem durch die übereinstimmende Morphologie ihrer Epithelien, mit denen der normalen Basalzellen characterisiert und histogenetisch dadurch gekennzeichnet, dass sie ausschliesslich durch Wucherung der Basalzellen entstehen, welche letztere jedoch entgegen denen des Hornkrebses ihren Basalzellentypus weiterhin bewahren, sich nicht weiterdifferenzieren und dementsprechend auch nicht verhornen».

Mivel azonban a basalis réteg a hám egyetlen szaporodó rétege és mindhárom itt szereplő rákfajta a baso-, átmeneti és spinorák ebből a rétegből indul ki, nem elégíthet ki bennünket az az álláspont, amelyet az elnevezések indokolásánál KROMPECHER elfoglalt, hogy t. i. a basorák sejtje a basalis réteg, a spinorák sejtje pedig a tüskés réteg sejtjéhez hasonlít, mert akkor mihez hasonlít az átmeneti rák sejtje, amely pedig kétségtelenül a két említett rákfajta között foglal helyet?

A basoc. ráksejt alakjának meghatározására legalkalmasabb a basalis és tüskés réteggel való közvetlen összehasonlítás, amire

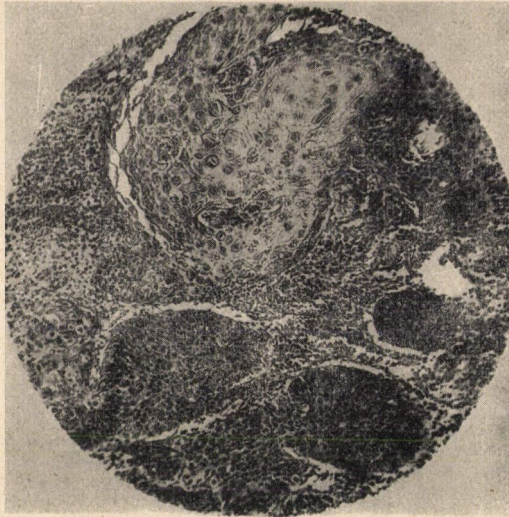
az intraepidermalis basoc. rákok a legalkalmasabbak. Ezeken a rákos burjánzás nem lefelé a kötőszövet felé nő, hanem a hám rétegei között halad felfelé. Az apró, kevés plasmájú, chromatindús, sötétfeketére festődő magvú ráksejtek ezeken a képeken sűrűn fekszenek egymás mellett és élesen elválnak a világos tüskés sejtektől. Ez az elhatárolódás olyan kifejezett, hogy a basalis és tüskés réteg sejtjeit egyenként el lehet különíteni a már rákosan átalakult sejtektől. A basorák diagnosisa tehát 1. az apró sejttest, 2. az alig kivehető, sokszor elenyészően csekély plasmaszegély a mag körül és 3. a chromatindús, szerkezetet nélkülöző, sötétre festődő mag jelenlétén nyugszik. A többi tulajdonságok, akár jelen vannak, akár hiányznak, a diagnosist nem befolyásolják. Lehet a daganatsejtek elhelyezkedése gyiriform, infiltratív vagy csomós, palissadszerű, vagy rendszertelen. Megtarthatja vagy elvesztheti hámrostozatát, képezhet sejtközti hidat vagy nélkülözheti azt, elszarusodhat, szemcsésen degenerálhat vagy elmeszesedhet. Mindezek a basoc. rák diagnosisára befolyást nem gyakorolnak.

A basoráksejt említett tulajdonságai tehát nem azonosak a basalis hámsejt megfelelő tulajdonságaival. A basalis hámsejt plasmája több, sejtteste nagyobb, mint a basoráksejté. Magja nem egyenletesen sötétre festődő chromatinrög, mint a basoráksejt magja, hanem szerkezet ismerhető fel benne.

A teljesség kedvéért megemlítjük, hogy a spinoc. rák diagnosishoz — hasonló alapon megítélve — azon ismert feltételek tartoznak, hogy a sejttest nemcsak gyarapodik, hanem a sejtek a góc belseje felé haladva nagyobbodnak. A plasma nagysága előtérbe nyomul a maghoz képest, amely szintén mérsékeltén megnövekszik, egyben felvilágosodik és szerkezete jól felismerhető. A közvetlen összehasonlítást a kevert rákok képei szolgálják a legtökéletesebben. Ugyanis ez a két rákfajta egymás mellett is előfordulhat. Ez a kombináció a következő módokon jelentkezhet: 1. előfordul, hogy a normális hám egyik helyén spinorák keletkeznek, a másikon pedig basorák (9. kép). Vannak olyan esetek, 2. ahol a góc, mint basorák indul ki a hámból s később a góc nagyobbodása mellett annak belsejében a sejtek felvilágosodnak, plasmájuk megszaporodik s nagyságuk is változik. A gócok közepükön spinorákká alakulnak. 3. A harmadik spinobasorák kombinációban ezek az esetek mint spinorákok

látszanak a hámból kiindulni s a kötőszövet felé eső alsó részükön pedig basorákos sejtszaporodást mutatnak (10. kép).

A spino- és basocell. rák 585 eset, 56 kevert és átmeneti sejtű rákjából mindössze 10 esetben fordul elő vegyesen. Ez a 10 eset pedig magában foglalja a spino és baso kevert rákok mindhárom előbb említett fajtáját. Az első két kevert rákfajta szöveti létrejövedele érthető előttünk. A harmadik kombinációban legvalószínűbb a folyamat létrejövedele olyképpen, hogy a hámból először

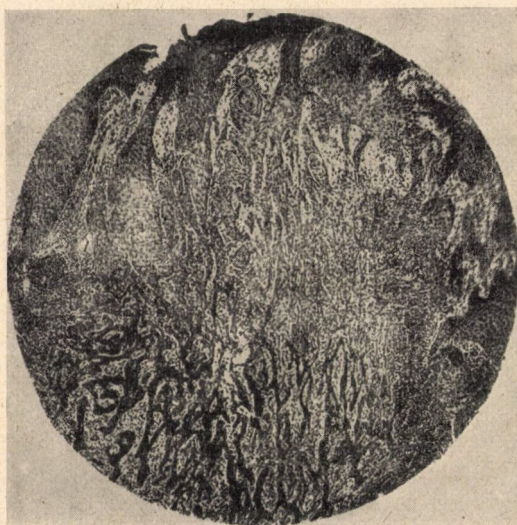


9. ábra. Baso-spino kevert rák. A két rákfajta önálló képződése.

basorák indult ki gyriform oszlopok alakjában. Ezen oszlopok sejtjeinek szaporodása és továbbdifferenciálódása útján spinorák-szigetek keletkeztek, míg a göcök alján a basoráksejtes burjánzás tovább folyt a mélybe.

Az eddigi három kombinációban a vegyesejtű (spino-baso-sejtes) rákokat ismertük meg. Továbbiakban kitérünk az átmeneti sejtű rákok szerkezeti sajátosságainak, sejt tulajdonságainak és a baso-spinosejtes rákokhoz való viszonyának ismertetésére. Az átmeneti sejtű rák középhezertetet foglal el a spino- és basorákok között. Eseteinek ritkasága magyarázza, hogy kevés figyelemben részesül.

Valószínűnek kell tartanom, hogy gyakrabban fordul elő, mint azt az eddig megjelent gyér közlések sejtetni engedik. Ennek oka abban rejlik, hogy a három rákfajta sajátosságai között átmenetek vannak, amelyek fejtörést okozhatnak az eset szöveti diagnózisának eldöntésénél. Vannak azonban olyan esetek, ahol az átmeneti rák önmagában alkot daganatot; ezek a tiszta átmeneti sejtű rák-esetek szolgáltatnak adatokat a basoráksejt és a normális basalsejt viszonyának tisztázásához.



10. ábra. Baso-spino kevert rák.

A góccok felső fele spinorák, az alsó pedig gyriform basorák.

Az átmeneti sejtű rák jellegzetes tulajdonságainak közelebbi leírását szintén megtaláljuk KROMPECHER monographiájában. E szerint az átmeneti sejtek kerek, ovális vagy polygonalis sejtek, amelyek hydropikus degenerációra hajlamosak, hólyagos magjuk hol erősebben, hol gyengébben festődik és egy vagy két magvacskát tartalmaz. Körülbelül két évtizeddel később DARIER és FERRAND elevenítették fel KROMPECHER Übergangszellenepitheliomáit, mint metatypikus carcinomákat, és pedig a spino-basosejtes rákot épithéliome métatypique mixte, a globosejtes rákot pedig épithéliome métatypique intermédiaire néven. DARIER és FERRAND érdeme,

hogy ezen daganat több jellegzetes tulajdonságát rögzítették. Továbbiakban ezen két, tulajdonképpen azonos felosztást veszem alapul, a spino-basosejtes rákot kevert ráknak, az intermédiare rákot pedig átmeneti sejttű ráknak nevezve.

A közleményekben az átmeneti rák sejtjének leírása nem teljesen egybehangzó. KROMPECHER hydropikus degenerációt említ, hólyagszerű maggal. Hasonlóan nyilatkozik JUON, aki a vakuolás degenerációjának nagy fokát találta. DARIER és FERRAND a vakuolás degenerációt csak néha észlelik s nem tartják a diagnosishoz elengedhetetlennek. Az intermédiare rákot a baso- és spinorák közé helyezik s ez sejtalkotórészek és szerkezet szempontjából igen változatos lehet. Az általuk közölt kép reticularis szerkezetű, sejtjei egyenletes nagyok, kevés plasmájukban vacuolálás degeneráció nincs, magjuk strukturát tüntet fel.

Vizsgálati anyagunk alapján a DARIER és FERRAND álláspontja egyezik az általunk elfoglalt állásponttal. Mint említettük, 56 kevert és átmeneti rákból 10 bizonyult kevertnek, míg 46 esetben egyik alkotórészként az átmeneti sejt szerepel. A sejt tulajdonságai és a kombinált esetek sajátosságai kétségtelenül amellet bizonyítanak, hogy az átmeneti rák középhezlyeztet foglal el a baso- és spinoc. rák között. Ezen kombinációk sejtjaitának meghatározása szükségessé teszi az átmeneti sejt alaki tulajdonságainak elemzését.

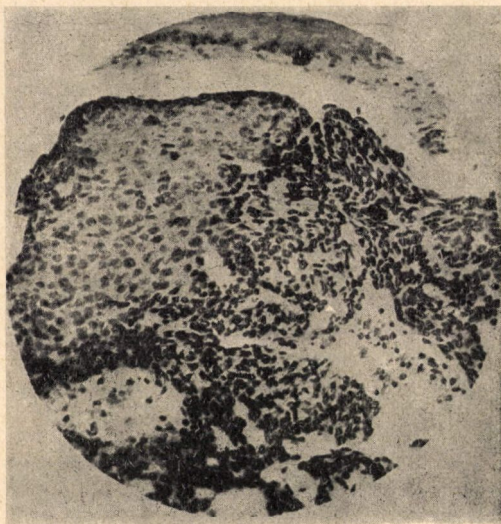
Ha a gyűjtemény tiszta átmeneti sejttű rákjait összehasonlítjuk a basalis réteg sejtjeivel és a DARIER és FERRAND által ismertett átmeneti sejttű rákokkal, akkor szembeűnik, hogy a kétféle sejt teljesen azonos. Mindkét sejt fajta egyenletes nagy, a magot kifejezett, bár nem bő plasmaszegély veszi körül. Mindkettőjük sejtjeiben a mag festődése azonos és szerkezet ismerhető fel bennük. Felemlítem még, hogy nagy részükben sejtközi hidak feszülnek ki a sejtek között.

Ezek az alaki viszonyok a kombinációkban a legszembeűnőbbek, amelyek szerint lehetséges baso-átmeneti és átmeneti spinorák. A teljesség végett előbb a tiszta átmeneti rákot ismertetjük. Egyik ilyen esetünkben a rákfészkek egy része gyrusokból áll, míg másik része göcos szerkezetű. A sejtek mindenütt egyforma nagyok s megfelelnek a normális basalsejt nagyságának. Plasmanagyságuk, magfestődésük és szerkezetük mindenben azonos a normális basal-

sejt hasonló viszonyaival. A sejtek között plasmahidak feszülnek ki. Egyes helyeken néhány sejtből álló gyöngyök képződnek, amelyek tökéletlenül szarusodnak el.

Ez az átmeneti rák általában megegyzik a DARIER és FERRAND által ismertetett átmeneti rákkal.

Az átmeneti rák diagnosisának felállításához szükséges 1. az egyenletes sejtnagyság, 2. a mérsékelt, de kifejezett plasmaszegély,



11. ábra. Baso-átmeneti rák.

3. és a szerkezetet mutató mag, tehát kell, hogy a normális basalsejteken észlelhető sejtalaktani viszonyok uralkodjanak.

Alátámasztja még a diagnosist, ha ugyanazon metszet normális basalsejtrétegének és a ráksejteknek festődési viszonyai megegyeznek.

Esetünkben a rák szerkezete és a tökéletlenül elszarusodó gyöngyök fellépése szintén megegyezik a DARIER és FERRAND esetének tüneteivel. Ezeket azonban nem tartjuk nélkülözhetetlenek a kórisméhez.

Azon kombinációk közül, amelyekben egyik alkotórész az átmeneti rák, említjük a baso-átmeneti rákot (11. kép). A szigetecskék alkotásában kétféle ráksejt vesz részt. Az egyik apró sejtestű,

plazmaszegény, magja sötétre festődik, chromatindús. A másiknak sejtteste valamivel nagyobb és a világosra festődő, szerkezettel bíró, kerek mag körül kifejezett plazmaszegély ismerhető fel. Ezek a világosabb és nagyobb testű sejtek a góccok közepén helyezkednek el, míg a szerkezetnélküli maggal bíró apróbb sejtek körülveszik őket.

Végezetül rátérünk a másik kombináció, az átmeneti spinorák ismertetésére. Itt számosabbak a kisebb sejttestű, kevesebb plasmájú, chromatindús sejtek, amelyekben azonban magszerkezet ismerhető fel, s amelyek egyenletes nagyok. Közöttük kis szigeteket alkotnak a nagyobb sejttestű, bő plasmájú sejtek, amelyeknek magja is nagyobb és világosabb festődésű.

Meg kell még említenem, hogy négy esetben (1 %-ban) a sejtek közti különbség elmosódik és egyidejű baso-átmeneti spinorák felvételét indokolja.

Az ismertetett rákkombinációk fajtái és azok számadatai a felvett 56 esetben a következőképpen oszlik meg:

I. Kevert rák	II. Átmenetisejtű rákfajták			
	Baso- spinorák	Basoc. átmeneti rák	Átmeneti rák	Átmeneti- spinorák	Basoc. átmeneti- spinorák
10	18	8	16	4

Érdekességet kölcsönöz az adatoknak, hogy a két-két szomszédos rákfajta közti kombinációk, a baso-átmeneti és az átmeneti spinorák a legszámosabbak. 585 rákeset között 10 kevert rák van, ami 1·6%-nak felel meg. A 48 átmenetisejtű rák fajta kb. 8%-a az összes eseteknek. Végül a tiszta átmeneti sejtű rák nyolc esetben található, ami az eseteknek kb. 1·2%-a.

Ezen kevert- és átmenetisejtű rákok a basorákokhoz hasonló szerkezeti felépítést mutatnak. Egy lényeges eltérés van csupán. Ugyanis öt esetben, amelyeket egyelőre az átmeneti rákokhoz soroltam, a rákok szerkezeti sajátosságai egyedül állanak a többi szerkezetfajhoz képest (a daganatfajtaát külön kívánom ismertetni), amennyiben egyes kisebb szigetektől eltekintve a sejtek szétszóródnak a kötőszövetben s így ezt a típust «diffus» jelzővel választottam külön az eddigi típusoktól. Ennek figyelembevételével az 56 rákeset a következőképpen oszlik meg:

Solid			Infil- tratív	Gyri- form	Kevért			Diffus
nagy- csomós	kis- csomós	multi- centr.			csomós gyriform	csomós infiltratív	infiltratív gyriform	
24	0	1	3	10	8	5	0	5

A szerkezeti eloszláshoz annyit fűzünk, hogy azok az esetek, amelyeknek alkotásában a spinorák résztvesz, csaknem kivétel nélkül solid jellegűek.

A százalékos adatok teljessége végett megemlítjük, hogy — eltérőleg DARIER és FERRAND, JUON és MONTGOMERY megfelelő adataitól — gyűjteményünkben 330 basorákra 199 spinosejtes esik, vagyis 60% basorákra, 35% spinorák, ami az említett szerzők esetében éppen fordítva szerepel, míg KROMPECHER adataival egyezik.

A különböző rákfajták alaki viszonyainak meghatározása azt mutatta, hogy a basorák sejtje mindig a normális basalis rétegből indul ki. Ha végigtekintünk azon szerveken, amelyekből KROMPECHER basorákat származtat, akkor egymás mellett találjuk a legkülönbözőbb szövetekeket, így a felhámot járulékos alkotórészeivel, a testnyílások hámját mirigyekkel s néhány nagyobb önálló mirigyet, így prostatát, pajzsmirigyet, petefészket. Keresnünk kell tehát, hogy hogyan egyeztethetők össze a kiindulási szervek különböző hámfajtái és az egyféle rák, amely mindannyiból kiindulhat?

A kérdéssel KYRLE is foglalkozik és a különböző rákfajták keletkezését a felhám járulékos alkotórészeinek egymástól eltérő differenciálódásából véli levezetni. Amennyiben a mirigyek szolgáltatnák az el nem szarusodó basorákat és az elszarusodó felhám pedig az elszarusodó laphámrákokat. Ezen felfogás ellen szól azon tény is, hogy a felhámából is képződnek basorák s a mirigyekből is keletkeznek spinorák.

Felmerül továbbá azon kérdés is, hogy ha a ráksejtfajták ilyen alaki viszonyban állanak a normális basalsejthez, akkor hogyan viszonylanak eredetüket illetőleg a különböző rákokban található morfológiai tulajdonságok a felhám sejtjeinek tulajdonságaihoz?

A spinoráksejt morfológiájának származtatása nem okoz gondot, mivel az mindenben megfelel a normális tüskés sejt alaki tulajdonságainak. Még könnyebb helyzetben vagyunk az átmeneti

rák sejtjének megítélésénél, mivel ez a normális basalsejttel egyezik. Ellenben a basorák sejtje nem egyezik sem a normális basalsejttel, sem a tüskés sejttel. Nem kísérünk meg magyarázatokat keresni ennek az állapotnak a megfejtésére, mivel semmiféle támpontunk nincs a plazma fogyásának és a magszerkezet eltűnésének értelmezésére. Nem tudjuk, mit jelentenek ezek a folyamatok a sejtre nézve, vitalitási vagy differenciált kár-e ez a két elváltozás a sejten? Egyetlen feladatunk maradhat tehát, hogy a tényeket rögzítsük. Valamilyen változás megy végbe a sejten, amelynek természetére nézve annyit leolvashatunk, hogy a differenciált berendezésekre nézve az nem általánosan pusztító jellegű, mert a kombinációk szerint a basoráksejt a baso-átmeneti rákban átmeneti sejtté, a baso-spinorákban pedig spinosejtté differenciálódhat. *A basoráksejt keletkezése tehát olyan természetű átalakulás, amely a további differenciálódást nem zárja ki.* KROMPECHER ezt az átalakulást az embryonális jelleg állandó megőrzésének tekinti. Azonban akár a fokozott sejtszaporodást, akár pedig a differenciálódási képesség hiányát tekintjük a basalsejt embryonális jellegére utaló tulajdonságnak, nem tudjuk azonosítani magunkat KROMPECHER álláspontjával, mivel a fokozott sejtszaporodás nemcsak a basorákok kizárólagos tulajdonsága, hanem általános ráksejtjelleg, viszont a differenciálódás kimaradásának ellene szól a basoráksejteknek a kevert esetekben mégis bekövetkező differenciálódása átmeneti, ill. spinoráksejtté. Úgyszintén az általunk ismertett aspecificus rákos állapot elemzése is tanúskodik a basorákokban a differenciálódási képesség részleges megmaradásáról. A basoráksejtek alakvi viszonyainak kialakulását tehát nem tudjuk az embryonális állapothoz kötni. *A basoráksejt kialakulása szerintünk oly elváltozás a sejten, amely 1. nem függ össze az embryonális viszonyokkal, 2. nem jelent differenciálódásában visszamaradt sejtformát, 3. nem vezethető vissza még jelenleg specifikus okra és 4. morfológiája nem azonos a normális basalsejt morfológiájával.*

A basoráksejt tehát nem differenciálódásában alacsonyabb fokon megmaradt sejt, hanem a rákos ártalom hatására sérült, hiányos differenciálódású sejt, ahogy bármely rákosan átalakult sejt további differenciálódása hiányossá válik.

Felvetődik a mondottakkal kapcsolatban a kérdés, ha az át-

meneti ráksejt és a normális basalsejt morfológiája ennyire egyezik, akkor vajjon mi a rákos átalakulás lényege? Miben foglalhatjuk össze az általunk feldolgozott rákok biomorfológiai átalakulását? Megállapítottuk, hogy az átmeneti sejt a normális basal-, a spinoráksejt pedig a tüskésejtnak felel meg, míg a basoráksejt alakilag ismeretlen természetű sejtelváltozás. Részletesen tárgyaltuk, hogy a felhám differenciált berendezései a rákkeltő ártalom hatására a sejtfajtától függetlenül különböző számban és sorrendben pusztulnak. Nem tudunk tehát elzárkózni azon lehetőség elől, hogy a rákos átalakulás létrejövetelében nem jut azonos szerep a sejt morfológiájának és a szövet differenciált berendezéseinek. Azon tény, hogy teljesen ép hámra emlékeztető alaki viszonyok mellett is látunk tumoros tüneteket fellépni a sejteken (átmeneti és spinorákok), arra kell, hogy indítson bennünket, hogy *a sejt morfológiai jellegeit szinte alárendeltebb szerepűeknek tartjuk a differenciált berendezések jelentőségével szemben. A tumorrá alakulás alaktana tehát egybeesik a differenciált berendezések morfológiájával.*

(A M. T. Akadémia II. osztályának 1934. május 28-án tartott üléséből.)

STRUCTURTYPEN DES KROMPECHER-KREBSSES UND ANALYSE SEINER GENESE.

Von J. FOLLMANN.

Die selbständig vorkommenden reinen Typen der Basokrebse sind: 1. der solide Typus, in welchem die Krebszellen sich in soliden Herden vermehren, im Innern der Herde aber regellos, ohne erkennbare Struktur angeordnet sind. Als Untergruppen habe ich: die grossknotige, die kleinknotige und die multizentrische Form unterschieden. 2. Der infiltrative Typus, in welchem die verschieden dicken Krebsstränge oder Herde keilförmig zwischen die Bindegewebsfasern eindringen. 3. Der gyriforme Typus, in welchem die Krebszellen das Bindegewebe in Form von 2—3-reihigen Schläuchen, Strängen oder Gyren durchsetzen, untereinander vielfach anastomosieren und dadurch ein drüsenähnliches Bild ergeben. Zur Unterscheidung von spärlich oder zahlreich vorhandenen Anastomosen habe ich die als simplex, bzw. adenoid bezeichneten Untergruppen aufgestellt. Das charakteristische Merkmal dieser Gruppe äussert sich im Gegensatz zum infiltrativen Typus darin, dass die Zellstränge stets gleichmässig dick sind.

Die vorkommenden Mischformen sind: die solid-infiltrative, die solid-gyriforme und die infiltrativ-gyriforme Mischform.

Vom Standpunkte der biomorphologischen Umwandlung betrachtet, ist der gyriforme Typ als früheste Entwicklungsform zu betrachten. Es sei jedoch hervorgehoben, dass der Entwicklung des soliden Typus wiewohl dieser als minder differenziert sich erwies, nicht notwendigerweise eine gyriforme Wucherung vorangehen muss: der solide Herd kommt vielmehr überwiegend ohne vorangegangenes gyriformes Wachstum zustande.

Die Gyribildung hängt weder von der Einflussnahme nor-

malen oder pathologisch veränderten Bindegewebes, noch von der Art des Ausgangsepithels ab, sondern kommt einzig und allein infolge Bestehenbleibens der normalen Eigenschaften des Epithels zustande. Der solide Typus, welcher eine minderdifferenzierte Form darstellt, büsst allmählich ihre vorhandene Differenzierung ein.

Die epitheliale und karzinomatöse Schichtenbildung ist nicht vollkommen identisch, indem 1. der Bildung der Basalschicht bei der gyriformen Struktur das strangförmige Wachstum, bei der soliden aber die periphere Palisadenbildung entspricht. 2. Die Abplattung der oberen Epithelzellreihen in den Karzinomen als Perlbildung sich manifestiert und voneinander vollkommen unabhängigen und auch selbständig vorkommenden Einrichtungen, der Bildung konzentrisch geschichteten Perlen und deren Verhornung besteht. Da die krebseregende Noxe jede einzelne der differenzierten Einrichtungen des Epithels zu vernichten imstande ist, müssen wir die krebsige Umwandlung der Zelle für eine aspezifische Veränderung halten.

Wir haben die Zellarten der verschiedenen Hautkrebse folgendermassen unterschieden: 1. Basokrebszelle, deren morphologische Merkmale in gleichmässiger Grösse der Zellen, in kleinem Zellkörper, dem kaum wahrnehmbaren, oft verschwindend kleinen Plasmasaum um den Kern, sowie im chromatinreichen, strukturlosen Kern bestehen. 2. Übergangskrebszelle, deren Zellkörper ebenfalls gleichmässig gross ist und die in Bezug auf Plasmamenge, Struktur, ferner die tinktoriellen Verhältnisse in jeder Hinsicht den normalen Basalzellen des gleichen Schnittpräparates entspricht. 3. Spinokrebszelle, die durch veränderliche Grösse ihres Zellkörpers, durch Vermehrung und helle Tingierung ihres Plasmas, sowie durch deutliche Struktur ihres Kernes kenntlich ist. Demzufolge *a*) die Spinokrebszelle mit der Zelle der Stachelschicht übereinstimmt, *b*) die Übergangskrebszelle der Zelle der Basalschicht entspricht, während *c*) die Basokrebszelle eine Zellbildung unbekannter Natur ist, welche morphologisch mit der normalen Basalzelle nicht identisch ist und keine in ihrer Differenzierung dauernd zurückgebliebene Zellform darstellt, weiters keine embryonalen Eigenschaften bewahrte.

Die drei Krebszellarten: die Baso-, Übergangs- und Spino-krebszellen können auch Kombinationen ergeben. (Baso-Spino-krebse, Baso-Übergangskrebse, Übergangs-Spinokrebse und Baso-, Übergangs-, Spinokrebse.)

Da karzinomatöse Umwandlungen auch dort beobachtet wurden, wo die zellmorphologische Beschaffenheit mit jener der Epithelzellen vollkommen identisch war, scheint in den Übergangs- und Spinokrebsen die Zellmorphologie im Verhältnisse zur Wichtigkeit der differenzierten Einrichtungen eine untergeordnete Rolle zu spielen. Die Morphologie der krebsigen Umwandlung fällt demnach mit der Morphologie der differenzierten Einrichtungen zusammen, während die Veränderung der Zellmorphologie kein unerlässlicher Faktor ist, sondern bloss die Bedeutung einer mit der Umwandlung einhergehenden und die Krebszellart bestimmenden Eigenschaft besitzt.

Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 28. Mai 1934.)

SZÖVETTANI ÉS KISÉRLETES VIZSGÁLATOK AZ ARCIDEG ÉRZŐ ÉS AUTONOM ROSTJAIRÓL.

SCHIMERT JÁNOS-tól.

Ismert dolog, hogy az arcideg akaratlagos mozgató idegrostokon kívül érző és autonóm rostokat is tartalmaz. Ezek igen fontos élettani működéseket látnak el és ebből érthető, hogy az élettani és klinikai kutatásnak régóta kedvelt vizsgálati tárgyai.

Egységes eredményre e kutatások azonban mindeddig nem vezettek, mert az idegpályák morphologiai viszonyai nem nyugszanak még elég biztos alapon s a már kétségtelen bebizonyítást nyert morphologiai tényeket is az élettani kutatók nagyrészt figyelmen kívül hagyták. Az itt közlendőknek célja elsősorban a kérdéses pályák morphologiai ismeretének kiegészítése és az élettani és klinikai kutatásokkal való összeegyeztetése.

A morphologiai kutatások különösen az arcideg térdducát és annak összeköttetéseit vették behatóbb vizsgálat alá, mert kétségtelen, hogy ezeken futnak át nagyobbbrészt a kérdéses idegpályák. A térdduc és összeköttetéseinek makroszkopiai viszonyai közismeretek, amiért is ezeknek ismertetésétől eltekinthetünk.

A szóbanforgó érző rostokról általánosan elfogadott és biztos morphologiai adatoknak birtokában LENHOSSÉK (1893) vizsgálatai óta vagyunk. A Golgi-módszer segélyével kimutatta, hogy a ganglion geniculi-ban elhelyezett pseudounipolaris típusú sejteknek centralis nyujtványa a nervus intermediusban az agyvelőbe jut, a peripheriás pedig az arcideghez csatlakozva, azt valószínűleg a chorda tympani-ban hagyja el. Ezzel az ideggel és a n. lingualissal mennek rostok a nyelv elülső részéhez, ahol mindenek szerint ízlelési ingereket vesznek fel.

Amíg tehát a morphologiai vizsgálatok az érző rostokról tel-

jesen kielégítő és egységes képet nyújtanak, addig az autonóm rostokról alig tudunk valamit. Morphologiai vagy kísérleti alapon ezeket az arcideg egyéb rostjaitól eddig még nem sikerült elkülöníteni. A későbbi morphologiai vizsgálatok erre ugyanis, amint a nem csekély irodalomból láthatjuk, nem is törekedtek. (KOHNSTAMM 1902, WEIGNER 1905, GELLÉRT 1932).

Az élettani és klinikai kutatások ezzel szemben nagyobb súlyt helyeztek az autonóm rostok vizsgálatára. Kétségtelen, hogy az arcideg két fontos physiologiai szerepű autonóm (praeganglionaris) pályát tartalmaz. 1. a könnymirigy és 2. az állkapocsalatti és nyelvvalatti mirigy elválasztó idegeit.

I. A glandula lacrimalis elválasztó rostjai.

GOLDZIEHER (1876) s utána JENDRÁSSIK (1894) mutatták ki először, hogy az arcidegnek a könnyelválasztással valami kapcsolata van. JENDRÁSSIK szerint a könnymirigy elválasztó rostjai az arcidegből a nervus petrosus superficialis major útján a ganglion sphenopalatinumba jutnak, ahol működésüket egy új peripheriasabb neuron veszi át, melynek rostjai a nervus zygomaticus ismert anastomosisa útján jutnak a könnymirigyhez. A klinikai vizsgálatok (KÖSTER) JENDRÁSSIK megfigyeléseit mindenben megerősítették, az élettani kísérletek (A. LAFFAY 1896, H. LANDOLT 1903). Hasonlóképpen K. KURÉ és SAKURASAWA (1929) kísérleti morphologiai vizsgálataik alapján a nervus petrosus superficialis major kiskaliberű velős rostjait tartják a könnymirigy praeganglionaris elválasztó rostjainak.

Arra vonatkozólag azonban, hogy ezek a rostok hol lépnek ki az agyvelőből, az arcidegben-e vagy a nervus intermediusban és hogy milyen kapcsolatban vannak az arcideg térdducának sejtjeivel, pontos adatunk nincs.

II. A glandula submandibularis és sublingualis elválasztó rostjai.

Kétségtelen, hogy a chorda tympani viszi nagyjából a praeganglionaris autonóm rostokat a hasonnevű autonóm ducok-

hoz, de teljesen ismeretlen az az út, melyen a rostok a chorda tympanihoz jutnak. Az élettani kísérletek arra utalnak, hogy a praeganglionaris rostok a nervus facialis-ban magában futnak. KOHNSTAMM azt vitatja, hogy az általa nucleus salivatorius superior-nak elnevezett magból eredve a nervus intermedius útján hagyják el az agyvelőt. De ezt a legtöbb morfológiai vizsgáló arra való tekintettel, hogy a nervus intermedius tisztán érző gyökér, elutasítja.

III. Érző rostok.

Külön kell szólanunk a nyelv elülső két harmadához menő ízéző rostok élettani és klinikai vizsgálatánál szerzett tapasztalatokról.

Nem lehet ma már kétséges, hogy a nyelv elülső két harmadának ízéző rostjai a chorda tympani útján hagyják el a nervus lingualist és jutnak a facialishoz. Még máig is teljesen ismeretlen azonban az az út, melyen elérik a centrumot. A morfológiai vizsgálók LENHOSSÉK említett megfigyelései alapján arra következtettek, hogy a chorda tympani ízéző rostjai megfelelnek az általa megállapított érző pályáknak. Ezek tehát más úton, mint a nervus intermediussal nem juthatnak be az agyvelőbe. Ellentmondanak ezen feltevéseknek azonban a klinikai és élettani megfigyelések. A nervus facialisnak az agyalapon történt sérüléseikor ugyanis csak nagyon ritkán észleltek érzési zavart. Ezzel szemben a trigeminus-törzs izolált bénulásainál gyakran tapasztalható kiesés a nyelv hegyének érzésében. SCHIFF és ERB erre alapítják azt a nézetüket, hogy a chorda tympani ízéző rostjai a nervus petrosus superficialis major útján ismét elhagyják a nervus facialist és a ganglion sphenopalatinumon keresztül a trigeminus második ágába, majd pedig visszahajolva a centrumba jutnak.

ZIEHL szerint az érző rostok a ramus anastomoticus cum plexu tympanico útján a nervus petrosus superficialis majorba kerülnek, majd a ganglion oticumon keresztül a trigeminus harmadik ágával érik el az agyvelőt.

KRAUSE és KÖSTER elvileg hasonló álláspontot foglalnak el, de nincsenek tisztában azzal, hogy milyen úton jutnak vissza a chorda tympani rostjai a nervus trigeminus-ba.

SAJÁT VIZSGÁLATAIM.

Az itt röviden vázolt érző és autonom idegpályának lefutását különböző módon, névszerint 1. mikroszkopos-anatomiai, 2. velőfejlődéstani és 3. kísérletes vizsgálati módszerekkel igyekeztem tisztázni. Vizsgálati anyagul az ember, a macska és a fehérpatkány arcidegét használtam fel. A velőhüvelyek feltüntetésére O. SCHULTZE módszerét alkalmaztam, a sejteket és tengelyfonalakat ezüst-inpraegnatiós módszerekkel (BIELSCHOWSKY, RANSON, DAVENPORT) vizsgáltam.

I. Mikroszkopos-anatomiai vizsgálatok.

Az arcidegnek velőhüvelyre festett keresztmetszeti sorozataiból kitűnik, hogy nagyobbrészt széles velőhüvelyű, nagykaliberű, erős rostokból áll. Igen csekély számban találunk keskeny velőhüvelyű rostokat is. A nervus intermedius ezzel szemben sokkal vékonyabb rostokat tartalmaz, ami által az arcidegtől pontosan elválasztható. Már régebbi vizsgálatok megállapították, hogy a nervus intermedius belemélyed az arcideg térddúcába. Rostjainak egy része a nervus petrosus superficialis majorban elhagyja a dűcot. A többi rost a dűc peripheriás végén ismét összeszedődik és az arcideg distalfelé futó részéhez csatlakozik. Ezek a rostok a nervus faciaлист a chorda tympaniban hagyják el újból. A nervus petrosus superficialis major csak igen kis részben kap durvavelőjű rostokat a nervus faciaлистól.

Nem adnak ezek az adatok semmiféle felvilágosítást afelől, hogy a nervus intermedius rostjai a térddűc sejtjeivel milyen viszonyban vannak, valamint azokról a rostokról sem, melyek a klinikai vizsgálok feltevése szerint a chorda tympaniból a ganglion geniculin keresztül ismét visszatérnek a nervus trigeminusba. PENSO és WEIGNER azt állítják, hogy ilyen rostokat, ha csekélyebb számban is, de megfigyelhettek.

A nervus petrosus superficialis minor útján az ízérző rostok már csak azért sem juthatnak vissza nagyobb számban a nervus trigeminusba, mert a ramus anastomoticus cum plexu tympanico alig tartalmaz néhány velős rostot. Márpedig eddigi ismereteink szerint az ízérző rostok valamennyien velőhüvelyesek.

A nervus petrosus superficialis major útján a trigeminushoz visszatérő ízérző rostok létezéséről és számáról csak úgy nyerhetünk felvilágosítást, ha a térddúc összeköttetéseinek pontos rostszámadatait összehasonlítjuk.

Az anatómiai vizsgálatokból biztosan kitűnik, hogy a nervus intermedius rostjai peripheriás lefutásukban megoszlanak a nervus petrosus superficialis major és a nervus facialis peripheriája között. Ha tehát a ganglion geniculin ezeken a rostokon kívül egyéb rost nem fut át, akkor a nervus intermedius velősróstjainak száma egyenlő a nervus petrosus superficialis major és a ganglion geniculiból a chorda tympaniba jutó rostok összegével. Ha ezzel szemben, mint ahogy SCHIFF és ERB feltételezik, ízérző rostok a chorda tympaniból a ganglion geniculin keresztül a nervus petrosus superficialis majorba jutnak, akkor az említett rostösszegnek nagyobbak kell lennie, mint a nervus intermedius rostszámanak. Ezen megfontolás alapján a velősróstoknak megszámlolását a kérdéses idegekben macskán és emberen végeztem el.

	Nerv. intermed.	Nerv. petr. sup.	Gangl. gen. után
<i>Macskán</i>	1828	495	1349
<i>Emberen</i>	2900	1239	1700

velőhüvelyes rostot találtam.

E számokból világosan kitűnik, hogy a nervus intermedius rostszáma egyenlő a nervus petrosus superficialis major és a chorda tympaniba jutó rostok összegével, azaz a nervus intermediusnak rostjai egyszerűen megoszlanak a két utóbbi ideg között. Nem lehet tehát kétség a felől, hogy a chorda tympaniból a ganglion geniculin keresztül velősróstok a nervus petrosus superficialis majorba *nem* jutnak. A SCHIFF és ERB által feltételezett ízérző rostok tehát minden anatómiai alapot nélkülöznek.

A bevezető részben röviden összefoglalt élettani és klinikai megfigyeléseknek tehát más magyarázatát kell keresnünk.

Azt, hogy a nervus facialis-nak az agyalon történt sérülései esetén ízérzési zavart nem tapasztalunk, úgy magyarázhatjuk, hogy a nervus intermedius itt a hallóideghez jut közelebbi topographiai viszonyba. Rostjaik néhol el is keverednek. Az intermediusban futó ízérző rostok, ha az acusticus (mint ahogy ez a leg-

több leírt esetre áll) sértetlen maradt, nagy valószínűséggel szintén épségben maradhattak. A nervus trigeminus elszigetelt benu-lásainál észlelhető ízérzési zavart vagy az okozhatja, hogy a nervus trigeminus harmadik ágában mindvégig maradnak ízérző rostok, vagy pedig az, hogy az ilyenkor összes egyéb-érző kvalitásait elvesztett nyelv mellett az ízérző idegeknek sértetlen volta ellenére is az ízérzés tompulásának subjectív érzése keletkezhet a betegben.

Ezzel kapcsolatban egyúttal meghatároztam a ganglion geni-culi sejtszámát (a számolási technikát illetőleg lásd PODHRADSKY értekezését). A klinikai és élettani megfigyelések ugyanis arra lát-szanak utalni, hogy a nervus intermedius rostjai részben efferens természetűek. Ha ez megfelel a tényállásnak, akkor kisebb sejt-számot kell találnunk, mint amilyet elvárhatunk akkor, ha a nervus intermedius tisztán érző ideg volna. Az efferens rostok ugyanis az érző dúcon csupán átfutnak. A sejtszám az említett maeska térd-dúcában 700, az emberben pedig 1200. Látjuk tehát, hogy a sejtek száma a nervus intermedius rostjainak még felét sem éri el. E sze-rint a nervus intermedius rostjainak legfeljebb a fele lehet érző rost. (Legfeljebb azért, mert érző dúcokban a sejtszám rendszerint sokszorosa az áthaladó rostok számának.) Annak, hogy a térd-dúc ilyen kevés sejtet tartalmaz, nemcsak az lehet az oka, hogy az át-futó rostoknak nagy része efferens, hanem az is, hogy az érző rostok más dúcban (ganglion vestibulare) is eredhetnek. Erre már J. ENDOH 1927. vizsgálatai is utalnak.

A rostok alakjára és méreteire vonatkozólag már említettem, hogy a nervus intermedius WEIGNER és GELLÉRT szerint sokkal kisebb kaliberű és finomabb velőhüvelyű rostokat tartalmaz, mint a motoros facialis. Nem figyelték meg azonban, hogy nervus inter-mediusban két különböző rostfajta van körülbelül egyenlő szám-ban: közepes kaliberű, vékony velőhüvelyű, és igen kicsiny kaliberű velős rostok. Ezek a rostok a peripherián úgy oszlanak meg, hogy a kiskaliberű rostok nagyobb számban a nervus petrosus super-ficialis majorba jutnak, míg a közepes kaliberűek nagyobbrészt a facialishoz csatlakozva a chorda tympaniba jutnak. A viselkedésük alapján már nagy valószínűséggel megállapíthatjuk, hogy ez a méretbeli különbség a rostok különböző physiologiai rendeltetését igazolja. A nervus petrosus superficialis majorba jutó kiskaliberű

velős rostok csak efferens természetűek lehetnek (KEN KURÉ és SAKURASAWA). Ezt a feltevést az is támogatja, hogy az ilyen kis-kaliberű velős rostok autonom működést teljesítő idegekben mindig nagyobb számban találhatóak. A chorda tympaniba jutó közepes kaliberű, vékony velőhüvelyű rostok teljesen megegyeznek az érző gyökerekben nagy többségben található rostokkal.

A nervus petrosus superficialis major kis részben motoros facialis-rostokat is szállít a légyszájpadhoz. Azonkívül velőtlen rostokat is tartalmaz egyéenként változó számban. Nem fogadhatom el GELLÉRTNEK ezekről alkotott nézetét, mely szerint ez utóbbiak a ganglion geniculi multipolaris sejteiből erednének, mégpedig azon okból nem, mivel a multipolaris sejtek feltüntetésére alkalmas ezüstözési eljárással sem mások sem magam multipolaris sejteket kimutatni nem tudtunk. Valószínűbbnek tartom, hogy a velőtlen rostok a ganglion sphenopalatinum, vagy a nervus petrosus profundus felől jutnak a ganglion geniculiba.

II. Velőfejlődési vizsgálatok.

FLECHSIG és iskolája állapította meg, hogy a központi idegrendszer különböző működésű pályái részben különböző időben, de egy-egy pályán belül egy időben velősödnek. Később WESTPHAL (1897) AMBRONN és HELD (1896), KISS és MIHÁLIK (1930) kimutatták, hogy ez bizonyos megszorításokkal a peripheriás idegrendszerre is áll. Legfontosabb megállapításuk, hogy az érző gyökerek rostjai később velősödnek, mint a motoros gyökereké. A velősödési módszert a nervus facialis autonom és érző rostjainak egymástól való elkülönítésére használtam fel.

Kevert idegekben eddig az a nehézség állt fenn, hogy a rostokon, melyeket kaliberük alapján (KISS és MIHÁLIK) különböztetünk meg egymástól, a velősítés korai stádiumában gyöngyfüzérzerű megvastagodások (varicositások) és ezek között erős elvékonyodások vannak. Keresztmetszeten tehát ilyen stádiumban még a durva-velőjű motoros rostokat sem lehet megkülönböztetni a sokkal finomabb érző és autonom efferens rostoktól. A nervus facialisnál segítségül jön azonban az a körülmény, hogy a nervus petrosus superficialis majorban tapasztalat szerint felnőttben csaknem kivétel

nélkül kiskaliberű velős rostok vannak, a chorda tympaniba jutó nyalábok pedig közepes kaliberű és vékony velőjű rostokat tartalmaznak. Ha tehát a két fentemlített idegben a rostok különböző időkben velősödnének, bizonyítást nyerne az, hogy a közepeskaliberű és vékonyvelőjű rostok más funkciót teljesítenek, mint a kiskaliberű velős rostok.

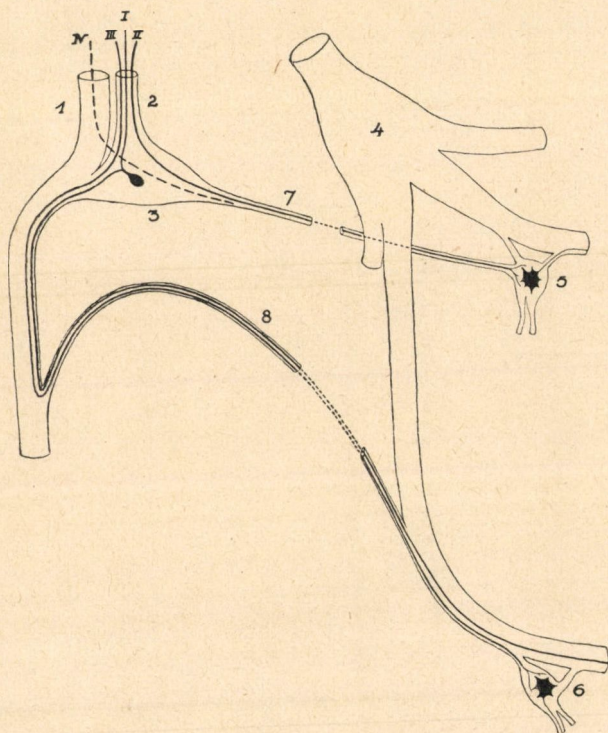
Újszülött macska arcidegében a nervus intermedius rostjainak fele velőhüvellyel bír, a másik fele velőtlen. Azt, hogy melyik rostfajta velőtlen és melyik velős, megállapítani a már említett varicositások miatt nem lehet. A nervus petrosus superficialis major csak néhány velős rostot tartalmaz, míg a chorda tympaniba jutó rostnyalábok csaknem teljesen velősek. Ebből az következik, hogy a nervus intermediusnak csak azok a rostjai velősek, melyek a chorda tympaniba jutnak nagyobb részt, tehát az érzőknek tartott közepes kaliberű finomvelőjű rostok. A kiskaliberű és nagyobb részt a nervus petrosus superficialis majorba jutó rostok ilyenkor még teljesen velőtlenek. Velőhüvelyüket macskán csak a második hét után nyerik.

Újabb bizonyíték ez a mellett, hogy a nervus intermedius kiskaliberű velős rostjai más élettani feladatot teljesítő, minden valószínűség szerint efferens autonom rostok. Ezek az eredmények rámutatnak azonban ez esetben egy nem érdektelen és eddig ismeretlen körülményre is : a praeganglionáris autonom rostok itt jóval később velősödnének, mint az érző rostok. Ennek a szabálynak általános érvényességét csak további vizsgálatok mutathatják ki. Már itt is ellentétben vagyok azonban Kiss és MIHÁLIK állításával, kik szerint a praeganglionaris autonom rostok a motoros rostoknál is korábban velősödnék.

III. Kísérletes vizsgálatok.

A nervus intermedius és peripheriás elágazódásában feltételezett különböző (érező és efferens) rostjainak biztos elkülönítésére a nervus intermediust e helyen nem részletezhető műtéti eljárással átvágtam. Egyúttal technikai okokból a nervus facialis és a nervus acusticus átvágását el nem kerülhettem, ami azonban a későbbi degenerációs eredményekre befolyással nincs, de az állat általános állapotát nagy mértékben súlyosbítja.

Két héttel a nervus intermedius átvágása után fehér patkányon a nervus ptroesus superficialis major rostjai teljesen degeneráltak. A nervus intermedius félig, a chorda tympaniba jutó nyálábok csak kisebb részben fajultak el. Macskán az eredmények lényegileg



1. ábra.

A nervus facialis érző és autonom rostjainak lefutása. (Sémás rajz.)

1. Nerv. fac., 2. nervus uintermed., 3. ganglion genic., 4. gangl. Gasseri, 5. gangl. sphenopalat., 6. gangl. submand., 7. nervus petrosus superf. major., 8. chorda tympani. A római számokkal jelölt pályáknak magyarázatát lásd az összefoglalásban.

ugyanazok. Nem degeneráltak a közepes kaliberű vékony velőhüvelyű rostok.

Ezek az eredmények teljes mértékben beilleszkednek az eddigi vizsgálataim által adott képbe. Az el nem fajuló rostok csak olyanok lehetnek, melyeknek sejtje a ganglion geniculiban foglal helyet.

Ezek azok az érző rostok, melyeknek centralis nyúlványa a nervus intermediusban, a peripheriás pedig a chorda tympaniban halad. (LENHOSSÉK.)

Az átvágás után degeneráló kiskaliberű rostok trophikus sejtjeit az agyvelőben kell keresnünk. Ezek tehát efferens rostok, melyek nagyobb részben a nervus petrosus superficialis major útján a ganglion sphenopalatinumba jutnak. (Tehát a könnyelválasztás praeganglionaris rostjai.) Kisebbrészben a chorda tympani útján ilyen rostok a ganglion submandibulare- és sublingualehoz is mennek. Kétségtelen, hogy a hasonló nevű nyálmirigyek praeganglionaris elválasztó rostjaiul szolgálnak. Valószínűnek tartom azonban, hogy ezek a dúcok más helyről (a n. facialis törzsökéből és a n. lingualisból) is kapnak elválasztó rostokat.

Összefoglalás.

A bevezetésben részletezett célkitűzésnek megfelelően, az arcidegben a mozgató rostok mellett a következő érző és efferens (autonom) pályákat sikerült különválasztanunk. (Ábra.)

I. A LENHOSSÉK által először leírt érző (ízérező) pálya trophikus sejtjei a ganglion geniculiban vannak. Ezeknek centralis nyúlványa a nervus intermediuson át megy a központ felé, a peripheriás pedig először az arcidegbe s ezen keresztül a chorda tympaniba jut. Rostjai közepes kaliberűek és vékony velőhüvelyűek.

II. Efferens (autonom) pálya, mely a nervus intermediusban hagyja el az agyvelőt s a ganglion geniculin áthaladva, a nélkül, hogy idegsejtjeivel viszonyba jutna, a nervus petrosus superficialis major útján a ganglion sphenopalatinumhoz megy. Rostjai kiskaliberűek. Physiologiai szempontból ez a pálya szolgáltatja a könnymirigy praeganglionaris elválasztó rostjait. A könnymirigy elválasztó idegének tehát nem a nervus facialis, hanem a nervus intermediust kell tekintenünk.

III. Efferens (autonom) pálya, mely szintén a nervus intermediusban lép ki az agyvelőből, de a ganglion geniculin áthaladva, a nervus facialishez csatlakozik és a chorda tympani útján a ganglion submandibulare- és sublingualehoz jut. Rostjai ugyancsak kis-



kaliberűek. A pálya résztvesz a glandula submandibularis és sublingualis elválasztó beidegzésében.

IV. Csekély jelentőségű és számú mozgató facialis-rost a nervus petrosus superficialis útján a légyszájpadhoz fut.

A feltételezett többi pályának, különösen annak a klinikusok által hypothetikusán felvettnek, mely a chorda ízérző rostjait a nervus trigeminushoz szállítaná vissza, anatómiai alapja nincs.

Eszerint a nervus intermedius kevert ideg, mely körülbelül egyenlő mennyiségben tartalmaz érző és efferens rostokat.

A ganglion geniculi pseudounipolaris sejteket tartalmazó típusos érző dúc, melyen az autonom rostok csupán áthaladnak és megszakítást nem szenvednek.

Mint a nervus intermediusban, úgy más érző gyökerekben (gerincvelői hátsó gyökerek) is található efferens autonom rostok (K. KURÉ). Az érző gyökerekben haladó efferens rostok működésbeli jelentőségét eddig nem ismerjük. Ezzel szemben a nervus intermediusnak efferens autonom rostjai jól definiált physiologiai működést látnak el.

Az efferens rostok e helyen sokkal később velősődnek, mint az érző rostok, ami által azoktól bizonyos fejlődési stádiumban jól elkülöníthetők.

Irodalom.

1. AMBRONN u. HELD: Beiträge zur Kenntnis der Nervenmarkbildung. Über Entwicklung und Bedeutung des Nervenmarkes. Arch. f. Anat. u. Phys. Anat. Abt. 1896, p. 203.
2. ERB, W.: Über rheumatische Facialislähmung. Arch. f. Klin. Med. 15. k. 1874.
3. GELLÉRT, A.: Anatomisch histologische Untersuchungen über das sympathische Nervensystem, p. 37, 1932.
4. GOLDZIEHER: Pester Med. Presse p. 571, 1876.
5. JENDRASSIK, E.: Az arcideg viszonya a könnyelválasztáshoz. Orv. Hetilap p. 367, 1893.
6. KOHNSTAMM, O.: Der Nucl. saliv. sup. chordae tympani (nervi intermedii). Anat. Anz. 16. k., p. 362, 1902.
7. KÖSTER, G.: Klinischer und experimenteller Beitrag zur Lehre von der Lähmung des Nervus facialis, zugleich ein Beitrag zur Physiologie des Geschmackes der Schweiß-Speichel- und Tränenabsonderung. Arch. f. Klin. Med. 68. k. p. 343.
8. KRAUSE, F.: Die Physiologie des Nervus trigeminus nach Unter-

suchungen an Menschen, an denen das Ganglion Gasseri entfernt worden ist. Münchner Med. Woch. 42. évf. p. 577, 1895.

9. KISS und MIHÁLIK: Über die Markreifung im peripherischen Nervensystem. 1930, Anat. Anz. 69. k., p. 385.

10. KURÉ, K. und SAKURASAWA: Über die parasymphatischen Fasern des Gangl. sphenopalat. und über den Verlauf der Sekretionsfasern für die Tränendrüse. Zeitschr. f. Zellf. u. mikr. Anat. 9. k. p. 245, 1929.

11. LAFFAY, A.: L'innervation des glandes lacrimales. 1896 Diss.

12. LANDOLT, H.: Über die Innervation der Tränendrüse. Pfl. Arch. 98. k. p. 189, 1903.

13. LENHOSSÉK, M. v.: Beiträge zur Histologie des Nervensystems und der Sinnesorgane. 1894.

14. PENSO, R.: Über das Ganglion geniculi und die mit demselben zusammenhängenden Nerven. Anat. Anz. 1893.

15. PODHRADSKY, L. v.: Über die Zahl der Spinalganglienzellen und der Hinterwurzelfasern. Zeitschr. f. Anat. u. Entw. 100 k. H. 2. 1933.

16. WESTPHAL, A.: Über die Markscheidenbildung der Gehirnnerven des Menschen. Arch. f. Psych. u. Nervenkr. 29. k. p. 363, 1897.

17. WEIGNER, K.: Über den Verlauf des Nervus intermedius. Anat. Hefte 29. k. p. 97.

18. ZIEHL: Ein Fall von isolierter Lähmung des ganzen dritten Trigeminasastes neben einigen Bemerkungen über den Verlauf der Geschmacksfasern der Chorda tympani und über die Innervation des Geschmackes überhaupt. Virch. Arch. 117. k. 1889.

(A. M. T. Akadémia III. osztályának 1934. ápr. 23-án tartott üléséből.)

EXPERIMENTELLE UND HISTOLOGISCHE UNTERSUCHUNGEN ÜBER DIE SENSIBLEN UND AUTONOMEN FASERN DES NERVUS FACIALIS.

Von J. SCHIMERT.

Es liessen sich im Nervus facialis auf morphologischer Grundlage die folgenden Leitungsbahnen isolieren :

I. Die sensiblen (Geschmacks-) Fasern der Chorda tympani ziehen zu dem Ganglion geniculi, in welchem sich ihre trophischen Zellen befinden. Der zentrale Fortsatz gelangt auf dem Wege des Nervus intermedius in das Centrum. Die von klinischer Seite theoretisch angenommene Geschmacksleitungsbahn, in der die Geschmacksfasern der Chorda zum Nervus trigeminus zurückgelangen sollen, entbehrt jede morphologische Begründung. Die sensiblen Fasern sind morphologisch durch ihr mittelstarkes Kaliber und durch ihre feine Markscheide charakterisiert.

II. Efferente (autonome) Fasern treten durch den Nervus intermedius aus dem Gehirn und gehen, durch das Ganglion geniculi durchlaufend, auf dem Wege des Nervus petrosus superficialis major zum Ganglion sphenopalatinum. Die Fasern bilden zweifellos die praeganglionäre Leitungsbahn der Tränensekretion. Morphologisch sind sie durch ihr äusserst feines Kaliber erkennbar. Es ist also nicht der Nervus facialis selbst, sondern seine «sensible» Wurzel als der Nerv für die Tränensekretion zu bezeichnen. Diese Feststellung erklärt eine Anzahl bis zum heutigen Tage noch nicht erklärbarer klinischen Beobachtungen.

III. Eine ähnliche Leitungsbahn, deren Fasern anstatt in den Nervus petrosus superficialis major, in die Chorda tympani gelangen. Es sind dies praeganglionäre Fasern zu dem Ganglion submandibulare und sublinguale.

Im Gegensatz zu der verbreiteten Ansicht besitzt der Nervus intermedius, obwohl eine typische sensible Wurzel, eine grosse Anzahl praeganglionärer autonomer Fasern. Morphologisch lassen sich diese nicht nur auf Grund ihrer Markscheide, sondern auch dadurch unterscheiden, dass die praeganglionär autonomen Fasern ihre Markscheide viel später als die sensiblen erlangen.

Das Ganglion geniculi ist also den Untersuchungen von LENHOSSÉK, CAJAL, u. WEIGNER entsprechend ein typisches sensibles Ganglion. Zellen von multipolarem Typus können darin nicht nachgewiesen werden, sodass es nicht angängig ist, das Ganglion geniculi als ein autonomes Ganglion zu bezeichnen.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 23. Apr. 1934.)

A PETALOTRICHA AMPULLA NEVŰ OLIGOTRICHA CILIATA MAGVÁNAK KÉRDÉSE.

ENTZ GÉZA r. tagtól.

Ez a tanulmány a «Biologia generalis»-ban 1935. februárjában jelenik meg egész terjedelmében, mint CORI professzor hetvenéves születése napjára készített emlékkönyv egyik dolgozata.

A Tintinnidákról ismeretes, hogy magkészülékük igen különböző módon van kifejlődve. Olyanok mellett, amelyeken a Ciliatákra jellemző makronucleus és egy mikronucleus fordul elő, vannak két makronucleusú és sok makronucleusú fajok is. Ebbe az utóbbi csoportba tartozik a Petalotricha is, melynek makronucleusáról azt említi a szakirodalom, hogy egy makro- és mikronucleusú példányokon kívül vannak olyanok is, amelyek makronucleusainak száma igen nagy. Magam ezt a fajt vashaematoxylinnel festett metszetsorozatokon tanulmányoztam és jelen dolgozatomban kimutatom, hogy mindazoknak a magvakhoz hasonlóan festődő képződményeknek, amelyek a Petalotrichában találhatók, csak egy része valóban magva magának ennek a Tintinnida-fajnak. Ezeknek a száma kb. 100. Ezeken kívül előfordulnak magvak módjára festődő képződmények, mégpedig olyanok, amelyek, úgy látszik, ismeretlen parazitát képviselnek. Tanulmányomban kimutatom, hogy ezek a parazitákhoz tartozó szervezetek szintén több csoportba oszthatók. Vannak közöttük olyanok, amelyek baktériumok (coccusok) halmazából állanak, vannak továbbá fonalszerű képződmények, legnagyobb számban azonban buzogányszerű képletek fordulnak elő, melyek majd egészen sötétre festődnek, majd pedig rajtuk csak festődő pontok hálózata látható. Ezek a képződmények többnyire a plasmatestnek csak egy részében fordulnak elő, nagyságuk

2 és 6 μ között váltakozik, számuk pedig több 100-ra rúghat. (A legnagyobb szám, amit megállapíthattam, 600 volt.) Hogy ezek a képződmények paraziták, az nagyon valószínű, de hogy milyen élőlénycsoportba tartoznak, azt csak az eleven szervezeteken végzendő vizsgálat döntheti el. A Petalotrichának valódi makronucleusa szerkezetével hívja magára a figyelmet, valamint azzal is, hogy elhelyezkedése a protoplasmatestben bizonyos szabályosságot tüntet fel, majdnem azt mondhatnók, hogy az ektoplasma alatt a külső entoplasmában egy, a syncytiumok magvának elhelyezkedéséhez hasonló réteget alkot. Számuk, mint már említém, 100 körüli. Ezek a Petalotricha valódi magvai szerkezetükben eltérnek a Ciliaták magvának szokásos felépítésétől és megegyeznek azzal a mikronucleus felépítéssel, amelyet a *Haptophrya michiganensis* WOODHEAD-ről, *Ciliata*, *Astomea* ismertünk meg. (Bush 1934, p. 261, pl. 21, Abb. 27.) Ezeknek a magvaknak, ellentétben a Ciliaták tipikus makronucleusával, nyugalmi állapotban jól fejlett maghártyájuk és endosomájuk van. Osztódásuk mitotikus, mitózisuk alkalmával öt kromoszomájuk alakul ki, linifonalak és centrumok azonban osztódás közben nem szerepelnek. E megfigyelések szerint a Petalotricha makronucleusa úgy osztódik, mint rendszerint a Ciliaták mikronucleusa szokott osztódni. Miután a makronucleusoknak ez az egészen szokatlan osztódásmódja egymagában is rendkívül érdekes, igen kíváncsot volna, ha más Tintinnidák makronucleusa és annak osztódása is hasonló elmélyedéssel vizsgálhatnák meg. E vizsgálatok ugyanis fényt vetnének a polyenergida-Tintinnidák makronucleusának valódi jelentőségére és így a makronucleusok morfológiai értékére egyáltalában.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1934. június 11-én tartott üléséből.)

ÜBER DAS PROBLEM DER KERNE UND KERNÄNLICHEN EINSCHLÜSSEN BEI PETALOTRICHA AMPULLA FOL.¹

Von GÉZA ENTZ o. M.

An geschnittenen und gefärbten Präparaten von *Petalotricha ampulla* wurden im Plasma neben den eigenen Kernen auch andere Einschlüsse gefunden. Diese wurden untersucht (Immersion), beschrieben und abgebildet. Solche sind Fäkalmassen, verschlungene Nahrungsreste, Bakterienanhäufungen (?), fädige Gebilde (?), stechapfelförmige Gebilde in grosser (100—700) Zahl. Die in minder grosser Zahl (100) in allen Exemplaren von *P. a.* vorhandenen Kerne sind als Macronuclei von *P. a.* aufzufassen, welche oft ähnlich die sogenannte Spaltkerne anderer Ciliaten (auch *Tintinniden*) in Hälften von abweichender Grösse geteilt sind. Diese Kerne sind in der Interphase in ihrem Bau mit dem Bau des Micronucleus von *Hyptophrya michiganensis* übereinstimmend, sie haben eine Kernmembran und besitzen ein Endosom, sie scheinen sich mitotisch unter Bildung von fünf Chromosomen, aber ohne Vorhandensein von Lininfäden und Centren zu teilen.

Laut der Befunde lässt es sich feststellen, dass an *P. a.* die mit einem Endosom versehenen Macronuclei sich anscheinend mitotisch teilen, also nach diesem Modus wie an Ciliaten nur der Micronucleus sich zu teilen pflegt. Nachdem so ein abweichender

¹ Die Arbeit wird als eine Verhandlung in Festschriftband der *Biologia Generalis* für Prof. Cori im Jahre 1935. in extenso (mit Figuren) erscheinen. Hier sollen nur dessen Resultate kurz zusammengefasst mitgeteilt werden.

Teilungsmodus des Macronucleus von allgemeiner Interesse und Wichtigkeit ist, wäre es äusserst gewünscht, wenn die Teilung des Micronucleus auch von anderen Tintinniden eingehend untersucht wäre. Durch eine wahrscheinliche Bestätigung dieser Befunde (an anderen vielkernigen, also Polyenergiden Tintinniden) möchte ein Licht geworfen werden auf den Wert und Bedeutung der Macronuclei vielkernigen Tintinniden, und vielleicht ähnlicher Ciliaten überhaupt.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 11. Juni 1934.)

NEUE ERKENNTNISSE ÜBER DEN BAU DER ZELLE.

Von GEZA ENTZ o. Mitglied, Tihany (Ungarn).

Heute ist es jedem bekannt, dass der Körper der Pflanzen und Tiere aus kleinen Teilen derart aufgebaut ist, wie ein Gebäude.

Diese Teile sind aber so klein, dass sie mit dem unbewaffnetem Auge nicht sichtbar sind.

Das ist die Ursache davon, dass über den feineren Aufbau der Tiere und der Pflanzen nur seit der Zeit gesprochen werden kann, seit der das Werkzeug der stärkeren Vergrößerungen, das Mikroskop, erfunden wurde. Als am Ende des siebzehnten Jahrhunderts ein englischer Gelehrter, Hooke, mit seinem Mikroskop Schmitte durch den Kork, sowie durch Holundermark untersuchte, entdeckte er in beiden kleine fünf- bis sechseckige Räume. Diese Räume fand er den Zellen der Honigwaben ähnlich, und deshalb nannte er sie auch Zellen. Viele bemühten sich nach dieser Entdeckung mit dem Studium des feineren Aufbaues der Pflanzen und der Tiere, und überall konnte man feststellen, dass sowohl der Körper der Tiere wie auch der Pflanzen aus solchen kleinen Räumen besteht. Anfangs dachte man, dass die wichtigste Eigenschaft dieses Aufbaues darin bestände, dass die Pflanzen aus kleinen *Räumen* bestehen, welche durch ziemlich feste aber dünne Scheidewände, sogenannte Zellwände, getrennt sind. Bald zeigte es sich aber, dass nicht diese *Wände* der wichtigste Teil sind, auch nicht die durch die Wände umschlossenen *Räume*, sondern der *Inhalt* der Räume.

In den Räumen ist nämlich ein eigenartiger Stoff vorhanden. Dieser Stoff ist durchsichtig, lässt sich aber von Wasser durch seine abweichende Lichtbrechung unterscheiden, auch sind darin

verschiedene Körperchen vorhanden. Wurde dieser geformte Inhalt der Zelle *berührt*, so zeigte er sich schleimartig, liess sich in Fäden ausziehen und zog sich darauf wieder zusammen. Es ergab sich also, dass in der Zelle ein schleimartiger, sich zusammenziehbarer und reizbarer Körper vorhanden ist. Allmählich wurde erkannt, dass für das Leben der Zelle eben *dieser Stoff* wichtig ist: nur in den lebenden Zellen, sowohl von Pflanzen, wie Tieren, wurde er gefunden und auch festgestellt, dass bei den Tieren die Zellwände sehr dünn sind oder auch fehlen.

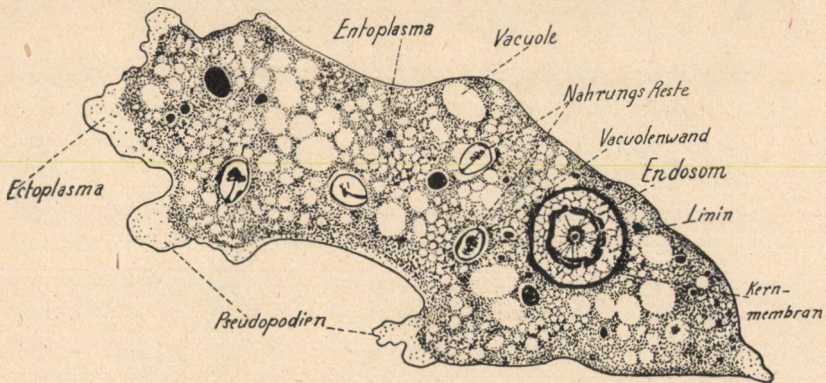


Fig. 1. Eine Amöbe, *Amoeba (Hydramoeba) hydroxena*. Schnitt.

Die Zelle besteht nun aus diesem schleimartigen, reizbaren Stoff, worin ein kleiner abgerundeter Körper vorhanden ist. Den schleimartigen Körper erkannte man so als den einen wichtigen Teil der Zelle und nannte ihn Urbildungsstoff, griechisch Protoplasma oder Plasma, den darin eingeschlossenen runden Körper bezeichnete man als Kern. (Fig. 1.)

So hatte sich im Laufe der Zeit herausgestellt, dass die Zelle der Tiere und Pflanzen aus zwei Hauptbestandteilen, aus dem Protoplasma und aus dem Kern besteht.

Wir wollen im folgenden über diese beiden Hauptbestandteile sprechen, weiterhin über einige andere Bestandteile und zum Schlusse darüber, wie wir heute die Zelle als Ganzes und als Baustein der Organismen auffassen müssen.

Heute haben wir, wenn wir diese zwei wichtigsten Bestand-

teile der Zelle uns in Erinnerung bringen, eine von dieser einfachen Vorstellung etwas verschiedene Auffassung. Zu allererst zeigte es sich, dass im Protoplasma auch recht verschiedene Teile ausser dem Kern vorhanden sein können und ferner, dass sowohl das Protoplasma *selbst*, wie auch der *Kern* nicht so einfach in ihren Bau sind, wie es sich anfangs zeigte.

Als einen, in das Protoplasma eingeschlossenen Bestandteil hatte man in Pflanzenzellen die kleinen, zumeist grünen Körperchen entdeckt, die Blattgrün-Körperchen, welche sich ernähren, heranwachsen und sich auch vermehren.

Dann entdeckte man in der tierischen Zelle, ja auch in einigen Pflanzenzellen und vielen Urtierzellen neben dem Kern ein äusserst kleines Körperchen, welches bei der Vermehrung, der Teilung des Zellkernes und der ganzen Zelle eine wichtige Rolle spielt, welches eben deswegen als Zellzentrum, lateinisch *Cytopentrum* benannt wurde.

Ferner erwies sich, dass im Plasma — auch in den Tierzellen — farblose, den Blattgrünkörperchen vergleichbare kleine Körperchen von bald abgerundeter, bald länglicher Form vorkommen, welche oft perlschnurartig sich einander reihen und welche man Körnchenreihen, griechisch *Mitochondrien* benannte. Und noch manch andere Organe wurden in der Zelle gefunden, welche mit der Ausscheidung oder mit anderen Arbeiten in Zusammenhang stehen.

Auch wurden die verschiedensten Betriebs-, Reserve-, Nahrungs- und Ausscheidungsstoffe in sichtbarer Form in den Zellen entdeckt, sowie eine ganze Reihe von Stoffen, welche im Leben der Zellen verschiedene Rollen spielen und deren mit Namen versehene lange Reihen selbst den mit Fachausdrücken spielenden Gelehrten schwindelig machen. Die auf all diese (auch sehr wichtige Bestandteile) sich beziehenden neueren Erkenntnisse seien eben nur berührt, wir wollen uns eben etwas eingehender nur mit dem Protoplasma und dem Kern beschäftigen.

Schon mit dem gewöhnlichen Mikroskop kann man sich bald davon überzeugen, dass das Protoplasma oft nicht strukturlos erscheint, vielmehr einen gewissen Feinbau (Fig. 2) hat. In wissenschaftlichen Kreisen wurde viel darüber disputiert, da die Gelehrten die verschiedensten Meinungen darüber äusserten. Heute ist

es nach mühsamen Untersuchungen und durch von sehr verschiedener Seite gemachte Experimente festgestellt, dass diese Feinstrukturen mit der Arbeit des Protoplasma zusammenhängen und während einer bestimmten Arbeit, oder während des Experimentes vorhanden sind, dann aber wieder verschwinden.

Ob das Protoplasma eine, mit dem gewöhnlichen Mikroskop sichtbare, immer vorhandene Feinstruktur hat, ist auch heute noch strittig.

Wird aber das Protoplasma auf diese Art untersucht, wie die mikroskopisch nicht sichtbare Feinstruktur der Krystalle von den

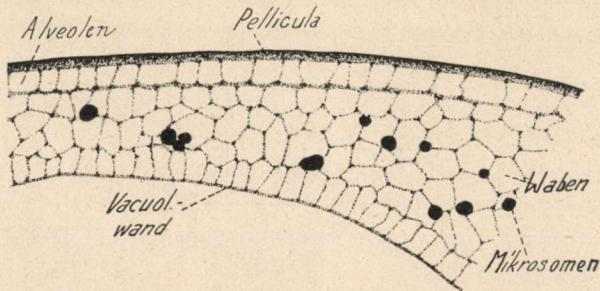


Fig. 2. Feinbau des Protoplasmas. Teil einer lebenden Vorticelle in der Gegend der kontraktiven Vacuole, deutliche Waben und Alveolenschicht. Verg. 1250.

Mineralogen und den Physikern, nämlich mit dem sogenannten Ultramikroskop, dem Polarisationsmikroskop und den Röntgenstrahlen, so kann man in manchen Bildungen — welche im Plasma und im Kern vorkommen — einen Bau beobachten, welcher an den Bau der Krystalle erinnert. Diese Gebilde: wie z. B. sehr feine Plasmafäden, sogenannte Fibrillen und ein Bestandteil des Kernes ist aus nur mit den genannten Methoden wahrnehmbaren ungemein kleinen Teilchen aufgebaut, welche man Micellen nennt. Diese Teilchen wurden beim Aufbau der Zellwand schon lange vorher theoretisch als vorhanden angenommen.

Für die ersten Untersucher galt der Zellkern als ein kleiner, etwas festerer Körper, welcher sich bei der Vermehrung der Zelle in der Mitte einschnürt und so sich teilt. Heute haben wir auch diesbezüglich andere Begriffe. Wir wissen, dass der Kern einen

sehr verwickelten Bau hat, welcher sich bei der Vermehrung des Kernes, bei seiner Teilung äussert. Wir vermögen durch unsere Methoden die verschiedenen Bestandteile auseinander zu halten. Wir haben erfahren, dass im Zellkern dadurch, dass wir sie färben, verschiedene Bestandteile zu unterscheiden sind.

Ein Teil färbt sich stark, weshalb er als färbbarer Teil, griechisch Chromatin genannt wird. Dieses Chromatin spielt bei der Kernvermehrung, sowie bei der Befruchtung und der Vererbung eine grosse, wichtige Rolle.

Bei der Teilung erfährt der Kern tiefgehende Veränderungen, es entstehen in ihm aus dem Chromatin stark färbbare Fäden, sog. Kernschleifen, welche sowohl in ihrer Zahl, Grösse und Form für jede Art konstant sind. Wegen ihrer grossen Wichtigkeit werden diese Teile mit Recht mit einem Namen belegt, welchen wir uns merken sollen, sie werden griechisch als Chromosomen, d. h. aus Chromatin bestehende Körper bezeichnet.

Diese Chromosomen oder Kernschleifen werden bei der Kernteilung auf die beiden Zellen in gleicher Zahl und Grösse, also in gleicher *Menge* verteilt, so, dass eine jede Körperzelle immer eine gewisse und gleiche Zahl von Chromosomen besitzt. Man erkannte, dass bei der Befruchtung sich zwei Zellen vereinigen. Würden sich zwei gewöhnliche Körperzellen vereinigen, so entstünden nach der Befruchtung Zellen, deren Kerne die doppelte Zahl von Chromosomen enthalten würden. Dass dies nicht geschieht, wird dadurch erreicht, dass die Kerne dieser Zellen, welche sich vereinigen sollen, eine eigentümliche Teilung durchmachen, bei welcher ihre Chromosomen auf die Hälfte der gewöhnlichen Chromosomenzahl reduziert werden. Es lassen sich demzufolge bezüglich der Zahl der Chromosomen bei Tieren und Pflanzen zwei Gruppen von Zellen unterscheiden, die Körperzellen mit doppelter Chromosomenzahl und die Geschlechtszellen mit der halben Anzahl von Chromosomen.

Bei dem Studium der Kernteilung der Geschlechtszellen stellte sich heraus, dass unter den männlichen Geschlechtszellen der Zahl der Chromosomen nach zwei Arten vorhanden sein können, in der einen von ihnen ist um ein Chromosom mehr als in der anderen.

Die weiblichen Geschlechtszellen sind aber betreffs der Zahl

ihrer Chromosomen immer von derselben Art. Vereinigen sich nun Zellkerne mit gleicher oder verschiedenen Chromosomenzahl, so können Organismen entstehen, welche, obzwar zu ein und derselben Art gehörig, in der Zahl ihrer Chromosomen doch verschieden sind. Diese zwei zur selben Art gehörenden, befruchteten Zellen entwickeln sich dann auch verschieden, die einen werden zu Männchen, die anderen zu Weibchen. So sehen wir, dass die Bestimmung des Geschlechts eines Individuums auf dem Vorhandensein oder Fehlen *eines Chromosoms* beruht, also das Geschlecht wird durch ein *Chromosom bewirkt*, es vererbt sich durch das Chromosom. Tatsächlich sind also die *Chromosomen die Träger der Vererbung*. Das experimentelle Studium der Vererbung und das Studium des Verhaltens und der Struktur der Chromosomen andererseits haben auch in den Gang der Vererbung einen tiefen Einblick möglich gemacht. Heute entwirft man von den Chromosomen — ähnlich den Landkarten der Geographen — ganze Karten, an welchen die einzelnen Orte der Chromosomen angegeben und in ihrer Entfernung bestimmt werden. Fehlen oder Vorhandensein dieser Orte bedingt Ausfall oder Auftreten einer *Eigenschaft bei der Vererbung*.

Wir erwähnten, dass im Protoplasma unter anderen fädige Gebilde entstehen können. Wir wissen, dass diese Plasmafäden zum Teil zur Festigung dienen, also eine Art Skelett formen, zum Teil durch ihre Kontraktionen die Beweglichkeit unterstützen, zum Teil aber die verschiedensten Zellorgane, namentlich die Körperoberfläche miteinander durch ihre feinen Züge verbinden. Auch hatte es sich gezeigt, dass diese Fäden bei gewissen Urtieren alle an einer Stelle im Plasma zusammenlaufen, sozusagen einen *Mittelpunkt*, eine Art *Zentrum* haben. Viele Gelehrte glauben, dass diese feinen Fäden, wie die Nerven des Nervensystem's, einer Art «Zellnervensystem» entsprechen.

Es hatte sich also herausgestellt, dass gewisse Zellen einen sehr verwickelten Bau haben. In solchen Zellen haben sich zur Verrichtung der verschiedenen Arbeiten sehr komplizierte Einrichtungen, ganze System von Organen entwickelt. Aber auch das Gegenteil fehlt nicht. Einem jeden ist die Amoebе als ein einfaches Plasmaklumpchen mit einem Kern darin bekannt. Die Amoebе wird stets als Beispiel des einfachsten Tieres erwähnt und doch kann

sie ihre Nahrung nicht nur spüren, also wählen, verfolgen und überwältigen, sondern sie auch durch ihr formloses Plasma mechanisch in kleine Stücke zerteilen.

Aus alledem über die Zelle Mitgeteilten ist zu ersehen, dass unter den Zellen grosse Verschiedenheit vorkommt. Manche Zellen sind überaus verwickelt gebaut, andere haben aber einen sehr einfachen Bau. Schliesslich sind auch darin Verschiedenheiten, dass nicht in allen Zellen alle Bestandteile vorhanden sind. Einem jeden ist bekannt, dass Blattgrünkörperchen nur in grünen Pflanzen vorkommen. Vielleicht ist auch bekannt, dass in den sogenannten Zellen der Bakterien, sowie in denjenigen der Blaualgen kein typischer Zellkern vorkommt.

Nach der Entdeckung der Zelle wurde sie aufgefasst als *diejenige* lebendige Einheit, woraus die Lebewesen *aufgebaut* sind oder in der Entwicklung *daraus entstanden* sind. Sie wurde als ein Elementarorganismus dargestellt. Elementarorganismus will ausdrücken, dass die Zelle die *selbständige*, die *lebensfähige* Einheit der Lebewesen ist.



Fig. 3. *Bacillus radicosus* mit sogenannten Chromidalkernen oder offenen Kernen. Verg. ca. 2400.

Es wurde angenommen, dass alle lebenden Wesen *entweder* aus Zellen aufgebaut sind, oder selbständig lebende Zellen darstellen. Ferner nahm man an, dass ausser den Zellen keine anderen zu selbständigen Leben befähigten Organismen und Bestandteile der Lebewesen vorkommen. Heute wissen wir, dass diese Auffassung doch auch nicht ganz streng genommen werden kann. Wir wissen, dass es fraglich geworden ist, ob tatsächlich alle Lebewesen zellig gebaut sind, das heisst eine Zelle darstellen oder einen aus Zellen bestehenden Bau haben. Strittig ist es, ob den Bakterien sowie einer Gruppe von Algen ein Zellkern zukommt oder nicht (Fig. 3). Wenn es richtig ist, dass diese Lebewesen keinen Zellkern haben, dass es also «kernlose» Organismen gibt, dann müssen wir entweder den Begriff der Zelle anders fassen, oder aber wir müssen sagen, dass es auch Lebewesen gibt, welche *nicht* nach der Art der Zelle

beschaffen sind. Ferner sind auch nicht *alle* aus Kern und Plasma bestehenden Organismen in einzelne, abgeschlossene Einheiten aufgeteilt, also von Zellen gebildet. Wir kennen gewisse Meeresalgen, die Schlauchalgen (Fig. 4), sowie auch unter den Schimmeln die Schlauchpilze, deren Körper nicht aus einzelnen Zellen besteht, sondern aus einem von einer Membran umgebenen Schlauch, in welchem das Protoplasma nicht auf Räume, also nicht auf

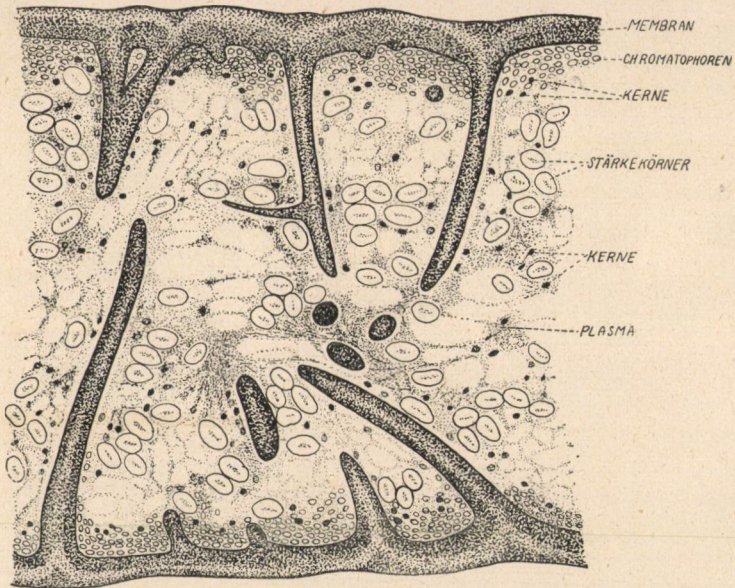


Fig. 4. Querschnitt durch ein «Blatt» einer Schlauchalge (*Caulerpa prolifera*), einer polyenergidigen Zelle.

Zellen aufgeteilt ist und in welchem dann oft viele Hunderte von Kernen vorkommen können. Es gibt aber auch unter den tierischen Lebewesen, namentlich unter den Urtieren viele, welche aus einer mehr oder minder grossen Protoplasamasse bestehen, worin viele Kerne liegen. In solchen Organismen ist trotz der Einheitlichkeit der Protoplasamasse und Vielheit von Kernen doch eine engere Beziehung zwischen den Kernen mit dem sie umgebenden Plasma vorhanden, weshalb man sagt, dass in diesem Falle ein jedes Stückchen Plasma unter der Herrschaft *eines* Kernes steht.

Der Körper eines so gebauten Organismus besteht jedoch nicht aus Zellen, sondern aus einer grossen Protoplasmamasse mit vielen Kernen. Die von einem Kern beherrschte Plasmamasse betrachtet man als eine Einheit und nennt man Energide. Es gibt demnach Organismen, welche aus Zellen aufgebaut sind, sowie auch solche, welche, obzwar sie aus Plasma und Kern bestehen, doch keine echten Zellen formen, sondern als Energiden ausgebildet sind, schliesslich auch solche, welche keinen Zellkern haben, *also nur* aus *Plasma* bestehen.

Mit der Untersuchung der Energiden hatte sich hauptsächlich die Protistologie beschäftigt. Es stellte sich heraus, dass wenn man von Energide spricht, d. h. von der gegenseitigen Beziehung von Zellkern und Plasma, das Gewicht *darauf* gelegt werden muss, dass in einer Plasmamassen mehrere bis viele Kerne vorhanden sind. Solche vielkernige Plasmamassen kommen aber nicht nur bei den Schlauchalgen und Schlauchpilzen, sowie Urtieren vor, sondern auch bei sogenannten höheren, vielzelligen Tieren. So ist z. B. unter dem Hautpanzer der Krebstiere und Insekten eine einheitliche Plasmamasse, ein Plasmalager vorhanden, in welchem viele Hunderte, ja Tausende von Kernen zerstreut liegen. Diese grossen vielkernigen Plasmamassen der vielzelligen Tiere werden als verschmolzene Zellverbände-*Syncytien*, bei den Urtieren aber als *Plasmodien* bezeichnet. Es hatte sich auch gezeigt, dass eigentlich alle Zellen bei vielzelligen Pflanzen und Tieren miteinander in mehr oder minder enger Verbindung stehen; die Zellen sind voneinander auch im vielzelligen Organismus nicht streng getrennt, wenn auch eine sie trennende Membran (Zellwand) vorhanden ist, vielmehr sind sie durch die Membran hindurch miteinander durch breitere oder schmalere Plasmafäden verbunden. Viele Gelehrte betrachten diese Verbindung der einzelnen Zellen miteinander für so wichtig, dass sie sagen, eigentlich bildet ein jedes Lebewesen eine grosse zusammenhängende Plasmamasse ähnlich wie ein Plasmodium, nur ist das Plasma in diesem Riesenplasmodium an verschiedenen Stellen und in den verschiedenen Organen seiner *Arbeitsleistung* gemäss *anders* ausgebildet.

Es gibt Lebewesen, namentlich gewisse Urtiere, welche zwar anscheinend einer aus Plasma und Kern bestehende Zelle ent-

sprechen, deren Kern sich aber eigentümlich verhält und zwar so, dass so ein Kern nicht *einem* Kern, sondern *mehreren* Kernen entspricht. Bei der Teilung können sich solche Kerne zu vielen Kernen ausbilden und ein jeder dieser Teile des ursprünglich einheitlichen Kerns benimmt sich so, wie der ursprüngliche Mutterkern.

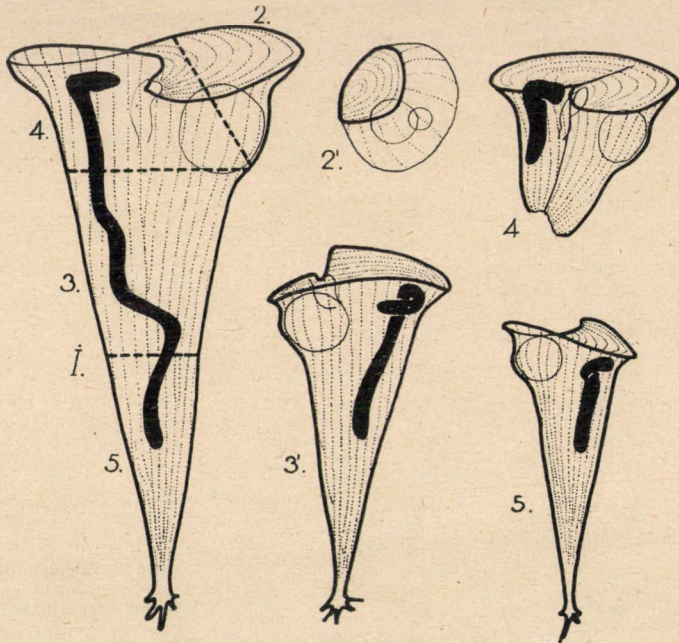


Fig. 5. Trompetentierchen (*Stentor roeselii*), Merotomieversuch. Das Individuum I. wurde in vier Teile zerlegt (2, 3, 4, 5), drei (3, 4, 5) die Teile des Kernes mitbekommen haben, und einen kernlosen (2). Die drei ersteren haben sich zu völlig normalen Tieren regeneriert (3', 4', 5'), das letztere hat sich abgekugelt (2') und geht zugrunde Vergl. ca. 280.

Es entstehen aus Organismen mit einem solchen Kern auf einmal viele, welche alle einer Zelle entsprechen, da alle — oft Hunderte der Abkömmlinge — einen lebensfähigen Kern und dazugehöriges Plasma haben. Besonders deutlich ist das Verhalten solcher Kerne beim Trompetentierchen (Fig. 5). So ein Trompetentierchen erreicht die Länge von 1 mm und hat einen sehr grossen Kern. Wird das Tierchen in Stücke geschnitten, deren jedes ein

Stückchen vom Kern besitzt, so entstehen aus allen «Zellstückchen» wieder vollständige Tierchen. Die Zahl dieser Teilstücke kann hundert erreichen und ein jedes diesen *Stückchen* verhält sich so, wie die Zelle als letzte, kleinste lebendige Einheit sich verhalten *muss*, es zeigt alle Lebenserscheinungen, es lebt. Diese Untersuchungen über die Aufteilbarkeit der Zelle beweisen, dass was wir als Zelle und Zelle benennen, in diesem Falle *nicht* den *gleichen* Wert hat. Die Zelle eines vielzelligen Tieres und auch die Energide besteht aus einer Verbindung von Zellkern und Plasma. Am Trompetentierchen haben wir ein Lebewesen vor uns, welches zwar den

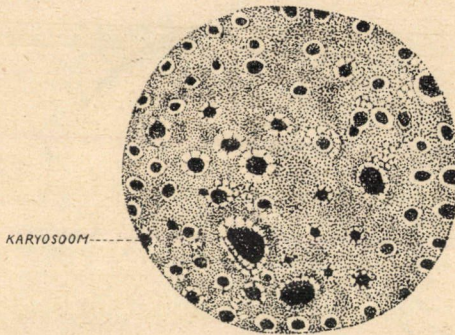


Fig. 6. Polynergider Kern von *Wagnerella borealis*. Ein jedes Karyosom entspricht einem Kern.

Anschein nach nur *einen* Kern hat, dieser Kern hat aber nicht den Wert von einem einzigen, sondern von *vielen* Kernen, weshalb wir solche Kerne als *vielwertige Kerne* (Fig. 6), im Gegensatze zu den *einwertigen Kernen* stellen. Eine Zelle, welche aber einen vielwertigen Kern hat, ist auch als eine *vielwertige Zelle* zu betrachten im Gegensatze zu einer *einwertigen Zelle*. Es gibt aber, Zellen, in denen nicht *ein*, sondern *zwei* Kerne vorkommen. (Fig. 7.) So bei den mit Flimmerhärchen versehenen Aufgusstierchen. Diese haben neben einem kleinen Kern auch einen sehr grossen. Diese zwei Kerne verhalten sich verschieden, sie haben untereinander die Arbeit des einzigen Kernes geteilt. Der Grosskern spielt bei dem Stoffwechsel eine Rolle, der Kleinkern bei der Vermehrung. Weil der Grosskern nur bei *gewissen*

Lebenserscheinungen eine Rolle spielt, hat er *nicht alle* Eigenschaften eines *typischen* Kerns, welcher ja bei allen Lebenserscheinungen mitwirken muss.

Der Grosskern hat also nur einen Teil der Kerneigenschaften, weshalb er als teilwertiger Kern bezeichnet wird, im Gegensatz zu den vollwertigen Kernen. Auch sahen wir, dass zwischen den Körperzellen und den Geschlechtszellen eine Verschiedenheit in

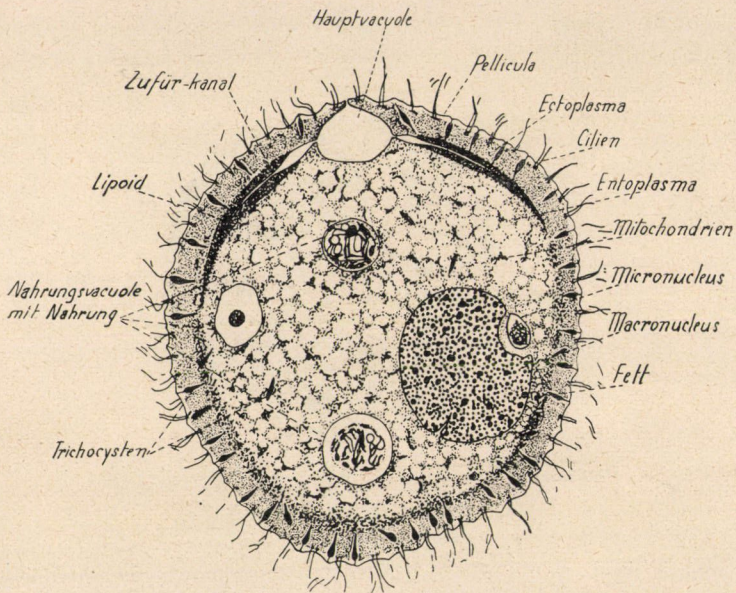


Fig. 7. Querschnitt durch ein Aufgusstierchen, Pantoffeltierchen (Paramecium) mit zwei (Macro- und Micronucleus) ungleichwertigen Kernen.

der Zahl der Chromosomen besteht, sie sind diesbezüglich mit einfacher und mit doppelter Chromosomenzahl versehene Zellen.

Es hatte sich endlich auch herausgestellt, dass nicht nur die Zellen der vielzelligen Tiere leben, sondern die von den Zellen selbst erzeugten Produkte, welche zwischen den Zellen liegen, die keinen zelligen Bau aufweisen, trotzdem sich vermehren und auch andere Lebenserscheinungen, wenn auch in beschränkterem Grade als die Zellen selbst zeigen.

Wie aus diesem, nur in groben Umrissen gegebenen Überblick

zu ersehen ist, hatte sich unser Begriff von der Zelle und dem sogenannten Bau der Organismen stark, von der sehr einfach vorgestellten, ursprünglichen Auffassung entfernt. Wir kennen heute:

- a) kernlose,
- b) zellig aufgebaute,
- c) nichtzellige Lebewesen,

und in Organismen mit einem Kern kann der Kern auch verschiedenen Wert haben; es gibt:

einwertige,
vielwertige und

teilwertige Kerne, beziehungsweise «Zellen», mit solchen Kernen, sowie auch Kerne mit einfacher und doppelter Zahl von Chromosomen, ja sogar die Zwischenzellensubstanz kann Lebenserscheinungen zeigen.

Unser heutiger Begriff über die Zelle weicht so stark von dem ursprünglichen Zellbegriff ab, dass es vielen Forschern fast nötig erscheint von einer Revision, ja sogar Aufhebung des Zellbegriffes und der Zellenlehre zu sprechen.

Soviel steht fest, dass sich ein riesiges Tatsachenmaterial über die Eigenschaften der Baubestandteile der Organismen angehäuft hat.

Es scheint mir aber notwendig, dass dieses Material erst gesichtet, wissenschaftlich noch durchgearbeitet und zu einem Bilde vereinigt werden muss, um uns einen Begriff von diesem Wunderwerk, der «Zelle» zu geben, welche sich körperlich so einfach, als ein Klümpchen Protoplasma mit einem Kern darin darstellt.

{Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 11. Juni 1934.)

MAI FELFOGÁSUNK A SEJT FELÉPÍTÉSÉRŐL.

ENTZ GÉZA r. t.-tól.

Ez a dolgozat az Uexküll-émlékkönyv részére készült, amelyet barátai és tisztelői hetvenéves születésnapja alkalmával óhajtanak a híres biológusnak átadni. Az összefoglalt dolgozatok a bizottság határozata szerint más folyóiratban is megjelenhetnek, s ezért van szerencsém azt itt bemutatni és a tek. Akadémiát arra kérni, hogy az az osztály Értesítőjében napvilágot láthasson. Mint a dolgozat címe elárulja, összefoglaló ismertetésről van benne szó, annak a kérdésnek, hogy mi a tartalma annak a fogalomnak, amelyet ma a sejt nevével jelölünk meg. Ismertetésemben a sejt fogalmának kialakulásából indulok ki, majd ismertetem a sejt egyes alkatrészeit és rátérek az alkatrészek alaktani értékének megállapítására. A dolgozatban reámutatunk arra, hogy a sejtről alkotott felfogásunk teljesen megváltozott, és hogy az, amit sejtnak nevezünk, különböző értéket képvisel. Elfogadom M. HARTMANN-nak azt a hipotézisét, amely szerint a sejt meghatározásához a protoplasmán kívül a szervezetre jellemző egyszeri kromoszómaszámból felépített mag tartozik. A két alkatrész egymáshoz való tartozása viszonylagos és az ú. n. sejtek között a kromoszómagarnitúrák mennyisége, száma szerint lehet különböző csoportokat megkülönböztetni. Ezen az alapon oszthatók be az energida mono- vagy polyenergidák csoportjába. Dolgozatomat néhány rajz teszi érthetőbbé, az egész arra iparkodik, hogy azt ne csak a szakember érthesse meg.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1934. jún. 11-én tartott üléséből.)

REVISION DER BOREOALPINEN KOLEOPTEREN AUF VERGLEICHEND-ANATOMISCHER GRUNDLAGE.

Von WILHELM SZÉKESSY.

I. TEIL.

Einleitung.

Boreoalpine Tierformen sind solche, welche in diskontinuierlicher Verbreitung im Norden der paläarktischen Region und in den höheren Lagen der Gebirge Mitteleuropas (und teilweise auch noch Südeuropas und Zentralasiens) vorkommen, im Zwischengebiet aber vollständig fehlen. Sie stellen einen Rest jener hochnordischen Fauna dar, die während der Glazialperiode in den nichtvergletscherten Teilen Mitteleuropas lebte. Indem diese Arten am Ende der Eiszeit den zurückweichenden Gletschern folgten und sich hiebei einerseits nach dem hohen Norden von Europa, andererseits in die höheren Gebirgslagen der mitteleuropäischen (und zum Teil auch südeuropäischen) Hochgebirge zurückzogen, entstand die für die boreoalpinen Tierformen bezeichnende, diskontinuierliche Verbreitung.¹

Zu den Tierformen, die nach ihrem Verhalten als typisch boreoalpin zu betrachten sind, gehört auch eine Anzahl von Vertretern (nach K. HOLDHAUS 37 Arten)² aus der Ordnung der Koleopteren. Meine Aufgabe sollte nun darin bestehen, durch genaue, anatomische Untersuchung des Kopulationsapparates fest-

¹ Annal. k. k. Hofmus. Wien, 1912. p. 400.

² L. c. p. 421—428.

zustellen, ob diese borealpinen Faunenelemente tatsächlich vollkommen einheitliche Arten darstellen, oder ob sich auf Grund anatomischer Merkmale eine Zerlegung einzelner, borealpiner Koleopterenarten in mehrere Spezies oder Rassen durchführen lasse. Alle borealpinen Arten waren bisher ausschliesslich auf äusseren Merkmale begründet. Da in letzter Zeit in verschiedenen Koleoptereingattungen durch die anatomische Untersuchung des Kopulationsapparates sehr weitgehende Änderungen der Spezies-systematik herbeigeführt wurden, war auch bei den borealpinen Arten mit der Möglichkeit zu rechnen, dass verschiedene dieser Formen bei genauer anatomischer Untersuchung in mehrere getrennte Spezies zerfallen könnten.

Bei der vorliegenden Untersuchung wurde das hauptsächlichste Augenmerk auf den Bau des männlichen Kopulationsapparates gelegt. In einigen Fällen musste ich auch den weiblichen Kopulationsapparat einer genauen anatomischen Untersuchung unterziehen (s. Curculionidae). Der anatomische Aufbau des männlichen Kopulationsapparates ist heute eines der sichersten, systematischen Merkmale, da seine Unterschiede schon bei ganz nahe verwandten Arten in der Regel so bedeutend sind, dass sie uns wesentlich leichter zu einer Bestimmung dienen können, als sehr viele äussere Merkmale, die unsere Augen selbst unter der Lupe nur sehr schwer festzustellen und festzuhalten vermögen. Dass der anatomische Bau aber innerhalb einer Art so gut wie keiner Veränderung oder Modifikation unterworfen ist, hat durch die vorliegende Arbeit eine neuerliche Bestätigung erfahren. Die Exemplare, die ich zu meinen Untersuchungen verwendete, stammten, wie es der Natur des Themas entspricht, von ganz verschiedenen Fundorten.¹ Trotzdem ging die Übereinstimmung im anatomischen Aufbau immer bis ins kleinste Detail. Wenn aber, wie es bei einigen Arten der Fall war, sich dennoch Unterschiede herausstellten, so zeigte eine darauffolgende, genaue Untersuchung der äusseren Merkmale immer, dass auch noch andere Unterschiede vorhanden waren und dass daher das betreffende Exemplar einer anderen Art an-

¹ Im deskriptiven Teil ist neben der Fundortsbezeichnung der Name des Sammlers vermerkt, soweit er angegeben war.

gehörte. Vollständige Übereinstimmung zeigten auch Serien von Penispräparaten, die ich von Exemplaren mit der gleichen Provenienzangabe herstellte (*Nebria Gyllenhali* SCHÖNH. und *Arpedium brachypterum* GRAV.). Bei den Curculioniden bezog ich auch den weiblichen Kopulationsapparat in meine Untersuchung ein, wobei sich das Receptaculum seminis als das wichtigste Vergleichsmerkmal erwies, das in Bezug auf seine Verwendbarkeit für die Speziesunterscheidung dem männlichen Kopulationsapparat gleichzustellen ist.

Material und Technik.

Den Grossteil des Untersuchungsmateriales stellte mir Herr Direktor Dr. KARL HOLDHAUS auf liebenswürdigste Weise aus den reichhaltigen Sammlungen des Wiener Naturhistorischen Museums zur Verfügung. Für den mir im 2. zoologischen Institute der Universität in Wien überlassenen Arbeitsplatz danke ich meinem verehrten Lehrer, Herrn Professor Dr. JAN VERSLUYS. Ausser für die Überlassung des Untersuchungsmateriales muss ich Herrn Direktor Dr. K. HOLDHAUS noch dafür herzlichst danken, dass er mir während meiner ganzen Arbeit mit Rat und Tat zur Seite stand. Herrn Assistenten Dr. WILHELM KÜHNELT danke ich für zahlreiche Anleitungen und Anregungen. Ausserdem gestatte ich mir folgenden Herrn für die Überlassung von Untersuchungsmaterial meinen Dank auszusprechen:

Direktor ERNÓ CSIKI in Budapest,
 Mag. scient. KAI HENRIKSEN in Kopenhagen,
 Dr. WALTER HORN in Berlin—Dahlem,
 Professor Dr. RENÉ JEANNEL in Paris,
 Dr. J. KINEL in Lemberg,
 Dr. KARL H. LINDROTH in Stockholm,
 Direktor THOMAS MÜNSTER in Bygdö, Norwegen,
 Professor Dr. KARL ALFONS PENECKE in Czernowitz,
 Professor Dr. OTTO SCHEERPELZ in Wien,
 Dr. STANISLAUS SMRECYNSKI in Krakau, Polen.

Die Behandlung des Materiales war in den meisten Fällen nicht sehr kompliziert. Da ich durchwegs nur trocken konservierte Exemplare zur Verfügung hatte, musste ich sie zuerst in destillier-

tem Wasser einige Minuten lang aufkochen. Die auf diese Weise weich gewordenen Stücke—manche waren schon weit mehr als 40 Jahre in Sammlungen aufgestellt gewesen—liessen sich in der Regel sehr gut weiterbehandeln. Unter dem Binokularmikroskop schlitzte ich mit einer feingeschliffenen Nadel seitlich das Abdomen auf und zog oder drehte dann den Kopulationsapparat heraus. Bei den Staphyliniden war dieses einfache Verfahren nicht durchzuführen, da die Abdominalsegmente in dieser Familie meist zu stark chitinisirt sind. Hier versuchte ich nun das letzte, bezw. die beiden letzten Abdominalsegmente auf einer Seite abzutrennen und auseinanderzuklappen. Nun konnte man in vielen Fällen den Penis vorsichtig nach vorne aus dem abgetrennten Teil des Abdomens herausziehen. Manchmal blieb mir allerdings nichts anderes übrig, als diese letzten Segmente vollständig zu zerstören, wenn ich den Kopulationsapparat unversehrt erhalten wollte. Meist liess sich aber dieses Zerstören vermeiden und die Staphyliniden konnten ebenso wie die anderen Arten, nachdem sie mit absolutem Alkohol getrocknet worden waren, wieder aufgeklebt werden. Bei den Curculioniden musste ich das Abdomen von der Ventralseite aus vollkommen abtrennen, um zum Penis zu gelangen. Der herauspräparierte Kopulationsapparat wurde dann in absolutem Alkohol wasserfrei gemacht und in Nelkenöl übertragen, in dem er in wenigen Tagen ganz durchsichtig wurde. Hier verblieb das Präparat, bis seine Bearbeitung abgeschlossen war. Nach dieser Zeit konnte es anstandslos in ein Dauer- oder Trockenpräparat umgewandelt werden. Die Präparate allzulange im Nelkenöl zu belassen, ist nicht anzuraten, da sie nach einigen Monaten sehr spröde und brüchig werden. War der Kopulationsapparat durch Muskel- oder Fetteinlagerungen undurchsichtig, so behandelte ich ihn mit Kalilauge. Entweder wurde das Präparat in 5 % Kalilauge (mit einigen Tropfen Glyzerin als Zusatz) einige Minuten hindurch bis zum Sieden erhitzt, dann in Wasser ausgewaschen und so wie früher weiterbehandelt, oder es kam in eine hochkonzentrierte, 40 % Kalilauge und verblieb dort durch 24 Stunden bei Zimmertemperatur. Für die Untersuchung des männlichen Kopulationsapparates der Staphyliniden gibt SCHEERPELTZ¹ eine eigene Methode an (Quellung

¹ Koleopt. Rundschau, Bd. 13, 1927, p. 248.

in einem Alkohol-Eisessig-Sublimat-Gemisch). Diese Art der Behandlung ergab bei frischem, richtig konserviertem Material sehr gute Resultate. Bei altem Material liess sich jedoch die zuerst erwähnte Methode mit mehr Erfolg anwenden. Zum Schlusse muss ich noch eine Methode erwähnen, die ich bei einigen Untersuchungen verwendet habe. WALTER HORN¹ gebraucht 50 % Eisessig, in den er die zu untersuchenden Exemplare durch 15—30 Minuten bei 40—50° C, oder durch 24 Stunden bei Zimmertemperatur einlegt. Die so behandelten Stücke werden sehr weich, setzen einer weiteren Bearbeitung keine Schwierigkeiten entgegen und bleiben trotzdem ziemlich widerstandsfähig.

Morphologie des männlichen Kopulationsapparates der Koleopteren.

Da die Nomenklatur, die von den einzelnen Autoren bei der Beschreibung der männlichen Kopulationsapparate der Koleopteren verwendet wird, durchaus nicht einheitlich ist, will ich an dieser Stelle die Bezeichnungen, die dann im deskriptiven Teil meist im Anschluss an K. HOLDHAUS gebraucht werden, an Hand einer kurzen Morphologie des männlichen Kopulationsapparates fixieren, um allzuhäufigen Wiederholungen aus dem Wege zu gehen.

Der gesamte männliche Kopulationsapparat der Koleopteren ist ektodermalen Ursprunges. Seine Bestandteile sind daher mehr oder minder stark chitiniert. Ob sie auf modifizierte Endsegmente des Abdomens zurückzuführen sind oder nicht, darauf kann im Rahmen dieser Arbeit nicht eingegangen werden. Der männliche Kopulationsapparat setzt sich aus einer Reihe von Bestandteilen zusammen, die als Penis, Praeputialsack, Parameren und Basalplatte beschrieben werden.

Der Penis ist in der Regel ein zylindrisches Rohr, das in verschiedenem Ausmasse abgeplattet, verdickt und gekrümmt sein kann. Die dorsale Peniswand — ich bezeichne als dorsale Wand diejenige, die ursprünglich während der Entwicklung im Körper des Tieres dorsal liegt, ohne Rücksicht darauf, ob der Penis später

¹ Soc. Ent. Fr. Livre du Centenaire, 1932, p. 195.

eine Drehung oder Rückdrehung erlitten hat, wie z. B. bei den Carabiden¹ — ist häufig in einem gewissen, verschieden grossen Abschnitt schwächer chitinisiert und oft mit Falten versehen. Dieses Stück der dorsalen Peniswand, das ich als Praeputialfeld bezeichne, kann sich mitunter auch auf Teile der einen oder beider Seitenwände erstrecken. In diesem Praeputialfeld liegt der Ostialschlitz, auch Ostium genannt, die Öffnung, durch die der Praeputialsack ausgestülpt wird. Das hinter dem Praeputialfeld — auch die Bezeichnungen vorne und hinten beziehen sich auf die Lage des männlichen Kopulationsapparates im Tiere — vorragende Stück des Penis heisst Apex. Dieser Apex ist wegen der Mannigfaltigkeit seiner Ausbildung für systematische Untersuchungen sehr wichtig, da er auch innerhalb einer Gattung sehr beträchtliche Unterschiede aufweisen kann.² An der Ventralseite des Penis ragt oft ein kleiner Höcker, der Paramerenhöcker vor, mit dem die Parameren gelenkig verbunden sind. Am Vorderende³ des Penis befindet sich eine zweite Öffnung, die auch auf die Ventralseite verschoben sein kann; sie dient zum Eintritt des Ductus ejaculatorius.

Der Praeputialsack ist der sackartig erweiterte Teil des Ductus ejaculatorius, der im Penis liegt und während der Kopulation aus dem Ostium ausgestülpt wird. Bei primitiven Formen kann er vollständig nackt sein, doch ist er meist mit einer Reihe von Chitindifferenzierungen bewaffnet. Diese Chitindifferenzierungen variieren in Form, Grösse, Zahl und Anordnung sehr stark und bilden ebenfalls ein sehr gutes, systematisches Merkmal. Diese Chitingebilde treten als Schuppen, Zähne, Haken usw. auf und dürften in bestimmten Fällen zur Verankerung des Praeputialsackes in der Vagina des Weibchens dienen, in anderen Fällen aber ausschliesslich die Bedeutung von sekundären Geschlechtsmerkmalen besitzen. Ausser dieser Bewaffnung des Praeputialsackes können noch Bildungen auftreten, die für die direkte Spermaübertragung von Bedeutung sein sollen. Wenn der Praeputialsack während der

¹ FRANZ HERBERT: Zeitschr. wissensch. Zool. Bd. 135, 1927, p. 170.

² HOLDHAUS: Denkschr. d. Kais. Akad. d. Wissensch. Wien, 1912, B. LXXXVIII. p. 477—540.

³ Terminal, apical und distal sind gleichwertige Ausdrücke für hinten liegend, basal und proximal für vorne liegend.

Kopulation ausgestülpt wird, so kommt die Mündung des Ductus ejaculatorius genau gegenüber der Stelle der Vagina zu liegen, an der das Receptaculum seminis, resp. der Befruchtungsgang ausmündet. An der Mündung des Ductus ejaculatorius können nun röhren- oder stabförmige Bildungen auftreten, die eine Sicherung der Spermaübertragung gewährleisten sollen. Die röhrenförmigen Gebilde nenne ich Siphon, die stabartigen Virga. HEBERDEY¹ hat alle diese Bildungen, für die noch andere Bezeichnungen, wie Pseudovirga und Praepenis üblich sind, als virgaähnliche Bildungen zusammengefasst.

Im primitivsten Falle finden wir zu beiden Seiten des Penis symmetrisch gebaute Chitinstäbe, die Parameren. Diese können die verschiedensten Formen, Ausdehnungen und Lageverhältnisse annehmen. Sie können symmetrisch bleiben oder asymmetrisch werden, voneinander getrennt an den Seiten des Penis liegen, oder auf die Dorsal-, oder Ventralseite des Penis rücken und dort miteinander verschmelzen. Sie können einfache Stäbe oder Platten bilden, oder aber zu mehrteiligen Organen ungewandelt erscheinen, die Chitinhaare usw. tragen können. Bei manchen Arten fehlen die Parameren vollständig, bei anderen wieder werden sie sehr gross und vereinigen sich zu einem sekundären Rohr um den Penis herum, der in solchen Fällen dann meist stark reduziert wird. Auch die Parameren, hauptsächlich ihre Spitze und der wechselnde Haarbesatz sind zur Artunterscheidung sehr gut verwendbar.

Ausser diesen Teilen des männlichen Kopulationsapparates tritt bei einer Reihe von Kolopteren noch eine gewölbte, unpaare Platte auf, die Basalplatte, die vor dem Penis liegt und mit der die Parameren gelenkig verbunden sind.

Deskriptiver Teil.

Im folgenden deskriptiven Teil sind bei den meisten Arten nur relativ kurze Diagnosen des Kopulationsapparates gegeben, welche ausschliesslich die wichtigsten Merkmale namhaft machen. Nur bei jenen Arten, bei welchen der Kopulationsapparat beson-

¹ Zeitschr. f. Morph. u. Ökol. d. Tiere. 1928. p. 571.

deres, morphologisches Interesse darbietet, sind die Beschreibungen ausführlicher gehalten, insbesondere dann, wenn für die betreffende Familie oder Tribus in der Literatur überhaupt noch keine genaueren Ausführungen über die Beschaffenheit des Penis vorlagen.

Familie CARABIDAE.

Nebria Gyllenhali SCHÖNH.

Untersucht wurden Exemplare von folgenden Fundorten:

Neriak, Grönland,

Island, K. LINDROTH,

Färöer, Suderö, Dr. CORNU,

Tromsö, Norwegen (var. *Balbi* BON.),

Laponia rossica SAHLBERG (var. *arctica* DEJ.),

Sibiria, Tomsk, CSIKI, Exp. Zichy,

Riesengebirge, Coll. REITTER (var. *Balbi* BON.),

Friedberg, SCHLERETH,

Hochschwab, GANGLBAUER,

Rolle-Pass, GANGLBAUER,

Andermatt, Schweiz, FRIESE,

Cauterets, Pyrenäen,

Tátra, Dr. NAROZSNY,

Siebenbürgen, Zernester Gebirge, DEUBEL,

Durmitor, Montenegro, PENTHER,

Rila-Gebirge, Bulgarien, M. HILF.

Bei allen diesen Exemplaren zeigt der männliche Kopulationsapparat übereinstimmende Beschaffenheit:

Der Penis stellt ein ziemlich stark chitinisirtes, 1·9—2·1 mm langes Rohr dar. Er ist schlank, zylindrisch und gegen die Ventralseite zu sehr stark gekrümmt. Terminal endet der Penis mit einem kurzen, verrundeten Apex. Das dorsal liegende Praeputialfeld nimmt im distalen Drittel der Penislänge seinen Ursprung und erweitert sich apicalwärts, so dass es vor dem Apex die ganze Dorsalwand einnimmt. Der Praeputialsack bildet einen langen, dünnen Schlauch und ist nur mit ganz kleinen, schwach chitinierten, rundlichen Schuppen bedeckt, die in der Gegend des Ostial-

schlitzes, der im distalen Abschnitt des Praeputialfeldes liegt, in sehr dünne, härechenförmige Chitingebilde übergehen. Die Parameren sind asymmetrisch. Das rechte ist schmal, ungefähr um ein Drittel kürzer als der Penis und bildet eine dünne, stilettförmige Platte, die in ihrem proximalen Anteil eine stark chitinierte Mittelleiste trägt. Das linke Paramer ist etwa halb so lang, blattartig, basal ebenfalls verdickt und stärker chitiniert.

Nebria Gyllenhali SCHÖNH. stellt daher eine einheitliche Art mit folgendem Verbreitungsgebiet dar:

Grönland, Island, Färöer, Shetland-Inseln, England (im Gebirge, Wales, Derbyshire, Lake District), Schottland, Irland, Fennoskandia, Nord- und Zentralrussland (nach JAKOBSON südwärts noch bei Moskau und Kasan), Westsibirien, — Sudeten, Alpen, südlicher Jura, Auvergne (Cantal, Mont-Dore etc.), Pyrenäen, Karpathen, Montenegro (Durmitor), Bulgarien (Westrhodope, Rhilo-Dagh).

Bembidium Fellmanni MANNH.

Bembidium Fellmanni MANNH. stellt nach K. HOLDHAUS¹ eine einheitliche Art mit folgendem Verbreitungsgebiet dar:

Skandinavien, Finnland, — Transsylvanische Alpen (Bucsecs, Negoi, Bullea-See, in der obersten Waldzone und hochalpin).

Bembidium difficile MOTSCH.

Bembidium difficile MOTSCH. wurde von K. HOLDHAUS¹ als eine eigene, einheitliche Art von *B. Fellmanni* abgetrennt und besitzt als solche folgendes, borealpines Verbreitungsgebiet:

Skandinavien, Finnland, Sibirien (Werschne-Udingsk in Transbaikalien), — Hohe Tatra (Csorba-See), Niedere Tatra. Die Angabe, dass die Art in der Mallnitz in Kärnten vorkomme, ist nicht sicher erwiesen.

¹ HOLDHAUS: Soc. Ent. Fr., Paris, Livre du Centenaire, 1932. p. 353—358.

Patrobus septentrionis DEJ.

Patrobus septentrionis DEJ. stellt nach einer noch nicht publizierten Arbeit von Dr. KÜHNELT über die Gattung *Patrobus* eine einheitliche Art mit folgendem Verbreitungsgebiet dar:

Norden der nearktischen Region, Grönland, Island, Färöer, Schottland, Fennoskandia, Nordrussland (südwärts noch bei St. Petersburg), Sibirien, Beringsinseln, Aleuten, — Schweizer und Tiroler Alpen und im Glocknergebiet. Als neue Fundorte kommen nach KÜHNELT hinzu: Alaska, Labrador, Nordamerika südlich bis Northhamshire (nach POPPIUS), Kamtschatka, die Halbinseln Kola und Kanin, Lappland, ferner die Kreuzeckgruppe in Kärnten (leg. HOLDHAUS) und Schleinitz (Hochschobergruppe in Kärnten, leg. SZÉKESSY). Die Exemplare aus Dänemark gehören der Art *P. australis* SAHLB. (*Bitschnawi* REITT.) an.

Patrobus assimilis CHAUD.

Patrobus assimilis CHAUD. stellt auf Grund derselben Arbeit eine einheitliche Art mit folgendem Verbreitungsgebiet dar:

Färöer, Grossbritannien, Irland, Fennoskandia, Nordrussland (südwärts noch bei St. Petersburg), Nordwestsibirien, Mark Brandenburg (das Belegstück, das KÜHNELT von H. Dr. WAGNER, Berlin, erhalten hat, hat sich einwandfrei als *Patrobus assimilis* erwiesen), — ausserdem in den Tiroler Alpen auf der Passhöhe des Arlberges (1802 m, leg. BREIT, conf. München, Kol. Zeitschr. I., p. 257) und auf der Seiser Alpe, sowie im Riesengebirge.

Amara Quenseli SCHÖNH.

Untersucht wurden Exemplare von folgenden Fundorten:

Island, K. LINDROTH,
 Våge, Norwegische Zentralalpen, MÜNSTER,
 Lappland, REITTER,
 Col de Santron, BORN,
 Siebenbürgen, DEUBEL,
 Durmitor, Montenegro, PENTHER,

Koritnik, LATIF,
Kopaonik, REISER.

Bei allen diesen Exemplaren zeigt der männliche Kopulationsapparat übereinstimmende Beschaffenheit:

Der 1·8—1·9 mm lange, ziemlich stark chitinierte Penis ist kräftig, fast plump gebaut. Er bildet ein distalwärts schmaler werdendes, verhältnismässig stark gekrümmtes, dickes Rohr. Das Praeputialfeld beginnt im basalen Drittel der Penislänge, nimmt die ganze Breite der Dorsalwand ein und lässt einen allmählich spitz zulaufenden, nur am äussersten Ende verrundeten Apex frei, der ungefähr 0·23 mm lang ist. Der Ostialschlitz liegt dorsal im proximalen Abschnitt des Praeputialfeldes. Der Praeputialsack ist mit sehr kleinen, rhombischen Schuppen bedeckt, die sich dachziegelförmig übereinander legen; sie werden im distalen Abschnitt grösser und auch stärker chitiniert, so dass sie unmittelbar vor dem Apex im Praeputialsack einen ringförmigen Kragen bilden. Die Parameren sind asymmetrisch. Das linke stellt eine trapezförmige Platte mit einer distal verstärkten Längsrippe vor und liegt an der konkaven Unterseite des Penis. Das rechte Paramer liegt lateral vom Penis und bildet einen dünnen, platten, sich apicalwärts verjüngenden Stab, der wie der Penis gekrümmt ist und mit einem dorsalwärts gerichteten Widerhaken endet.

Amara Quenseli SCHÖNH. ist daher borealpin. Die Art besitzt folgende Verbreitung:

Island, Schottland, Fennoskandia, Nordrussland (südwärts nach JAKOBSON noch bei St. Petersburg), Sibirien, — Pyrenäen, Alpen, Karpathen, Kaukasus, Bosnien, Herzegowina, Montenegro, Serbien (Kopaonik), als neuer Fundort Nordalbanien (Koritnik, leg. Latif und Korab, leg. Dr. ZERNY), Bulgarien (Balkan, Rhilodagh, Rhodope, Mussaläh). Die Angabe, dass *Amara Quenseli* SCHÖNH. bei Hamburg vorkomme, beruht zweifellos auf Verwechslung mit *Amara silvicola* ZIMM. (Belegstücke sind nach KOLTZE nicht vorhanden.)

Amara erratica DUFTSCHM.

Untersucht wurden Exemplare von folgenden Fundorten:
Norwegen, Strand, MÜNSTER,

Wechselgebirge, GANGLBAUER,
 Mont Cenis, BORN,
 Stou-Gebirge, GANGLBAUER,
 Paring, Transsylvanische Alpen, GANGLBAUER,
 Kerzer-Gebirge, Siebenbürgen, ORMAY,
 Durmitor, Montenegro, PENTHER,
 Circassien, Caucas. occ., LEDER, REITTER.

Bei allen diesen Exemplaren zeigt der männliche Kopulationsapparat übereinstimmende Beschaffenheit:

Penis und Parameren sind denen von *Amara Quenseli* SCHÖNH. sehr ähnlich gebaut. Es finden sich nur folgende Unterschiede: Der Penis, 1·7—1·8 mm lang, ist etwas schlanker und dorso-ventral etwas mehr abgeplattet. Der bei *A. Quenseli* beschriebene, ringförmige Kragen im Praeputialsacke fehlt hier vollständig, dafür sind alle Schuppen des Praeputialsackes etwas grösser. Das rechte Paramer endet ebenfalls mit einem häkelnadelartigen Widerhaken, der aber breiter verrundet ist. Das linke ist blattartig mit einem stark chitinisierten Fortsatz.

Amara erratica DUFTSCHM. ist daher boreoalpin. Die Art besitzt folgende Verbreitung:

Norden der nearktischen Region, Fennoskandia, Nordrussland, Sibirien, — Harz, Taunus, Thüringerwald, Sudeten, Karpathen, Alpen, Jura, Pyrenäen, Bosnien, Montenegro, Serbien (Stara planina, Kopaonik), Bulgarien (Rhilo-Dagh, Zentralrhodope, Karlak), Kaukasus. Nach LOMNICKI (Spraw. Kom. Fiz. Krakau, XXV, p. 167) in Galizien, in der Umgebung von Lemberg sehr selten. Nach SCHILSKY an der Nordsee. Nach KOLBE ist im königl. Museum in Berlin ein Exemplar aus Emden (Nordsee) vorhanden.

Familie DYTISCIDAE.

Agabus Solieri AUBÉ.

Untersucht wurden Exemplare von folgenden Fundorten:

Island, K. LINDROTH,
 Nördliche Färöer, Dr. CORNU,
 Mjös vand, Norwegen, MÜNSTER,

Woleyer-See, HOLDHAUS,
Kerzer-Gebirge, Siebenbürgen, GANGLBAUER,
Tátra, MUR.

Bei allen diesen Exemplaren zeigt der männliche Kopulationsapparat übereinstimmende Beschaffenheit:

Der 2·8—3·2 mm lange Penis ist sehr schlank, stark chitiniert und erscheint auf der Oberseite rinnenförmig eingesenkt. Das Praeputialfeld nimmt diese Einsenkung der ganzen Penislänge nach ein und lässt distal nur einen sehr kurzen Apex frei, der etwas nach rechts gebogen und aufgetrieben ist. Der stark gekrümmte Penis geht an seiner Basis in zwei weit auseinander weichende, klappenartige Platten über. Der Praeputialsack ist mit kleinen, gleichförmig rundlichen Schuppen bewaffnet. Die symmetrischen Parameren sind ungefähr um ein Fünftel kürzer als der Penis und lassen einen Aufbau aus zwei Teilen erkennen. Das basale Drittel ist stark chitiniert, mit dem Penis gelenkig verbunden und trägt an seiner medialen Seite eine dünne, annähernd kreisförmige Lamelle. Die beiden distalen Drittel bilden eine Art von Stilett, das auf der Unterseite etwas stärker chitiniert ist als auf der Oberseite. Dieser Abschnitt ist mit langen, nach hinten gerichteten Chitinhaaren besetzt und zwar erscheinen die oben entspringenden Haare etwas dicker, kürzer und weniger gedrängt stehend als diejenigen, die auf der Unterseite stehen.

Agabus Solieri AUBÉ stellt daher eine einheitliche Art mit folgendem Verbreitungsgebiet dar:

Island, Färöer, Schottland, Fennoskandia, Nordrussland, — Pyrenäen, Alpen, Karpathen, Montenegro (Durmitor).

Ilybius crassus THOMS.

Untersucht wurden Exemplare von folgenden Fundorten:

Fennia orientalis, SAHLBERG,
Erzgebirge, K. HÄNEL.

Bei diesen Exemplaren zeigt der männliche Kopulationsapparat übereinstimmende Beschaffenheit:

Der Penis ist 2·9—3·1 mm lang und verhältnismässig stark chitiniert. Er bildet einen dorsal plattgedrückten Zylinder, der

gegen die Ventralseite gekrümmt erscheint. Proximal endet der Penis so wie bei *Agabus Solieri* mit zwei grossen, auseinander weichenden, sehr stark chitinenen Platten, zwischen denen der Ductus ejaculatoris eintritt. Das Praeputialfeld nimmt in der proximalen Hälfte der Penislänge die ganze Dorsalwand ein und in der distalen auch noch fast die gesamte linke Seitenwand. Das Praeputialfeld liegt also asymmetrisch und lässt nur einen sehr kurzen Apex frei, der ungefähr einem Zehntel der Penislänge entspricht, etwas verdickt und breit verrundet ist. Der Praeputialsack

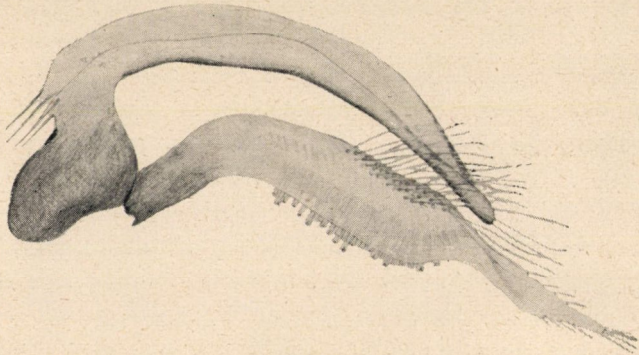


Fig. 1. *Ilybius crassus* THOMS.: Penis und linkes Paramer, von links gesehen.

scheint jeder Bewaffnung zu entbehren. Die Parameren (Fig. 1) sind symmetrisch und überragen den Penis mit ihrem letzten Stück. Sie sind platte Gebilde, die so wie der Penis gekrümmt sind und drei Teile unterscheiden lassen. Der proximale Teil ist am stärksten chitiniert und trägt keine Haare. Der mittlere Teil besitzt an der Aussenseite einen dichten Belag von verschiedenen langen Haaren und an der Innenseite eine Anzahl von Chitinhaaren, die in bestimmten Reihen angeordnet stehen, alle gleich lang und am freien, schräg nach vorne und unten gerichteten Ende zu einem kleinen Saugnapf erweitert sind. Das terminale Stück jedes Paramers ist dünn, schmaler als der vorhergehende Teil und endet spitz zulaufend. An den Kanten und an der Spitze dieses Endabschnittes sitzen einige kurze Haare.

Ilybius crassus THOMS. ist daher boreoalpin. Die Art besitzt folgende Verbreitung:

Fennoskandia, Nordrussland (südwärts nach JAKOBSON noch bei St. Petersburg und Jaroslaw), — von Herrn R. PINKER auf der Schwalbenwand bei Zell am See in einem kleinen Tümpel in einer Höhe von etwa 1900 m gefangen (det. GANGLBAUER; Belegstücke im Wiener Naturhistorischen Museum). Zu diesem von K. HOLDHAUS angeführten Verbreitungsgebiet kommen nun noch das Erzgebirge (vergl. HÄNEL, Entom. Blätter VIII, 1912, p. 90) und der Bayrische Wald (bei Eisenstein und Spiegelau) (vergl. ZIMMERMANN, Entom. Blätter, XI, 1915, p. 223—224) hinzu.

Familie STAPHYLINIDAE.

Mannerheimia arctica ER.

Untersucht wurden Exemplare von folgenden Fundorten:

Norvegia bor., MÜNSTER,
Kusräka, Kola, SAHLBERG,
Stilfserjoch, GANGLBAUER.

Bei allen diesen Exemplaren zeigt der männliche Kopulationsapparat übereinstimmende Beschaffenheit:

Der 0.59 mm lange Penis (Fig. 2 und 3) ist in seinen beiden proximalen Dritteln bulbosförmig aufgetrieben und gegen das dorsoventral flachgedrückte, distale Drittel deutlich abgesetzt. Der Apex ist sehr kurz und verrundet. Der bulbosförmige Teil trägt an seiner distalen Wand unmittelbar unter dem Ursprung des spatelförmigen Abschnittes, wie ich das letzte Drittel des Penis bezeichnen will, einen Fortsatz, dessen freie Kante schräg nach unten und vorne gerichtet, quergestellt und sattelförmig ist. Der Praeputialsack stellt einen ebenfalls dorsoventral abgeplatteten Schlauch dar, der im spatelförmigen Teil ein Drittel der Penisbreite besitzt. Hier kann man zu beiden Seiten der Medianlinie ganz kleine Chitinzähnen feststellen, die zu zwei Streifen angeordnet sind und noch ein Stück in den bulbosförmigen Teil hinein verfolgt werden können, wo die Zähnen etwas stärker chitinisiert sind. Ausser diesen Chitinzähnen findet sich im

distalen Penisdrüsen eine dünne Platte vor, die als ein gleichseitiges Dreieck erscheint. Die Basis dieses Dreieckes, ungefähr 0·09 mm lang, liegt in der Medianlinie, während die ganze Platte etwas nach der Seite geneigt ist, so dass sie auch in der Ventralansicht sichtbar wird. Die symmetrischen Parameren stellen dünne, schmale Platten dar, die in einem nach aussen konvexen Bogen den Apex des Penis ein Stück überragen, am Ende blattförmig erweitert sind und einen glatten Rand besitzen, der keinerlei Haare trägt. Die Parameren entspringen an den Seiten des Bulbus

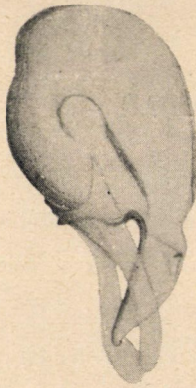


Fig. 2.

Fig. 2. *Mannerheimia arctica* ER.: Männlicher Koppulationsapparat, Seitenansicht.

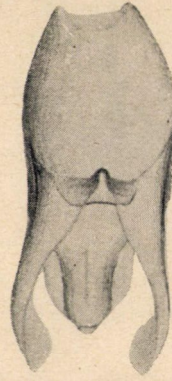


Fig. 3.

Fig. 3. *Mannerheimia arctica* ER.: Männlicher Koppulationsapparat, Ventralansicht.

und sind durch einen spitzen, nach vorne und innen gerichteten Fortsatz unter dem sattelförmigen Fortsatz des Penis miteinander verbunden.

Mannerheimia arctica ER. stellt daher eine einheitliche Art mit folgendem Verbreitungsgebiet dar:

Fennoskandia, Nordrussland, Westsibirien und als neuer Fundort die Halbinsel Kola, — Ortlergebiet (Stilfserjoch) und Öztaler Alpen (bei Umhausen, leg. H. KNABL, Coleopt. Rundschau I. 1912, p. 61). Das Stück vom Gipfel der Majella, Abruzzen, das von DODERO, Riv. Col. Ital. VI., 1908, p. 95, zu *Mannerheimia arctica* ER.

gestellt wurde, wird von GRIDELLI, Bollet. Soc. Entom. Ital. 1924, p. 136, als eigene Art unter dem Namen *Mannerheimia aprutiano* GRID. beschrieben.

Arpedium brachypterum GRAV.

Untersucht wurden Exemplare von folgenden Fundorten:

Nördliche Färöer, Dr. CORNU,

Norwegen, Dovre, MÜNSTER,

Kola, SAHLBERG,

Anysholm, Dänemark, HANSEN,

Altai, Coll. REITTER,

Rosenberg und Stralsund, Westpreussen,

Kreuzelhöhe, Kreuzeckgruppe, HOLDHAUS,

Riesengebirge, VARENDORFF,

Sudeten, KRAATZ,

Kaukasus, Mamudly, LEDER.

Bei allen diesen Exemplaren zeigt der männliche Kopulationsapparat übereinstimmende Beschaffenheit:

Der Kopulationsapparat ist 0.76—0.85 mm lang und auffallend schwach chitinisiert, so dass die dünne Chitinmembran, die den eigentlichen Penis bildet, in ihrer äusseren Form durch den stark ausgebildeten Praeputialsack und die beiden lateral liegenden Parameren bestimmt wird. Der Penis ist im proximalen Drittel bulbösartig aufgetrieben und verengert sich dann distalwärts, indem sich die ventrale Wand in einem flachen Bogen der dorsalen nähert. In der Breite nimmt der Penis von vorne nach hinten zu nur sehr wenig ab. Der Apex ist sehr kurz und erscheint am Hinterrande geradlinig begrenzt. Der Praeputialsack stellt einen dorsoventral abgeplatteten Schlauch dar, der in den beiden distalen Dritteln den Penis fast vollkommen ausfüllt und sich im proximalen Drittel zu einer Spirale aufrollt, deren Ebene in den Medianen liegt. Der gesamte Praeputialsack ist mit kleinen, schuppenförmigen Chitinzähnen besetzt, die sehr dicht aneinander stehen. Ausserdem finden wir lange, ziemlich derb gebaute, spitz endende Chitinzapfen vor, die an ihrer Basis etwas verbreitert sind. Betrachtet man den Penis von der Ventralseite (Fig. 4), so sieht man, dass

diese Zapfen in zwei Längsreihen angeordnet sind. Sie bilden eine Strasse, die ungefähr halb so breit ist wie der Penis, und halten ihre Spitzen schräg nach innen und hinten gerichtet. Gegen das apicale Ende des Penis zu stellen sie sich immer mehr in die Längsrichtung und verschwinden dann etwas vor dem Apex gänzlich.

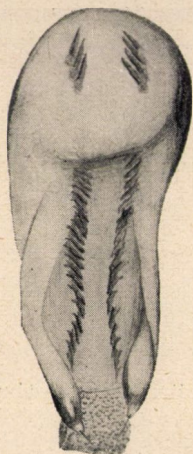


Fig. 4.

Arpedium brachypterum
GRAV.: Männlicher
Kopulationsapparat,
Ventralansicht.

Ausser diesen beiden Zahnreihen findet sich noch eine zweite Gruppe von Chitinzähnen vor und zwar im ventralen Teil des bulbösen Abschnittes, ziemlich weit proximal. Die Zähne dieser Gruppe sind stärker chitinisiert, etwa gleich lang und enden mit einer schärferen Spitze als die vorher beschriebenen. Basal entspringen sie von einer runden Chitinplatte. Es sind in dieser Gruppe in der Regel sieben solcher Chitinzähne vorhanden, die dicht hintereinander, links vier und rechts drei, in sagittalen Reihen und ebenfalls ungefähr eine halbe Penisbreite voneinander entfernt stehen. Ihre Spitzen sind nach innen und vorne gerichtet. Die beiden Parameren sind nicht vollkommen symmetrisch, da das rechte etwas länger ist als das linke und in der Mitte etwas geknickt erscheint, während das linke gerade bleibt. Jedes Paramer

stellt ein schmales, lateral liegendes Chitinblatt dar, das distal löffelartig erweitert und gewölbt ist; schliesslich endet es mit einer äusserst kurzen, flachen und abgerundeten Platte, die dem erweiterten Teil angefügt ist und an der Aussenseite ein langes, nach hinten gerichtetes Chitinhaar trägt. Die Parameren überragen mit ihrer Spitze den Penis um ein kleines Stück.

Arpedium brachypterum GRAV. ist daher boreoalp. Die Art besitzt folgende Verbreitung:

Färöer, Grossbritannien, Irland, Beereninsel, Fennoskandia, Dänemark, preussische Ostseeküste, Nordrussland, Sibirien, nach FAUVEL auch in den White Mountains in Nordamerika, — ausserdem im Harz (Brocken), in den Alpen, Sudeten, Nordkarpathen,

Bulgarien (Vitoša und Rila-Planina, nach RAMBOUSEK 1909) und im Kaukasus. Zu dem Verbreitungsgebiet von *Arpedium brachypterum*, das HOLDHAUS in seinem «kritischen Verzeichnis der boreoalpinen Tierformen» angab, kommen neu hinzu: der Brocken (Harz), Dänemark, die preussische Ostseeküste und das Altai-gebirge. Die Exemplare von der preussischen Ostseeküste, die K. HOLDHAUS auf Grund einer Mitteilung von Dr. BERNHAUER zu *Arpedium tenue* LEC. gestellt hat, sind so wie die übrigen Exemplare von *A. brachypterum* ungeflügelt, während das echte *A. tenue* geflügelt ist. Ausserdem besitzen die Stücke von der Ostseeküste kürzere Flügeldecken als *A. tenue* und stimmen auch in diesem Punkte, ebenso wie im Bau des Kopulationsapparates mit *A. brachypterum* überein. (T. MÜNSTER, Norsk Entom. Tidsskrift, Oslo, III, 1933, p. 259—261.)

Geodromicus globulicollis MANNH.

Untersucht wurden Exemplare von folgenden Fundorten:

Island, K. LINDROTH,
Norwegen, Dovre, MÜNSTER,
Stilfserjoch, GANGLBAUER.

Bei diesen Exemplaren zeigt der männliche Kopulationsapparat übereinstimmende Beschaffenheit:

Der 0·85—0·95 mm lange Penis bildet ein zylindrisches Rohr, das gegen die Ventralseite leicht gekrümmt, in der proximalen Hälfte verdickt und gegen den Apex zu dorso-ventral abgeflacht ist. Gegen sein terminales Ende verengert sich der Penis ganz allmählich und bildet dann einen kurzen, verrundeten Apex. Auf der Unterseite des Penis ragen zwei längsgerichtete Platten vor, die apicalwärts an Höhe abnehmen und schliesslich ganz verschwinden. Das Praeputialfeld nimmt die dorsale Wand der distalen Penishälfte ein. Der Praeputialsack, ein langer, dicker Schlauch, ist mit sehr kleinen, regelmässig angeordneten Chitinschüppchen und -härcchen bewaffnet. Ausserdem durchzieht den ganzen Praeputialsack und Penis ein dünner Stab, eine Virga, die in der Medianebene S-förmig gekrümmt ist. Terminal wird diese Virga noch dünner, trägt eine kleine, ventrale Anschwellung und endet mit einer scharfen Spitze. Die symmetrischen Parameren erscheinen proximal

als breite Platten, die lateral vom Penis liegen und ungefähr im basalen Drittel der Penislänge durch einen kurzen, zapfenartigen Fortsatz gegenseitig und mit einem ventral gelegenen Paramerenhöcker des Penis verbunden sind. Von da an bildet jedes Paramer ein schmales Chitinblatt, das den Apex des Penis etwas überragt. Im terminalen Drittel ist es zu einem schräg nach innen und unten offenen Löffel erweitert und trägt an der Aussenseite einige längere Chitinhaare.

Geodromicus globulicollis MANNH. ist daher boreoalpin. Die Art besitzt folgende Verbreitung:

Island als neuer Fundort, England (Snowdon), Schottland, Fennoskandia, — Pyrenäen, Auvergne (Mont-Dore), Lozère, Jura (Deville in litt.), Alpen, Sudeten, Karpathen, Kaukasus, Armenien (Kasi-Koporan).

Anthophagus alpinus FABR.

Untersucht wurden Exemplare von folgenden Fundorten:

Ortojokk Mündung, Lappland, WETTSTEIN,

Tuxerjoch, HOLDHAUS,

Tirol, Brenner, Badalpe, RATTER,

Siebenbürgen, ORMAY,

Gran sasso, Abruzen, A. FIORI.

Bei allen diesen Exemplaren zeigt der männliche Kopulationsapparat übereinstimmende Beschaffenheit:

Das 0·53—0·58 mm lange, schwach chitinisierte, zylindrische Penisrohr (Fig. 5 und 6) ist gegen die Ventralseite zu gekrümmt. Das mit Querfalten versehene Praeputialfeld nimmt die distale Hälfte der dorsalen Peniswand vollständig ein und breitet sich apicalwärts allmählich auch über die Seitenwände aus. Der Apex selbst ist sehr klein und stellt eine stumpfe, breite und fast durchsichtige Spitze vor. Im proximalen Drittel ist der Penis sehr breit und verengert sich dann schnell auf die Hälfte. Im distalen Penisdrittel erkennt man zwei mit dünnen Stielen von der ventralen Peniswand entspringende, blattförmige Chitinklappen, die gegen den Apex gerichtet, in das Penislumen hineinragen. Der Praeputialsack ist nur in der proximalen Hälfte sichtbar. Er bildet hier einen stark chitinisierten, zylindrischen Schlauch ohne jede Bewaffnung;

basal ist er verrundet und lässt nur eine schmale Eintrittsöffnung für den Ductus ejaculatorius frei. Distal verschmälert sich der Schlauch ebenfalls und zeigt so wie basal eine Öffnung. Die Fortsetzung des Praeputialsackes in der distalen Penishälfte konnte ich nicht nachweisen. Doch kann man im Inneren des Penis ein dunkelgefärbtes Gebilde wahrnehmen, das in der Mitte der Penislänge liegt und einen dünnen Stab repräsentiert. Dieser entspringt im unteren Drittel des Penislumens, scheinbar an der Aussenseite

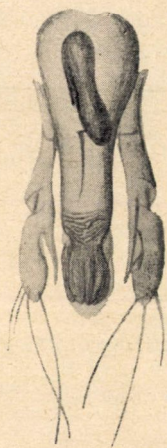


Fig. 5.

Fig. 5. *Antophagus alpinus* FABR.: Männlicher Kopulationsapparat, Dorsalansicht



Fig. 6.

Fig. 6. *Antophagus alpinus* FABR.: Männlicher Kopulationsapparat, Seitenansicht.

des Praeputialsackes befestigt, ist dorso-proximalwärts gerichtet, biegt aber sofort um 90° ab und verläuft dann dorso-apicalwärts. Dieses Stück ist ungefähr viermal so lang wie das vorhergehende. Mit einer etwas flacheren Krümmung geht der Stab schliesslich in das um eine Spur längere Endstück über, das apicalwärts zeigt und in eine feine Nadelspitze ausgeht. Von der Dorsalseite aus gleicht dieses Gebilde einem langen Nagel, der median liegt und zwar mit dem Nagelkopf proximal und mit der Spitze distal. Die beiden Parameren sind symmetrisch und kürzer als der Penis.

Sie sind mit diesen an einem Paramerenhöcker gelenkig verbunden, der etwas vor der Penismitte nach unten ragt. Jedes Paramer besitzt eine basale Chitinplatte, die am Gelenk mit dem Penis schmal ist und sich dann mit geschweiften Rändern apicalwärts verbreitert. An dieses Stück setzt sich ein weiteres, gleich langes Stück an, das etwas schmaler ist und ein Dreieck bildet, das mit einer abgestumpften Spitze endet. Hier sitzen mehrere Chitinhaare, von denen 2—3 fast so lang sind wie das ganze übrige Paramer und daher auch den Apex des Penis nach hinten zu stark überragen. Von dem proximalen Stück des Paramers entspringt auf der medialen Seite noch ein dünner, schwacher Chitinfortsatz, der nach oben und hinten gebogen ist und nicht ganz die Paramerenspitze erreicht.

Anthophagus alpinus FABR. stellt daher eine einheitliche Art mit folgendem Verbreitungsgebiet dar:

Irland, England, Schottland, Fennoskandia, — Taunus, Alpen, Sudeten, Karpathen, Bosnien, Abruzzen.

Anthophagus omalinus ZETT.

Untersucht wurden Exemplare von folgenden Fundorten:

Lappland, LEONHARD,

Nieder-Österreichische Alpen, REITTER,

V. Ferrez, Schweiz, RÄTZER,

Negoi, Transsylvanische Alpen, GANGLBAUER.

Bei diesen Exemplaren zeigt der männliche Kopulationsapparat übereinstimmende Beschaffenheit:

Der Penis (Fig. 7) ist 0.66 mm lang und im basalen Drittel bulbosförmig aufgetrieben. In den beiden terminalen Dritteln stellt er ein dorso-ventral stark abgeplattetes Rohr dar, das distalwärts schmaler wird und mit einem kurzen, breit verrundeten Apex endet. Der Ostialschlitz liegt im apicalen Viertel der Penislänge und wird seitlich von zwei dreieckigen Klappen begrenzt, die ungefähr 0.2 mm lang und etwas stärker chitinisiert sind als der Penis. Der Praeputialsack bildet einen flachgedrückten Schlauch, der im basalen Drittel des Penis spiralg aufgerollt ist. Seine Bewaffnung besteht aus sehr kleinen, schuppen- und härchenförmigen

gen Chitingebilden, die zu Reihen angeordnet sind und nur im basalen und im terminalen Drittel je einen kleinen, schmalen Streifen freilassen. Die Parameren sind ungefähr halb so lang wie der Penis und werden mit diesem an einem kleinen, ventral vorspringenden Paramerenhöcker verbunden. Sie erscheinen als schmale, unter dem Penis liegende Bänder, die in ihrer distalen Hälfte, mit der sie den Apex erreichen, schalenförmig erweitert sind. Diese Schalen sind der Medianebene zugewendet und tragen an ihrem freien Rande einige kurze, schräg nach innen und hinten gerichtete Chitinhaare.

Anthophagus omalinus ZETT. stellt daher eine einheitliche Art mit folgendem Verbreitungsgebiet dar:

Fennoskandia, nördliches Russland (nach JAKOBSON südwärts noch bei Moskau), Westsibirien, — Alpen, Böhmerwald (RACHEL), Sudeten, Karpathen.

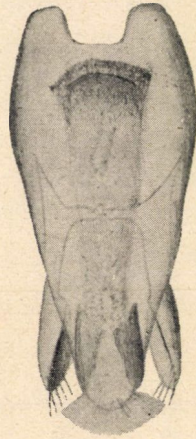


Fig. 7.

Anthophagus omalinus
ZETT.: Männlicher
Kopulationsapparat,
Dorsalansicht.

Stenus alpicola FAUV.

Stenus sibiricus SAHLB.

Untersucht wurden Exemplare von folgenden Fundorten:

Bucecs, Transsylvanische Alpen, SCHUSTER,

Umgebung von Innsbruck, A. WÖRNDLE,

Quellgebiet des Irkut, Ostsibirien, LEDER.

In seinen Untersuchungen über die Steninae hat BENICK¹ darauf hingewiesen, dass *Stenus alpicola* FAUV. und *Stenus sibiricus* SAHLB. zwei vollständig getrennte Arten sind. Die äusseren Merkmale, die er zur Trennung dieser beiden Spezies anführt, Oberflächenskulptur der Stirn und des Halsschildes, Form und Grösse

¹ Medd. Soc. Faun. Flor. Fennica, Helsingfors, 1921, p. 142. und Bestimmungstabellen d. europ. Coleopt., 96. Heft, Steninae, p. 20.

der Flügeldecken und Ausbildung des 6. Sternites beim Männchen, sind zu einer Bestimmung kaum verwendbar, da sich bei grösserem Material in allen diesen Punkten Übergänge nachweisen lassen. Von den bei BENICK angeführten Merkmalen ist der Unterschied in der Punktierung der Oberseite relativ am besten zu verwenden, auch die Differenz in der Beinfarbe scheint konstant. Der deutlichste Unterschied, der jede Verwechslung ausschliesst, liegt aber in der Ausbildung des männlichen Kopulationsapparates, der ebenfalls von BENICK zur Bestimmung herangezogen wurde.

Stenus alpicola FAUV.; Fundort: Bucsecs, Transsylvanische Alpen. Der 0·56 mm lange Penis ist ein zylindrisches, in seiner

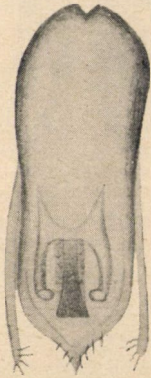


Fig. 8.

Stenus alpicola FAUV.:
Männlicher
Kopulationsapparat,
Dorsalansicht.

distalen Hälfte dorso-ventral abgeplattetes Rohr, das gegen die Ventralseite zu sehr leicht gekrümmt erscheint. Fast der ganzen Länge nach behält er seine Breite bei (Fig. 8) und wird erst terminal plötzlich schmaler, wobei aber die mittlere Partie zu einem flachen, relativ kurzen und scharf zugespitzten Apex ausgezogen ist, der an seinen Seiten kurze Chitinhaare trägt, allerdings nicht so zahlreich, wie BENICK sie gezeichnet hat. Die Seitenwände des Penis und der Apex sind stärker chitinisiert als die übrigen Wände. Der Praeputialsack bildet einen grossen Schlauch, der den Penis bis zum Apex ausfüllt. Er ist mit kleinen, stumpf-dreieckigen Chitinschuppen bewaffnet. In der distalen Hälfte der Dorsalwand des Praeputialsackes ist ein schmaler, stärker chitinisierter und mit grösseren Zähnen bewaffneter Streifen sichtbar, der in seinem apicalen Teil dort, wo er quer abgeschnitten erscheint, doppelt so breit ist als im proximalen Abschnitt, der ohne deutliche Grenze in der Wand des dicken Ductus ejaculatorius aufgeht. Unter diesem Streifen liegt in der apicalen Penishälfte ein H-förmiges Chitingebilde, das ungefähr 0·18 mm lang ist. Die distalen Teile der beiden schlanken Schenkel dieses Gebildes sind apical rechtwinkelig gegen die Mittellinie gebogen und breit abgerundet. Die

Teile der Schenkel, die vor dem schmalen Verbindungsstreifen liegen, sind kürzer und enden mit einer Spitze. Die symmetrischen Parameren sind schmale, lateral gelegene, seitlich komprimierte Chitinstreifen, die im proximalen Drittel mit der Unterseite des Penis artikulieren. Sind sie etwas kürzer als der Penis und enden stumpf abgerundet. An der medialen Seite des apicalen Paramerenendes entspringen eine Reihe von Chitinhaaren.

Stenus alpicola FAUV.; Fundort: Umgebung von Innsbruck. Der Penis dieses Exemplares ist nur 0.42 mm lang. Sein Apex ist etwas stärker gegen die Ventralseite gekrümmt und trägt zahlreichere Haare. Die stärker chitinisierte Partie der Dorsalwand des Praeputialsackes ist in ihrer gesamten Länge gleich breit bleibend. Das oben beschriebene H-förmige Gebilde ist bedeutend kleiner, ungefähr 0.08 mm lang. Die Querverbindung ist viel breiter und besitzt in der Medianlinie einen kurzen, stumpfen Fortsatz nach vorne. Die distalen Teile der Schenkel sind im Verhältnis zu den proximalen sehr kurz, breit und an ihrer Aussenseite stark konvex. Das distale Viertel der Parameren ist etwas erweitert und scheint ebenfalls mehr Haare zu tragen.

Auf Grund dieses relativ stark abweichenden Baues des männlichen Kopulationsapparates dürften die untersuchten Exemplare zwei verschiedene Arten darstellen.

Stenus sibiricus SAHLB.; Fundort: Quellgebiet des Irkut, Ostsibirien. Das untersuchte Stück stimmte nach den äusseren Merkmalen mit einem cotypischen Stück von SAHLBERG mit der Provenienzangabe «Kurejka» überein. Der männliche Kopulationsapparat (Fig. 9) unterscheidet sich von dem von *Stenus alpicola*, (Fundort Bucsecs) in folgenden Punkten: Der Penis ist nur 0.325 mm lang und viel stärker abgeplattet. BENICK zeichnet den Penis ohne Angabe des Grössenunterschiedes bei beiden Arten gleich gross und gleich dick. Der Apex ist ungefähr gleich lang, aber breit verrundet und trägt keine Haare. Nach BENICK soll der Apex



Fig. 9.

Stenus sibiricus SAHLB.:
Männlicher
Kopulationsapparat,
Dorsalansicht.

von *Stenus sibiricus* länger sein als der von *Stenus alpicola*, was aber nach meinen Präparaten nicht der Fall ist. (Die Unterschiede, die ich zwischen den Peniszeichnungen und -beschreibungen durch BENICK und meinen Präparaten feststellte, sind sicherlich darauf zurückzuführen, dass BENICK Stücke von anderen Fundorten, die er leider nicht angegeben hat, untersuchte als ich. *Stenus sibiricus* dürfte bei genauer anatomischer Untersuchung ebenso wie *Stenus alpicola* in mehrere Arten zerfallen.) Der Apex ist nicht stärker chitinisiert als die übrigen Teile des Penis. Die Wände des Praeputialsackes sind ebenfalls mit kleinen, dreieckigen Schuppen bewaffnet. Der dorsale Streifen der Wand des Praeputialsackes bildet apical eine stumpf-dreieckige Spitze und setzt sich aus zwei basalwärts stark divergierenden Streifen zusammen, die bis in die proximale Penishälfte reichen. Ein dem H-förmigen Gebilde bei *St. alpicola* entsprechendes Stück ist hier nicht nachzuweisen. Die Parameren sind etwas kürzer als der Penis und in ihrem apicalen Anteil blattförmig erweitert und ausgehöhlt. Die hier sitzenden Chitinhaare sind länger und in grösserer Anzahl vorhanden. Diesen Unterschied in der Paramerenform hat BENICK in seinen Zeichnungen wohl angedeutet, in der Beschreibung aber nicht erwähnt, ebenso wie er auf Unterschiede im Inneren des Penis gar nicht eingeht.

Stenus alpicola FAUV. ist daher aus der Reihe der boreoalpinen Koloepteren zu eliminieren.

Autalia puncticollis SHARP.

Untersucht wurden Exemplare von folgenden Fundorten:

Norwegen, MÜNSTER,

Bufjorden, MÜNSTER,

Zirbitzkogel, LUZE.

Bei diesen Exemplaren zeigt der männliche Kopulationsapparat übereinstimmende Beschaffenheit:

Der Penis zeigt die Form eines 0·28—0·30 mm langen, sehr stark gekrümmten Zylinders, der distalwärts schmaler und flacher wird. Der Apex, ein Fünftel der Penislänge, ist gleichmässig spitz zulaufend, nur am äussersten Ende verrundet und an dieser Stelle

deutlich gegen die Ventralseite gebogen. Im Inneren des Penis liegt eine lange, dünne Virga. Sie beginnt im vordersten Abschnitt des mittleren Penisdrittels, ungefähr in der Mitte des Penislumens mit einer ovalen Platte und setzt sich apicalwärts in einen zarten Chitinstab fort, der dieselbe Krümmung zeigt wie der Penis und im vorderen Abschnitt ein Lumen besitzt. Das terminale Stück dieser Virga läuft in eine haardünne Spitze aus, die durch den Ostialschlitz mehr oder weniger weit hervorragte. Abgesehen von diesem Gebilde zeigt der Praeputialsack keinerlei Differenzierungen. Die beiden symmetrischen Parameren sind auffallend kompliziert gebaut und umhüllen den Penis vollständig. Ihr terminales Ende überragt ihn noch um 0·06 mm. Die Parameren bilden zweiteilige, nach aussen gewölbte Lamellen, die als ein unvollständiges, sekundäres Rohr um den Penis angeordnet sind. Die beiden distalen Drittel stellen eine nach hinten breiter werdende Platte dar, deren proximaler Teil breit verrundet und stark medianwärts gekrümmt ist. Die ventrale Kante weist eine zweiteilige Verstärkungsleiste auf. An das geradlinig begrenzte Ende dieses basalen Abschnittes fügt sich das distale Drittel an. Ein kurzer Chitinzapfen, der in der Fortsetzung der dorsalen Kante des Basalteiles apicalwärts vorragt, dient zur Fixierung der beiden Teile. Das distale Drittel ist dreieckig und trägt an der ventro-distalen Seite einen dichten, aus sehr langen Haaren bestehenden Cirrus. Parallel zu dieser Kante erhebt sich eine breite, lateral vorragende Leiste, die am terminal abgerundeten Ende zwei sehr lange Borsten trägt. Schräg nach unten und vorne setzt sich diese Leiste in einen Chitinstab fort, der mit dem der anderen Seite unter dem Penis verbunden ist und die einzige Verbindung der Parameren mit dem Penis darstellt.

Autalia puncticollis SHARP. ist daher boreoalpin. Die Art besitzt folgende Verbreitung:

Island, Färöer, Orkney, Schottland, Fennoskandia, Nordrussland (südwärts bis Livland), Alpen, Jura (Reculet, teste Deville), Südkarpathen (von GANGLBAUER am Paring gesammelt).

Atheta islandica Kr.

Untersucht wurden Exemplare von folgenden Fundorten:
 Island, K. LINDROTH,
 Norwegen, Slidre, MÜNSTER,
 Bergset, sr. MÜNSTER,
 Altai, Coll. REITTER,
 Harz, Brocken, K. DORN.

Bei allen diesen Exemplaren zeigt der männliche Kopulationsapparat übereinstimmende Beschaffenheit:

Der 0·7 mm lange Penis zeigt den Bau eines kurzen, zylindrischen Rohres, das im basalen Drittel kugelförmig aufgetrieben ist, während es gegen den Apex zu flacher wird. Die ventrale Penisschwand besitzt in der Mitte der Penislänge einen grossen, nach unten gerichteten Höcker, der an seiner vorderen Seite die Eintrittsöffnung für den Ductus ejaculatorius trägt. Das Praeputialfeld nimmt in den beiden distalen Dritteln des Penis die gesamte dorsale und den grössten Teil der lateralen Penisschwände ein. Der Apex ist etwa 0·1 mm lang. Er ist gegen den Penis (Fig. 10 und 11) deutlich abgesetzt, da er zuerst breiter ist, dann gleichmässig schmaler wird und nur am äussersten Ende eine Verrundung aufweist. Dort, wo sich der Apex gegen den Penis absetzt, ragt beiderseits eine dünne, dreieckige Platte mit abgestumpfter Spitze vom Apex schräg nach aussen und unten vor. Unmittelbar vor der Penisspitze, diese sogar noch etwas überragend, erhebt sich ein kompliziertes Gebilde, das aus einer Reihe von unregelmässig gestalteten Platten aufgebaut ist. Im Ganzen sind drei Paare solcher stark chitinierter Platten vorhanden, die zur Längsachse parallel stehen und wahrscheinlich einen Verschlussapparat des Ostiums bilden. In der lateralen Ansicht reichen sie so weit dorsalwärts, dass der Penis hier ebenso dick erscheint als im basalen Drittel. Die Bewaffnung des Praeputialsackes besteht aus zwei grossen, symmetrisch liegenden Chitinstreifen. Diese verlaufen zu beiden Seiten der Medianlinie, ungefähr in der Mitte des Penisschwandlumens, sind stark gebogen und auch etwas verdreht. Die Parameren (Fig. 12) sind symmetrisch, sehr gross und umhüllen den Penis von beiden Seiten. Jedes von ihnen ist aus zwei Teilen zu-

sammengesetzt. Der vordere Teil besteht aus einer grossen Platte, die apicalwärts höher wird und schliesslich in einen schmalen, abgerundeten Lappen übergeht. Dieser ist gegen den Penis zu abgelenkt und trägt zwei längere Chitinhaare. Die ganze Platte wird von zwei diagonal ziehenden, starken Leisten gestützt und durch diese mit dem Penis verbunden. Der zweite Teil der Parameren besteht aus einem kurzen, gebogenen Stab, der mit einer Spitze endet. Er ist mit langen Chitinhaaren so dicht besetzt, dass er einen Fächer bildet, der dann als eine Ergänzung der vorderen



Fig. 10.

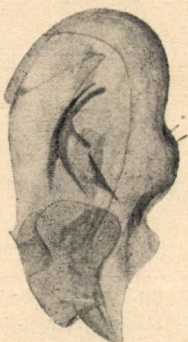


Fig. 11.

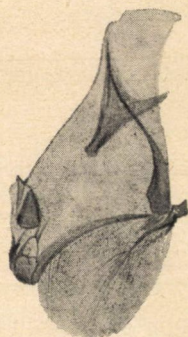


Fig. 12.

Fig. 10. *Atheta islandica* KR. : Dorsalansicht.

Fig. 11. *Atheta islandica* KR. : Penis, von rechts gesehen.

Fig. 12. *Atheta islandica* KR. : Linkes Paramer von innen.

Paramerenplatte erscheint. Diese besitzt an ihrem Hinterrande ebenfalls lange Haare, die mit dem Fächer verschmelzen.

Die mir vorliegenden Exemplare aus Grönland erwiesen sich leider als Weibchen mit Ausnahme eines einzigen Stückes, das kein vollständig einwandfreies Präparat ergab. Die Untersuchung dieses Exemplares erweckte aber den Eindruck, dass der Kopulationsapparat der grönländischen Stücke mit dem der europäischen vermutlich nicht übereinstimmt. Die Zugehörigkeit der Stücke aus Grönland zu *A. islandica* muss also als zweifelhaft bezeichnet werden.

Atheta islandica KR. ist daher borealpin. Die Art besitzt folgende Verbreitung:

Grönland?, Island, Schottland, Fennoskandia, Nordrussland, Nordsibirien, — Schlesien, Ostkarpathen (Czernahora), Auvergne (Mont-Dore, vgl. Deville, Abeille, XXXI, p. 131). Neuer Fundort: Altai-Gebirge.

Atheta Brisouti HAR.

Die Exemplare aus dem Nordareal stellen nach M. BERNHAUER (Entom. Tidskrift, Stockholm, 1931, p. 201) eine eigene Spezies, *Atheta Lindrothi* BERNH., dar.

Atheta Brisouti HAR. ist daher aus der Reihe der borealpinen Koleopteren zu eliminieren.

Atheta laevicauda SAHLB.

Untersucht wurden Exemplare von folgenden Fundorten: Nystuen, Norwegen, MÜNSTER, Val d'Albergian, GANGLBAUER, Fenestrelle, GANGLBAUER.

Bei allen diesen Exemplaren zeigt der männliche Kopulationsapparat übereinstimmende Beschaffenheit:

Der 0·49—0·51 mm lange Penis (Fig. 13) ist dem von *Atheta islandica* KR. sehr ähnlich gebaut. Er stellt ein kurzes, sehr dickes, zylindrisches Rohr dar, das proximal kugelförmig abgeschlossen ist. Im basalen Viertel der ventralen Peniswand liegt die Eintrittsöffnung des Ductus ejaculatorius und knapp dahinter ein kleiner Paramerenhöcker. Der ungefähr ein Viertel der Gesamtlänge einnehmende Apex ist an seiner Unterseite transversal eingebuchtet. In der Dorsalansicht erweist er sich als ein spitzwinkeliges Dreieck, das an der äussersten Spitze abgerundet ist. Der etwas vor dem Apex liegende Ostialschlitz wird an seinen beiden Seiten von je einer grossen, dreieckigen Chitinplatte geschützt. Die Basis dieser Platten setzt in der apicalen

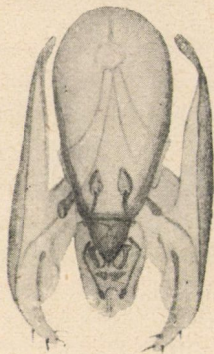


Fig. 13.

Atheta laevicauda SAHLB.:
Männlicher Kopulations-
apparat, Dorsalansicht.

Hälfte des Penis an den Seitenwänden und auch an der Dorsalwand an. Die Plattenspitze ragt nach hinten bis auf den Apex hinaus. Im Inneren des schwach chitinierten Praeputialsackes liegt ein kompliziertes System von kleinen, symmetrisch gebauten und angeordneten Platten und Spangen. Den kennzeichnendsten Teil von ihnen stellen zwei 0·2 mm lange Chitinstäbchen dar, die an ihrem apicalen Ende einen kleinen Knopf besitzen. Die Parameren sind symmetrisch und zweiteilig. Der eine Teil besteht aus einer dreiseitigen, lateral liegenden Platte, die nach aussen vorgewölbt ist und den Apex um ein Drittel der Penislänge überragt. Die proximale Spitze dieser Platte ist frei, abgerundet und gegen den Penis geknickt. Die distale ist ebenfalls abgerundet und bildet die mit 3—4 kurzen Chitinborsten besetzte Paramerenspitze, die etwas hinter dem Apex durch eine senkrechte, schwach chitinierte Linie von der übrigen Paramerenplatte abgesetzt ist. Die dritte Ecke ist ventralwärts gerichtet und mit dem zweiten Teil der Parameren verbunden. Die nach hinten und unten gewendete Dreieckskante trägt einen dichten Besatz von langen Chitinhaaren. Der schon erwähnte zweite Teil jedes Paramers zeigt die Form einer schmalen Spange, die in der Mitte etwas verbreitert ist, schräg proximo-ventralwärts zieht und am Paramerenhöcker ansetzt.

Atheta laevicauda SAHLB. ist daher boreoalpin. Die Art besitzt folgendes Verbreitungsgebiet:

Fennoskandia, Nordrussland, — Alpen, Böhmerwald (Rachel), Sudeten, Karpathen, Kaukasus. Nach Sainte-Claire Deville (Ann. Soc. ent. Fr. LXXXIX, 1920, p. 384, et *ibid.*, XC, 1921, p. 86) wurde ein Exemplar von *A. laevicauda* auf Korsika, am Rande eines Schneeflecks beim Lac d'Oro gefunden (leg. R. DE BORDE). Solange aber diese auf Korsika lebenden Spezies nicht anatomisch untersucht sind, muss diese Angabe als fraglich angesehen werden.

Atheta depressicollis FAUV.

Da mir nicht genug Material zur Verfügung stand, musste eine genaue, anatomische Untersuchung dieser Art unterbleiben. Ich zitiere daher ihr Verbreitungsgebiet unverändert nach HOLDHAUS:

Fennoskandia, — Pyrenäen, Alpen (Grossglockner, steirische Alpen).

Familie SCYDMAENIDAE.

Neuraphes coronatus SAHLB.

Untersucht wurden Exemplare von folgenden Fundorten:

Lakselv. PORS., MÜNSTER,

Ötztal, Umhausen, KNABL,

Bucsecs, DEUBEL.

Bei diesen Exemplaren zeigt der männliche Kopulationsapparat übereinstimmende Beschaffenheit:

Der Penis (Fig. 14) ist schwach chitiniert, 0·23—0·24 mm lang und stellt ein distal kugelförmig erweitertes, unregelmässiges Rohr dar. Im mittleren Drittel ist die ventrale Peniswand stärker chitiniert. Diese stärkere Chitinisierung setzt sich in zwei schmalen Streifen auf die Seitenwände des Penis fort, die diesen in dorso-apicaler Richtung umgreifen. Das distale Drittel der ventralen Peniswand wird ebenfalls von einem stark chitinierten Scleriten verstärkt. Dieser bildet eine grosse dreieckige Platte, deren Ecken breit verrundet sind. Die Basis des Dreieckes liegt apicalwärts und ist nach oben zu gekrümmt. Das Ostium liegt im letzten Viertel der Penislänge. Der Apex ist sehr kurz und breit verrundet. Der Praeputialsack stellt einen geräumigen, stark gefalteten Sack dar, der winzige, dreieckige Zähnnchen trägt. Der Ductus ejaculatorius endet mit einem Siphon, der als kurze, stark chitinierte Röhre ausgebildet ist, dem Praeputialsack aufsitzt und dessen Wand Längsriefen erkennen lässt. Wenn der Praeputialsack ausgestülpt ist, dann ist dieser Siphon proximo-dorsalwärts gerichtet. Die beiden symmetrischen Parameren sind im proximalen Drittel der Länge des ganzen männlichen Kopulationsapparates zu einer breiten, ventralen Platte verschmolzen, welcher der Penis aufliegt.

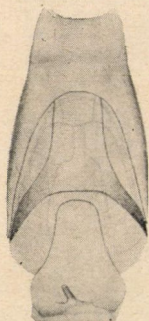


Fig. 14.

Neuraphes coronatus
SAHLB.: Männlicher
Kopulationsapparat,
Ventralansicht.

Diese Paramerenplatte ist basal quer abgeschnitten, die beiden Vorderecken sind ausgezogen und nach unten umgebogen. Apicalwärts setzt sich die Platte in zwei laterale, gegen hinten zu immer schmäler werdende Chitinstreifen fort. Es sind dies die eigentlichen Parameren, die im distalen Drittel der Penislänge mit einer abgerundeten, unbehaarten Spitze enden.

Neuraphes coronatus SAHLB. stellt daher eine einheitliche Art mit folgendem Verbreitungsgebiet dar:

Fennoskandia, -- Auvergne (Montagne du Cantal), Alpen, Sudeten, Karpathen, Bosnien (Ivan).

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 23. April 1934.)

A BOREOALPESI BOGARAK REVIZIÓJA, ÖSSZEHASONLÍTÓ ANATÓMIAI ALAPON.

SZÉKESY VILMOS-tól.

«Boreoalpesi állatok azok, amelyeknek elterjedése megszakítással a palearktikus faunaterület ; előfordulnak úgy északon, mint a középeurópai (részben még a déleurópai és középázsiai) hegységek magasabb helyein. A közbeeső területeken e fajok hiányzanak. Ezek a magasészaki faunának maradványai, amelyek a jégkorszakban Középeurópa gleccserekkel nem borított területein éltek. E fajok a jégkorszak végén követték a visszahúzódó gleccsereket, s így míg egy részük Európa távoli északi részébe került, addig a másik rész Középeurópa, illetőleg Déleurópa hegységeinek magasabb helyeire húzódott vissza.» Így keletkezett a boreoalpesi állatformák jellemző, össze nem függő elterjedése. Jelen dolgozatomban a boreoalpesi fauna bogaraival foglalkoztam. Minthogy általában véve a rovaroknál a legfontosabb fajbélyegek az ivarszervekben találhatóak, tehát a külső morfológiai viszonyokon kívül a fősúlyt elsősorban az ivarszervek vizsgálatára fektettem, és pedig legfőképpen a σ ivarszervekre, egyes csoportokban, mint pl. a Curculionidákon a női ivarszervek, főként a receptaculum seminis vizsgálatára is kiterjeszkedtem.

A követett különböző boncolási módszerek ismertetése után áttérek a hím ivarszerv sematikus morfológiai taglására ; egységes nomenklaturát kellett megállapítanom, hogy az összehasonlítást lehetővé tegyem. A hím ivarszerv főbb alkotórészei a következők : legfontosabb része a *penis*, mely egy tulajdonképp nagyon különbözően kialakult chitinosó ; részei: 1. az *apex*, a penis distalis vége, alakja igen fontos szisztematikai megkülön-

böztetésre nyújt támpontot; 2. a *praeputialis* rész; 3. a penis végén levő *ostialis hasíték*, amelyen át a praeputium tömlője kitüremlik; 4. a *paramerek* púpalakú kinövésű része. A *praeputium tömlője* nem más mint a ductus ejaculatoriusnak a penisben levő felső kitágított része, amely szintén rendkívül változatos lehet úgy alakjára nézve, mint a rajta levő képződmények (fegyverzet) minéműségét illetőleg. Egyes kivételes esetekben még más képződmények is felléphetnek. Ha ezek csőalakúak, úgy «siphon»-nak, ha pedig pálcaalakúak, úgy «virga»-nak nevezem. A *paramerek* a legprimitívebb esetben két, a penis mindkét oldalán fekvő, keskeny chitinlemezből állanak. Komplikált esetben pedig a legváltozatosabb alakultak ki és különbözőkép vannak összenöve. Végül mint alkatrész szerepel a *tő-lemez*, amely csak egyes bogárcsoportokon fordul elő és egy páratlan, a penis előtt lévő chitinlapból áll.

Az egyes fajok tárgyalásánál először azokat a termőhelyeket sorolom fel, ahonnan a megvizsgált példányok származtak, azután következik a sok esetben nagyon is bonyolult hím ivarszervek tüzetes leírása. Ezt követi annak a megállapítása, vajjon az illető faj a boreoalpesi állatfajták közé sorolható-e, vagy sem. Végül rámutatok azokra a változásokra, amelyek dr. K. HOLDHAUS a boreoalpesi alakok felsorolásának 1912-ben megjelent jegyzéke óta történtek.

Ezen leíró rész eredménye röviden a következő:

1. Három faj, melyet HOLDHAUS a boreoalpesi csoportba vett fel, nem tartozik oda. (*Stenus alpicola* FAUW., *Atheta Brisouti* HAR. és *Syneta betulae* F.)

2. Két, eddig különbözőnek tartott fajt egyesítettem egy boreoalpesi fajként. (*Phytodecta affinis* GYLLH.)

3. Egy boreoalpesi faj (*Bembidium Fellmanni* MANNH.) két különböző boreoalpesi fajra oszlott fel.

4. Tizenhat fajnál összesen harmincnégy új lelőhelyet találtam; ezzel szemben négy fajnál egy-egy eddigi lelőhelyet törölni kellett. Ebből két faj azon a lelőhelyen újnak bizonyult, a többi kettő pedig egy-egy más ismert fajhoz tartozik.

5. Egy nem boreoalpesiként kezelt faj (*Otiorrhynchus squamosus* MILL.) azonos *Otiorrhynchus salicis* STRÖM.-el, vagyis egy boreoalpesi fajjal.

6. Három Curculionida-fajnál parthenogenezist találtam.

Végül a hím ivarszervek szisztematikailag fontos kiképződéseire vonatkozóan leszögezem, hogy a glaciális relictumok nagy részénél a hím ivarszerv viszonylagosan egyszerű és meglehetősen primitív. Az anatómiai vizsgálatok csupán öt esetben vezettek fajfelosztáshoz. Ezzel szemben több esetben tapasztaltam a közép- és déleurópai, mélyenfekvő termőhelyeken, hogy az ottani fajok anatómiai alapon számos új fajra különülnek el. Ennek az okát abban látom, hogy amíg a boreoalpesi fajok a kedvezőtlen életkörülmények folytán a fejlődés egy primitív fokán álltak meg, addig a déleurópai fajok a differenciálódásra sokkal előnyösebb helyzetben voltak. Meg akarom még említeni, hogy eredményeim alapján a boreoalpesi fajok keletkezésére vonatkozólag a HOLDHAUS-féle teóriát meggyőzőbbnek találom, mint a SCHARFF- és SAINTE-CLAIRE DEVILLE-ét.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1934. április 23-án tartott üléséből.)

A CHARA-FÉLÉK MONOGRAFIÁJA
A HAZÁNKBAN EDDIG MEGFIGYELT FAJAINAK
ÉS FORMÁINAK ELŐSOROLÁSÁVAL.

FILARSZKY NÁNDOR r. tagtól.

(Székfoglaló.)

(Monographia Characearum enumeratione specierum formarumque in
Hungaria adhuc observatarum.)

(Ismertetés.)

1898-ban megjelent a kir. magyar Természettudományi Társulat kiadásában «A Chara-félék (*Characeae* L. Cl. RICHARD) etc.» című dolgozatom magyar és német nyelven; egy olyan alsóbbrendű növénycsoportnak, az akkori ismereteink alapján készült leírása és ismertetése, mellyel hazánkban mindaddig senki sem foglalkozott behatóbban, sőt még a serényen gyűjtő floristáink sem méltatták kellő figyelemmel ezeket a minden tekintetben felette érdekes vízinövénykéket, noha nem is ritkaságok, helyenként óriási mennyiségben tömegesen és feltűnően lepik el állóvizeinknek fenekét, de botanikusaink idegenkedtek tőlük fáradságosabb begyűjtésük, a további kívánatos nehezkesebb kezelésük és körülményesebb gondozásuk miatt.

A régibb gyűjteményekben nagyobbára határozatlanul található Chara-növénykéek legtöbbszörre már csak törmelékes állapotban vannak meg, vagy ha épek is még, általában hiányosan begyűjtettek, úgyhogy eredményes további, újabb vizsgálatra nem alkalmasak; csak kevés régibb magyarországi gyűjtés, amely egy-két szakavatottabb gyűjtőtől származik, tesz kivételt.

Ezen korábbi dolgozatom az irodalomban addig felvett 71 adat,

az akkoriban velem közölt 55 adat és 65 saját gyűjtési adatom alapján hazánkból 27 fajt ismertet és közli azok rövid leírását, itt-ott a hozzájuk tartozó formák elősorolásával.

Azóta 40 év telt el, de csak az utolsó 15 évben folytattam serényebben a régebben újból megkezdett munkámat, amelyben különösen lelkes hivataltársaim voltak segítségemre, de szaktársaim közül is többen támogattak hazánk legkülönbözőbb részeiben eszközölt gyűjtéseikkel, úgyhogy az utolsó évben az új adatok száma már jóval felülmúlta az 1000 számot.

Az általam megvizsgált anyag mind feldolgozása után a M. N. Múzeumi Növényteni Osztály nagy *Chara*-gyűjteményébe osztatott be, saját és hivataltársaim friss gyűjtéseiből pedig a további vizsgálatokra alkalmasabb, szebb anyagot kiválasztva, ebből azonfelül még külön formolos gyűjteményt is létesítettem, amely szintén az osztály egyik érdekesebb kincsét teszi.

Ezeknek az újabb gyűjtéseknek és több régiebb még ismeretlen gyűjtések alapján készült a mostani újabb munkám, amelybe természetesen a régiebb, már közölt, de közben átrevideált adatokat is befoglaltam.

Jelen terjedelmesebb munkám három részből áll: az első rész hat nagyobb fejezetben közel 100 írott oldalon a *Chara*-félék általános természetrajzát foglalja magában; a második rész négy nagy fejezetben több mint 800 írott oldalon a *Chara*-félék rendszertanát és részletes leírását tárgyalja; a harmadik rész csaknem 300 írott oldalon háromféle betűrendes jegyzéket tartalmaz a *Chara*-félékkel való foglalkozás és behatóbb tanulmányozás megkönnyebbítésére.

Az I. rész első fejezete (p. 1–6) bevezetésül ismerteti általában a *Chara*-félék termő- és előfordulási viszonyait, gyűjtésük és preparálásuk sajátos módjait, a helyes és pontos meghatározásukra irányuló vizsgálati módszereket, és végül konzerválásuk különböző módjait később, bármikor használható gyűjtemények összeállítása céljából.

Az I. rész második fejezete (p. 7–16) foglalkozik a *Chara*-telep általános alaktanával (morfológiájával), a telep külső alakjával és belső, anatómiai szerkezetével; leírja a gyökérhajszalakat vagy rhizoidákat (rhizoides) és a többnyire már csomókra (nodi) és ízekre (internodia) tagolt gyökérfonalakat (fila rhizoidea); az-

után a mindenkor csomókra és ízekre tagolt tengelyt (axis), melyet a régibb és újabb botanikusok is egyaránt szárnak (caulis) tekintenek és neveznek, noha úgy szerkezetét mint fejlődését tekintve, a szár fogalmának meg nem felel; továbbá a tengelyből eredő korlátlan és korlátolt növési oldalképleteket, mely előbbiekhez tartoznak, a tengelynek rendes oldalágai (rami) és a néhol fejlődő csupaszlábú ágak (rami gymnopodes), utóbbiakhoz pedig a mindenkor gyűrűsen álló sugárörvöket (verticilli) képező tagolatlan vagy tagolt sugarak (radii), melyeket általában leveleknek (folia, phylla, elema) is tekintenek, a tagolt sugarak csomóin ugyancsak örvösen fejlődő sugárcák (radioli) vagy általában levélkék (foliola), melyek vagy egysejtűek vagy többsejtűek és utóbbi esetben szintén tagoltak lehetnek, amikor rajtuk másodrendű sugárcák is fejlődnek, sőt ezek is újból elágazva harmadrendű sugárcákat is fejleszthetnek; továbbá a tengely csomóin található, mindenkor egysejtű melléksugarak (radii secundarii) vagy általában használatos néven pálliak (stipulae), melyek összességükben itt a melléksugárcoszorút (corona stipularis) képezik és a tengely ízein fejlődő, szintén egysejtű tüskék (aculei); a melléksugarak és tüskék nem minden Chara-féle növénykének sajátos szervei. Ezen említett vegetatív szervek rövid leírása után ismerteti e fejezet még a teljesen kifejlett, ivarérett telepnek előre meghatározott helyein megjelenő ivarszerveket: a piros gömbalakú hímivarszerveket vagy antheridiumokat és a többnyire zöld elliptikus-tojásdadalakú nőivarszerveket vagy oogoniumokat, mely utóbbiak az ivarzási folyamat megtörténte után a Chara-félék fenntartására és szaporodására szolgáló oospórákká alakulnak.

Az I. rész harmadik fejezetében (p. 17—39) a Chara-telep fejlődéséről van szó; tárgyalja kimerítően:

1. a Chara-telepről lehullott, érett és a vizek iszapjában bizonyos határozott ideig nyugalomban megmaradt oospóráknak első szintelen gyökérfonallá és rövid kis előtelepfonallá (protonema) való kihajtását és utóbbinak két hosszabb egysejtű internodiumra, két nádusra, — rhizoid- és sugárcsomóra — valamint 2—3 sejtű rövidebb-hosszabb végszelvényre tagolt előteleppé vagy proembryóvá való hamaros átalakulását;

2. leírja részletesen az első vagy főgyökérfonál (filum rhizoi-

deum primarium) fejlődését, növekedését és elágazási módját; a mellékgyökérfonalak (fila rhizoidea secundaria), a járulékos gyökérfonalak (fila rhizoidea adventiva) és a gyökérfonalágak (rami rhizoidales), valamint az egysejtű, rövidebb gyökérhajszálak vagy rhizoidák (rhizoides) fejlődését az előtelep rhizoidesomóján és a már teljesen kifejlett telep különböző helyein; a csak bizonyos fajok telepén található különböző alakú egysejtű vagy soksejtű rhizoidgumócskák (thallidia, vulgo bulbillae s. bulbuli) mint módosult gyökérfonalágak vagy módosult rhizoidák, és végül a másodlagos előtelepek fejlődése a kifejlett telep idősebb tengelycsomóin szintén e helyen le van írva ;

3. bővebb magyarázatot igényel az előtelep sugárcsomójából eredő főtengely (axis primarius, vulgo caulis) és a melléktengelyek (axes adventivi vulgo caules adventivi), valamint a tengely oldalágainak, a csupaszlábú ágak és a cauloid thallidiumok fejlődése és változatos kialakulása ;

4. a Chara-telep tengelyének leírását követi a rajta fejlődő sugarak, melléksugarak, tüskék és kéreg kialakulásának részletes tárgyalása.

A sugarak fejlődése egészben véve a tengely fejlődéséhez hasonlít, de míg a tengely csúcsában az újló meg újló egymetszésű vezérsejt működése korlátlan, a sugarakban ez korlátolt, a tengely kialakulása akropetális, a sugarak kialakulása ellenben basipetális. A Chara-félék egyik csoportjában a *Nitelleae*-nél a kéregtelen sugarak legtöbbszörre újból és ismételten elágaznak, vagyis 1—2—3. stb. rendű sugárcsák létesítői; a *Chareae* nevű másik csoportjában ellenben a többszörre kérgezett sugarak csak elsőrendű sugárcsákat fejlesztenek, de mindkét csoportban található olyan alakok is, melyeknek sugarai egészen egyszerűek, el nem ágazók, ez utóbbiak többszörre tagolatlanok is, azaz csomók híján vannak (radii inarticulati, vulgo folia inarticulata); általában azonban a sugarak tagoltak, a tengelyhez hasonlóan csomókra és ízekre tagoltak (radii articulati, vulgo folia articulata). A sugarak különben minden tekintetben a Chara-telep legszembeűnőbb és legváltozatosabb szervei.

Nitelleae-nél néhol a sugárörvökben a rendes sugarak között egyszerű járulékos sugarak (radii adventivi, vulgo folia adventiva)

is fejlődnek, ezek össze nem tévesztendőek a legtöbb *Charae*-nél található egysejtű kis melléksugarakkal, melyek itt 1—2-, ritkábban 3-soros koszorúban övezik a sugárörveket (*Charae haplo-diplo-triplostephanae*).

A magasabbrendű, komplikáltabb szerkezetű Chara-telepeken legfontosabb a tengelyek és sugarak kéregzési módjának a megismerése. A kérget (cortex) kéregsejtsorok alkotják, melyek a tengelyesomókon minden egyes sugár aljában, a sugarak csomóin pedig minden egyes sugárka alján veszik származásukat és minden egyes sugár, illetőleg sugárka alatt és felett mint fő- vagy közép-kéregsejtsorok (series cellularum corticis primariae) fölfelé és lefelé haladva a tengely és sugarak fejlődéséhez hasonlóan nodusos és internodiumos részletekre tagolódnak; nodusaikból újabb, de már egyszerűbb szerkezetű, csomósejtek nélküli ú. n. oldali vagy mellék-kéregsejtsorok (series cellularum corticis secundariae) erednek a főkéregsejtsorok mellett egyes vagy kettes számban, úgyhogy a kéregsejtsorok száma ezen esetekben vagy még egyszer, azaz kétszer vagy háromszor olyan nagy, mint a sugarak, illetve sugárkák száma (*Charae diplostichae*, *Charae triplostichae*), míg a csak fő-kéregsejtsorokkal kéregzett tengelyen vagy sugarakon a kéregsejtsorok száma megegyezik a sugarak, illetőleg sugárkák számával (*Charae haplostichae*). A kéregsejtsorok vagy teljesen, vagy csak részlegesen borítják és fedik az internodiumokat (*Charae perfecte corticatae*, *Charae imperfecte corticatae*).

A kéreg fejlődése alatt a közép-kéregsejtsorok nodusainak kis középső sejtjéből megindul a tüskék fejlődése is, melyek hol egyes számban, hol többes számban, csoportosan vagy az erősebben, bordaszerűen kiemelkedő közép-kéregsejtsorokon vagy az erősebben fejlődő oldali kéregsejtsoroktól kisebb-nagyobb mértékben elfedett közép-kéregsejtsorokon eredve, hol a tengely bordáin, hol a tengely barázdáiban állanak (*Charae tylacanthae*, *Charae aulacanthae*). Valamint a kéregsejtsorok kialakulása rendkívül változatos, úgy a tüskék kialakulása és megjelenése is felette változatos a különböző Chara-alakokon.

Jellemző a Chara-telep fejlődésére az az egységes elv, mely szerint összes többsejtű részei, szervei felépülnek. A tengely csúcán található egymetszésű vezérsejtből leszármazó szeptesejtek minden-

hol két egyenlőtlen, további magatartásukban teljesen eltérő nem «aequipotens» fióksejtre osztódnak: egy állítólag kisebb fióksejtmagot öröklő nagyobb, és egy nagyobb fióksejtmagot öröklő kisebb fióksejtre; előbbi fióksejt csak növekedésre képes, már osztatlan marad, utóbbi fióksejt ellenben öröklí az anyasejt osztódási képességét; előbbi a legkülönbözőbb szervek internodiális részének, utóbbi a nodiális teleprésze nek a létesítője. Nodusokból és internodiumokból áll az egész telep. A nodusok legfejlettebbek a tengelyen, ahol többnyire számos (kerületi és központi) sejtből állanak, kevésbé fejlettek a sugarakon, az előtelepen és gyökérfonalakon, legfejletlenebbek pedig a sugárkákön és kéregsejtsorokon, ahol némelykor csak egy kis sejt jelzi a nodust. A telepnek csomókra és ízekre való szabályos taglalódása igen korán, már az oospóra kihajtásakor veszi kezdetét és innen van, hogy a Chara-telep kifejlett állapotában olyan szabályos alakot ölt és annyira hasonlít s emlékeztet magasabbrangú, száras növények testére.

Az I. rész negyedik fejezete (p. 40—61) tárgyalja a Chara-félék ivartalan és ivaros szaporodását.

1. Az ivartalan szaporodás főleg thallidiumok (bulbillák), másodlagos ágelőtelepek és csupasz lábú ágak képzése által történik, de végbemehet teleposztás útján is és mesterségesen dugványozással. A thallidiumokból úgy csupasz lábú ágak, valamint másodlagos ágelőtelepek hajthatnak ki, és így csak közvetve új Chara-telepek létesítői. Másodlagos ágelőtelepek és csupasz lábú ágak legtöbbsnyire áttelelő telepeknek tartaléktápláló anyagokat raktározó, duzzadt tengelycsomóiból erednek és utóbb ezektől elváltak önállósulva már mint új telepek folytatják életműködésüket.

2. Az ivaros szaporodás az ivarzásí folyamat eredményezte oospórák képződésében rejlik. Az ivarszervek (organa sexualia, régebben gametangia) mindig a termősugarak vagy a tagolt sugárkák csomóinak adaxiális (hasi, ventralis) oldalán fejlődnek, mégpedig egy és ugyanazon növénykének egy és ugyanazon csomóin vagy különböző csomóin (egylaki fajok, monoecia conjuncta, monoecia sejuncta) vagy különböző hím- és nőivarjellegű növénykéken (kétlaki fajok, dioecia). Az egylaki *Nitella*-fajoknál az oogoniumok az antheridiumok alatt foglalnak helyet, az egylaki *Chara*-fajoknál fordítva, az oogoniumok az antheridiumok felett fejlőd-

nek, az egylaki *Tolypella*-fajoknál az antheridium körül jelennek meg többes számban, a *Lychnothamnus*-nál pedig fordítva, az egyesével fejlődő oogonium mellett, jobbra és balra, ritkábban még alatta is fejlődik egy-egy antheridium, a *Lamprothamnus*-nál az egyesével vagy kettesével fejlődő oogoniumok alatt, ritkábban mellettük foglalnak helyet az ugyancsak egyesével fejlődő antheridiumok. A gömbalakú komplikáltabb szerkezetű antheridiumok fejlődésének, szerkezetének és megérésének részletes leírását követi a többnyire elliptikus, egyszerűbb szerkezetű oogoniumok fejlődésének részletes leírása. Az antheridiumok terménye rengeteg számú haploid sejtmagvú kétszelligős spermatozoid, az oogoniumokban ellenben csak egyetlenegy nagy haploid pete fejlődik. Az ivari elemek megérésekor bekövetkezik a termékenyítési folyamat: a széjjelnyíló antheridiumokból kirajzó spermatozoidák a felnyílt oogoniumokba hatolnak, a spermatozoidák egyike beolvad a petébe, a haploidmagvú pete így megtermékenyül és diploidmagvú petévé lesz, mire az egész oogonium sötétbarna vagy fekete nyugvó oospórává alakul. Az érett oospórák alakja és nagysága is különböző lehet.

A kétlaki *Chara crinita* arról nevezetes, hogy a legtöbb termőhelyen hímvivarjellegű növénykéek teljes hiányában meg nem termékenyített oogoniumokból termel kihajtásra képes oospórákat, ú. n. partheno-oospórákat (oosporae parthenogeneticae). Hazánk szikes tavainak és kisebb pocsolyáinak legtöbbjében a *Chara crinita* mindkét ivarban terem és itt általában kétféle oospórák növénykéket lehet találni, olyanokat, melyeknek oospórái normális szerkezetűek, azaz diploid sejtmagvuk felerészben ♂, felerészben ♀-chromosomákból áll és olyanokat, melyeknek oospórái partheno-oospórák, diploid sejtmagvukat tisztán csak ♀-chromosomák alkotják. Előbbi növénykéken gyakran itt-ott a normális szerkezetű oospórák között eitéró szerkezetű, fehérszínű oospórákat is lehet megfigyelni, ezek léha oospórák, megtermékenyített petét szintén nem tartalmaznak és kihajtásra képtelenek. A partheno-oospórák csak diploid növénykéken fejlődhetnek, ilyenek pedig első ízben oly módon állanak elő, hogy haploid növénykéek termelte oospórák kihajtásukkor sejtmagvuk nem redukciós, hanem aequatiós separációs osztódása folytán ♂-chromosomás magvú rhizoid és ♀-chro-

mosomásmagvú cauloid részből álló diploidmagvú előtelepet létesítenek; ezen természetesen csak diploid ♀-ivarú egyén alakulhat, melyen csakis diploid ♀-sejtmagot tartalmazó, vagyis termékenyítésre nem szoruló oogoniumok fejlődhetnek, ezekből pedig parthenoosporák alakulnak. Más magyarázó elméletet nyilvánít ERNST és ismét mást WINKLER a *Chara crinita* régen ismert szűznemzésének (parthenogenesis) felderítésére. A fejezet az ivarszervek gyakori rendellenességeinek magyarázatával záródik.

Az I. rész ötödik fejezete (p. 62—69) rövidesen tárgyalja a Chara-telep és elemeinek élettanát; foglalkozik a telep táplálkozásával és növekedésével, a telepet felépítő, különböző hivatású sejtek szerkezetével és életműködésével, leírja az itt oly feltűnő módon jelentkező protoplasmamozgást és a mészlerakódás (in-crustatio) folyamatát.

Az I. rész hatodik fejezete fejtegeti a Chara-félék állását a növényrendszerben (p. 70—82). LINNÉ előtti régi botanikusok a Chara-féléket Equisetumféléknek, Zsurlóknak tartották és az *Equisetum* névvel akkoriban azonosított *Hippuris* néven is említik őket műveikben. VAILLANT volt az első (1719), ki a «Chara» genust felállította és az ezen néven elősorolt növénykéket mint *Pseudocryptogamae*-t az *Equisetum*-fajoktól különválasztotta. LINNÉ kezdetben a Chara-féle növénykéket *Phanerogamae*-nek nézte, majd híres rendszerében utóbb a XXIV. osztályba, a *Cryptogamae*-hez, mégpedig az *Algae*-hez sorolta. LINNÉ után a botanikusok legjelesebbjei a Chara-féléket az Algák között sorolják elő, azonban számosan még mindig magasabbrendű növényeknek tartották, egyesek Mohoknak nézték, mások Edényes Cryptogamoknak tartották, még mások ismét Virágos növényeknek vették és a Phanerogamok rendszerében a legkülönbözőbb helyein sorolták elő. L. CL. RICHARD volt az első, ki a Chara-féléket mint külön önálló családot tárgyalta a *Cryptogamae* és *Phanerogamae* között. Voltak, kik hasonlóképpen jártak el azon véleménnyel azonban, hogy az Algákhoz közelebb állanak, mint a Mohokhoz. Különben a Chara-félék rendszertani állásának ügye még mai napig sincsen végleg tisztázva; a legtöbbben Algáknak veszik és a zöld moszatokhoz számítják, mégpedig a *Chlorophyceae* utolsó, legmagasabbrendű családjaként.

Telepes növényeknél seholsem lévén szó a test tagoltságáról olyan értelemben, mint a magasabbrendű száras növényeknél, az utóbbiaknál szereplő elnevezéseket, melyek a Chara-félék idegennyelvű leírásaiban általában szintén használatosak, jelen munkámban mindenhol megfelelőbb magyar elnevezésekkel felcseréltem. A latinnyelvű leírásaimban és latin diagnózisokban azonban az általában bevett és használatban lévő eredeti latin műszókat, mükifejezéseket és elnevezéseket — noha jelentésük nem is felel meg a Chara-félék morphologiai leírásának, alkotó szerveik értelmezésének — mind megtartottam, sőt az új alakok elnevezésénél is a régiek eljárásához híven szerte felhasználtam.

A II. rész első fejezete (p. 83—88). Általános megjegyzések címén kifejti először a Chara-félék genusainak fokozatos megállapítását, azután A. BRAUNT, a Chara-félék természetrajzának atyamesterét mint elsőt tünteti fel, ki a fajok körülírására tisztán csak olyan tulajdonságokat használt fel, amelyek állandók és többkevesebb számú alakon egyformán megfigyelhetők, a fajok keretébe tartozó, gyakran nagyszámú formák megjelölésére pedig a különböző alakokon a legkülönbözőbb átmenetekben megfigyelhető összes tulajdonságokat vagy ezeknek kisebb-nagyobb sorozatát alkalmazza rövid latin kifejezésekben a fajnév után. Ezen A. BRAUN alapította soknevű (plurinominális) nomenklaturának sok követője volt, utóbb azonban és ma már általában csak egyetlenegy kiváló tulajdonság jelölését vagy esetleg más jellegzetes nevet alkalmaznak a formák megnevezésére is. Így, hol a tengely minősége, hol a sugarak és sugárcák minemúsége, szerkezete, hol pedig az egész növénykének külalakja, termete stb. szerint történik, legtöbbször a formák elnevezése is, a fajok elnevezéséhez hasonlóan.

A II. rész második fejezete (p. 89—104) nyújtja a Chara-félék rövid rendszertani áttekintését. A *Characeae*-család rövid jellemzését és irodalmi jegyzékét követi az 1. subf. *Nitelleae* rövid jellemzése és irodalmi jegyzéke, majd az idetartozó két genus, a *Nitella* és *Tolypella* leírása, irodalmi jegyzéke és eddig ismert fajaiknak rendszeres elősorolása. Azután a 2. subf. *Chareae* rövid jellemzése és irodalmi jegyzéke, továbbá az idetartozó négy genus, a *Tolypellopsis*, *Lamprothamnus*, *Lychnothamnus* és *Chara* leírása, irodalomjegyzéke és eddig ismert fajaiknak rendszeres elősorolása. Az

elősorolt *Nitella*-fajok száma 124, közöttük három új faj (*N. bipartita* F.,¹ *N. pseudograciliformis* F.¹ és *N. Sumatrana* F.¹) és 16 európai faj szerepel; a *Tolypella*-fajok száma 13, közöttük hat európai faj; a *Tolypellopsis*-fajok száma három, közülük kettő új faj (*T. simplicissima* F.¹ és *T. nitelloides* F.) és kettő európai faj; a *Lamprothamnus*-fajok száma kettő, mindkettő európai; a *Lychnothamnus*-fajok száma kettő, közülük egy európai; a *Chara*-fajok száma 120, közöttük hat új faj (*Ch. fulgens* F.,¹ *Ch. Hungarica* F.,² *Ch. mucronata* F.,² *Ch. pseudogymnophylla* F.,³ *Ch. Scepusiensis* F.,⁴ *Ch. variabilis* F.¹) és 38 európai faj.

A II. rész harmadik fejezete (p. 105—169) a *Chara*-félék eddig ismeretes összes nemének, fajainak és formáinak megkülönböztetésére követendő alapelvek felsorolása után az összes genusok és fajok határozó kulcsát közli magyar és latin nyelven, melyet egyrészt NORDSTEDT—A. BRAUN *Fragmente etc.* 1882 és MIGULA, *Die Characeen etc.* 1897 c. munkák, másrészt ALLEN, ROBINSON, GROVES és másoknak idegenföldi *Chara*-féléket tárgyaló dolgozatai nyomán állítottam össze bővítve és módosítva saját tapasztalataim és sokévi kutatásaim eredményeinek felhasználásával.

A II. rész negyedik fejezete (p. 169—886) az egész munkának legterjedelmesebb része; természetes sorrendben közli az összes európai fajok (számuk 65) leírását, kellő áttekintést nyújt az eddig jól ismert és leírt formáikról (számuk 620-nál több) és azoknak szükség szerinti hol hosszabb, hol rövidebb leírását könnyen kezel-

¹ FILARSZKY: Die Characeen der Deutschen Limnologischen Sunda-Expedition (*Archiv für Hydrobiologie* 1934, p. 705—726). Sammlung von Dr. Franz Ruttner (Biolog. Station Lunz).

² FILARSZKY: A budai hőforrások nyílt vizének *Chara*-féléi és néhány más érdekesebb, ritkább algafaja. Die Characeen und einige andere seltener Algen der Ofener Thermalgewässer. (*Math. és Természettud. Értesítő* XLVII. 1930.)

³ FILARSZKY: Adatok Horváth-Szlavonország és a Balkán néhány más országának *Chara*-vegetációjához. Beiträge zur Kenntnis der Characeenvegetation Kroatien-Slavoniens und einiger anderen Länder der Balkan-Halbinsel. (*Magyar Botanikai Lapok* 1931.)

⁴ FILARSZKY: A Magas-Tátra alján termő néhány *Chara*-féléről. Über einige Characeen am Fusse der Hohen Tatra. (*Magyar Botanikai Lapok* XXV. 1926.)

hető kulcsba foglalja, mely különösen a némely faj körébe tartozó formák rengetegében csaknem nélkülözhetetlen eszköze a könnyebb, pontos és helyes meghatározásnak. A fajok és formák leírását illetőleg kulcsát követi a hazánkban eddig megfigyelt alakok s azok lelőhelyeinek elősorolása; mellékesen a megfelelő helyen (zárójelben) azon idegenföldi (afrikai, ázsiai) adatok is felemlítetnek, melyeknek feldolgozásával megbízva, meghatározását magam végeztem. A hazánkban megfigyelt fajok száma 44 (*Nitella* 11, *Tolypella* 4, *Tolypellopsis* 2, *Lychnothamnus* 1, *Chara* 26). A Magyarországból eddig jól leírt formák száma 350 (*Nitella* 36, *Tolypella* 7, *Tolypellopsis* 2, *Lychnothamnus* 2, *Chara* 303). Az általam felismert és felállított új formák száma 174; ezek következőképpen oszlanak el: 6 *Nitella*-faj körébe 7 új forma, 2 *Tolypella*-faj körébe 2 új forma, 1 *Tolypellopsis*-faj körébe 1 új forma, 1 *Lychnothamnus*-faj körébe 1 új forma és 17 *Chara*-faj körébe 163 új forma; a legtöbb a *Chara foetida* A. BR. (62), a *Chara crinita* WALLR. (21) és a *Chara gymno-phylla* A. BR. (20) körébe való.

A III. rész betűrendes jegyzékeket foglal magában.

1. Glossariumot (p. 837—928) a munkában használt műszavak (termini) latin mű- és szakkifejezéseknek betűrendes jegyzékét és rövid magyarázatait. Az egész növényországnak egyetlenegy más csoportja sem igényel annyi speciális műkifejezést a növénykék helyes megismerésére, mint amennyi a *Chara*-félék legszabályosabban felépült testének és életfolyásának tanulmányozására és kellő megértésére szükséges.

2. A faj-, fajváltozat (varietas)- és formaneveknek, valamint a sok synonym névnek betűrendes jegyzékét (p. 929—1070), mely sokszor nélkülözhetetlen útbaigazításul szolgál és az irodalom felvetette kérdéses és kétes esetekben a szükséges felvilágosítást és magyarázatot nyújtja.

3. A fontosabb irodalom jegyzékét (p. 1071—1182), mégpedig általános irodalomjegyzékét és a magyarországi kutatásokra vonatkozó irodalomjegyzékét, mely utóbbinak ismerete a hazai charologia történetének is alapfeltétele.

MONOGRAPHIE DER CHARACEEN
MIT AUFZÄHLUNG DER BISHER IN UNGARN
BEOBACHTETEN ARTEN UND FORMEN.

Von N. FILARSZKY.

Die auf Grund langjähriger Studien, Aufsammlungen und über tausend neuerer Daten gefertigte umfangreiche Arbeit besteht aus drei Hauptteilen. Der erste Teil behandelt in sechs grösseren Abschnitten im allgemeinen die Naturgeschichte der Characeen; der zweite Teil befasst sich in vier grösseren Abschnitten mit der Systematik der Characeen und näherer Beschreibung aller bisher bekannten Chara-Arten und Formen; der dritte Teil enthält dreierlei Verzeichnisse in alphabetischer Anordnung zur Erleichterung eingehender charalogischer Studien.

Im ersten Teile werden zunächst das Vorkommen, das Einsammeln, das Präparieren und die Bestimmungsweisen erörtert, dann die Aufbewahrungsmethoden, die Kultivierung und das rationelle Anlegen von Characeen-Sammlungen besprochen, welche auch später und zu jeder Zeit benützt und zu wissenschaftlichen Zwecken verwendet werden können. Darauf folgt eine allgemeine morphologische Beschreibung des Chara-Thalluses und Gliederung desselben; es werden beschrieben die in Nodi und Internodien gegliederten Rhizoidfäden und die an diesen und auch an anderen Stellen auszweigenden, einzelligen Rhizoiden, ferner die stets in Nodi und Internodien gegliederte Achse (fälschlich Stengel, Stamm), ihre gleichgebildeten Seitenzweige und nacktfüssigen Zweige, die alle, wie die Rhizoidfäden ein unbegrenztes Längenwachstum kennzeichnet, dann die an den Achsenknoten in stets regelrechten Wirteln sich entwickelnden, zumeist gleichfalls in Nodi und Internodien gegliederten Strahlen begrenzten Wachstumes, die allgemein doch fälschlich als Blätter angesehen werden; ferner die

an den Knoten der Strahlen gleichfalls in Wirteln sich entwickelnden einzelligen oder mehrzelligen Strahlchen, fälschlich auch Blättchen genannt, von welchen die mehrzelligen ebenfalls in Nodi und Internodien gegliedert sich auch wiederholt verzweigen können; ferner die gleichfalls an den Achsenknoten sich entwickelnden Nebenstrahlen, welche allgemein als Stipulargebilde angesehen werden; und endlich die an den Internodien der Achsengebilde hier und dort zu beobachtenden stets einzelligen Stacheln. Der kurzen Beschreibung all dieser vegetativen Organe folgt eine kurze Beschreibung der Sexualorgane: der Antheridien und Oogonien und schliesslich der aus letzteren sich entwickelnden Oosporen.

Ausführlich wird dann weiter die Entwicklung des Chara-Thallus in allen seinen Teilen, vom Beginn der Keimung der Oosporen bis zur Entwicklung und völligen Reife der neuen Oosporen behandelt; zunächst die Entwicklung des Protonemas und weiter daraus die Bildung des Proembryos; weiterhin die Entwicklung des ersten Rhizoidfadens, der Nebenrhizoidfäden, der adventiven Rhizoidfäden, der Rhizoiden und Rhizoidthallidien (Bulbillen); dann die Entwicklung der ersten oder Hauptachse, die der Nebenachsen, der Achsenzweige, der nackten Zweige und Cauloidthallidien; eingehend wird die Entwicklung der Strahlen der *Nitelleae* und *Chareae* gesondert behandelt; dann die der adventiven Strahlen bei den *Nitelleae* und die der Nebenstrahlen bei den *Chareae*; weiterhin die Entwicklung der Berindung der Achsengebilde und Strahlen bei den höher stehenden, komplizierter aufgebauten Chareen, wobei auch auf die übereinstimmende Entwicklungsweise und Bildung aller mehrzelligen Organe des Characeen-Thalluses hingewiesen wird.

Ein weiterer Abschnitt des ersten Teiles behandelt die Organe, welche im Dienste der ungeschlechtlichen Fortpflanzung stehen, dann jener Organe, welche die geschlechtliche Fortpflanzung und Vermehrung bedingen; besonders letzteres Thema erfährt die weitgehendste Erörterung, wobei auch der Parthenogenesis bei *Chara crinita* WALLR. ausführlich gedacht wird. Schliesslich behandelt dieser Teil der Arbeit noch die Physiologie des Characeen-Thalluses und seiner Elemente und endlich die Stellung der Characeen in den früheren, älteren und den neuesten, heutigen Pflanzensystemen.

Der vom Verfasser im Ungarischen eingeführten neuen speziellen Benennungsweise der einzelnen Organe wird zum Schlusse des ersten Teiles Rechnung getragen.

Im zweiten Teile der Arbeit folgen zunächst allgemeine Bemerkungen betreffs der von A. BRAUN angewendeten plurinominalischen Nomenclatur; dann folgt nach einer systematischen Übersicht aller bisher bekannten Characeen die Charakterisierung nebst Literaturverzeichnis der Familie: *Characeae*, nachher die der 1. Subf. *Nitelleae* und der hierhergehörigen zwei Genuse: *Nitella* und *Tolypella*, sowie der 2. Subf. *Chareae* und der hierhergehörigen vier Genuse: *Tolypellopsis*, *Lamprothamnus*, *Lychnothamnus* und *Chara*. Die Zahl der in der Übersicht angeführten *Nitella*-Arten beträgt 124, darunter drei neue Arten (*N. bipartita* F., *N. pseudo-graciliformis* F. und *N. Sumatrana* F.) und 16 europäische Arten; die Zahl der *Tolypella*-Arten 13, darunter sechs europäische Arten; die Zahl der *Tolypellopsis*-Arten drei, darunter zwei neue Arten (*Tolypellopsis simplicissima* F. und *T. nitelloides* F.) und zwei europäische Arten; die Zahl der *Lamprothamnus*-Arten zwei, beide europäisch; die Zahl der *Lychnothamnus*-Arten zwei, darunter eine europäisch; endlich die Zahl der *Chara*-Arten 120, darunter sechs neue Arten (*Ch. fulgens* F., *Ch. Hungarica* F., *Ch. mucronata* F., *Ch. pseudogymnophylla* F., *Ch. Scepusiensis* F. u. *Ch. variabilis* F.) und 38 europäische Arten.

Ein auf Grund der Arbeiten NORDTSEDT—BRAUN, Fragmente 1882, und MIGULA, Die Characeen 1897, sowie der exotische Formen behandelnden Arbeiten von T. F. ALLEN, ROBINSON und GROVES verfasster und durch eigene, langjährige Erfahrungen vielfach erweiterter und veränderter dichot. Schlüssel in ungarischer und lateinischer Sprache erleichtert wesentlich die schnelle und sichere Bestimmung aller bisher bekannten Arten.

Den umfangreichsten Teil des ganzen Werkes bildet der zweite Abschnitt des zweiten Teiles, in welchem alle bisher bekannten europäischen Arten (65 an der Zahl) ausführlich beschrieben und die kürzer-längeren Beschreibungen aller ihnen zugehörigen Formen, deren Zahl mehr als 620 beträgt, in gesonderten Schlüsseln zusammengefasst werden, letztere dürften zur sicheren und richtigen Bestimmung der Formen mancher überaus formreichen Arten

sich fast unentbehrlich erweisen. Dem Formenschlüssel jeder Art folgt die Aufzählung aller jener Formen nebst ihren Fundorten etc., welche bisher in Ungarn beobachtet und eingesammelt wurden. Die Zahl dieser Arten beträgt 44 (*Nitella* 11, *Tolypella* 4, *Tolypellopsis* 2, *Lychnothamnus* 1 und *Chara* 26); die Zahl der bisher in Ungarn beobachteten und gut beschriebenen Formen 350 (*Nitella* 36, *Tolypella* 7, *Tolypellopsis* 2, *Lychnothamnus* 2 und *Chara* 303). Die Zahl der durch Verfasser erkannten und als neu aufgestellten Formen, welche zum Teile eine Veröffentlichung auch schon anderwärts erfahren, beträgt 174 (zu 6 *Nitella*-Arten gehören 7 neue Formen, zu 2 *Tolypella*-Arten 2 neue Formen, zu 1 *Tolypellopsis*-Art 1 neue Form, zu 1 *Lychnothamnus*-Art 1 neue Form, und zu 17 *Chara*-Arten 163 neue Formen; die meisten gehören der *Chara foetida* A. BR. an: 62, dann der *Chara crinita* WALLR.: 21 und der *Chara gymnophylla* A. BR.: 20).

Den dritten Teil machen drei grössere alphab. Verzeichnisse aus: ein Glossarium umfassend alle Termini und Kunstausdrücke, deren Kenntnis zum ernstesten Studium der *Characeae* unbedingt erforderlich ist; dann ein alphab. Benennungs (Namen)-Verzeichnis aller Arten, Varietäten, Formen und Synonymen, das in bezweifelten Fällen eine nötige und bestimmte Aufklärung bieten kann; endlich ein charologisches allgemeines Literaturverzeichnis und ein auf ungarische Characeenforschungen bezügliches, spezielles Literaturverzeichnis.

(Aus der Sitzung der III. Klassen der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 23. April 1934.)

ÚJABB ADATOK A KEMÉNYHÉJÚ LUCERNA- MAGVAK ISMERETÉHEZ.

JÁMBOR RÓZSI-tól.

A keményhéjú magvak vizsgálata a közelmúltban új irányba terelődött. Ez a körülmény biztos mutatója annak, hogy a keményhéjúság kérdése még nincsen megoldva. Ha végig tekintünk a nyolcvanas évektől kezdődő vizsgálatok hosszú során, be kell vallanunk, hogy azok egyike sem járt olyan eredménnyel, mely a kérdést a megoldáshoz közelebb vitte volna. Ezen vizsgálatok részletes ismertetésére e helyütt nem térhetek ki.¹ De nem is szükséges, mivel kísérleteim főképp a közelmúltban végzett kutatásokhoz kapcsolódnak. Azokat a régebben megejtett vizsgálatokat pedig, melyek kísérleteimmel vonatkozásban vannak, alkalomszerűen úgyis ismertetni fogom.

A közelmúltban végzett kísérletezés új iránya STAHL¹ megfigyeléseiből indult ki. STAHL u. i. a hereféléknek különböző helyeken való tárolásánál azt tapasztalta, hogy a száraz, meleg (35—40° C) növelte a keményhéjúságot. A rendes raktári és laboratoriumi tárolásnál azonban a keményhéjúság mennyisége nem változott. DORPH-PETERSEN² hasonló irányú kísérleteinél viszont azt figyelte meg, hogy a szarvaskerep (*Lotus corniculatus*) keményhéjúsága csak a laboratoriumi tárolásnál marad változatlan. Megállapította továbbá azt is, hogy a raktárban a szarvaskerep keményhéjúsága télen fogy és nyáron növekedik.

ESDORN³ a sárga csillagfürt (*Lupinus luteus*) magvainál, aratáskor, keményhéjúságot nem talált. A tárolás alatt azonban a keményhéjúság előtűnt és annál jobban növekedett, minél melegebb és szárazabb volt a tároló helyiség levegője. Amidőn nevezett ezt

¹ Ezen kísérletek részletes jegyzékét érdeklődő C. A. GEHLEN: «Über Mittel zur Behebung der Hartschaligkeit bei *Lupinus luteus* und einigen anderen Leguminosen» (Hamburg, 1931) című tudori értekezésében megtalálja.

Összefoglaló tájékoztatást nyújt SCHERMANN Sz. dr. «Keményhéjú vetőmagvak» c. dolgozata. — Kísérletügyi Közlemények, XXX. k. (1930).

a kísérleti anyagot 24 órára nedvesebb és hűvösebb helyiségben tárolta, a keményhéjúság csökkenni kezdett. Megállapította azt is, hogy a sárga csillagfürt keményhéjúságát az időszaki változások még a laboratóriumi tárolás alatt is befolyásolják. Szerinte a sárga csillagfürt keményhéjúsága raktárban télen a legnagyobb. Laboratóriumban pedig ez a körülmény nyáron következik be. Ezek alapján tehát a sárga csillagfürt keményhéjúsága mesterségesen növelhető, illetve csökkenthető. Megállapította továbbá, hogy a sárga csillagfürt keményhéjúságát a «testa» vízvesztesége okozza.

Ezt követően STÜTZ⁴ hasonló irányban a herefélékkel végzett vizsgálatokat. Ezekből megállapítja, hogy a herefélék keményhéjúságát az időszaki változások kevésbé befolyásolják. Míg a lucernánál (*Medicago sat.*) ezt a befolyást jól ki lehet mutatni, addig a heréknél ez fokozatosan elmosódik. STÜTZ szerint a lucerna keményhéjúsága májusig növekedik és azután csökken. Megjegyzi továbbá, hogy szobátárolásnál a lucerna keményhéjúsága magasabbfokú, mint egyéb tárolási körülmények között.

ESDORN eredményeiből és az akkor még folyamatban lévő STÜTZ-féle kísérletekből BREDEMANN⁵ arra következtetett, hogy a pillangósvirágúak keményhéjúsága a tárolási viszonyakkal szemben azonosan viselkedik. Továbbá, valószínűnek látta azt a feltevést, hogy a «keményhéjúság *reversibilis*» sajátságként fogható fel.

WITTE⁶ fenti vizsgálatok gyakorlati értékét — a levegő helyenként változó hőmérséklete és páratartalma miatt — kétségbe vonta. Ezen érvelés mellett meg kell jegyezni, hogy BREDEMANN általánosító feltevését az összes vonatkozó tapasztalatok teljes mértékben nem támogatják. Ugyanis DORPH-PETERSON kísérleteiből azt látjuk, hogy a szarvaskerep keményhéjúságát a raktári tárolás befolyásolja. ESDORN a sárga csillagfürt kemény magvainál ugyanezt tapasztalta. Viszont STAHL vizsgálataiból tudjuk, hogy a herék (komló, fehér- és lóhere) keményhéjúságára a raktári tárolásnak nincsen hatása. STÜTZ tapasztalatai pedig a tekintetben járnak közel STAHL megfigyeléseihez, hogy a raktári tárolás hatását a heréknél nem látta teljes mértékben igazoltnak. Leszögezve azt is, hogy a herék és a lucerna eltérően viselkednek.

Fenti módon csoportosított tapasztalatokból tehát az tűnik ki, hogy a külső hatásokkal szemben a keményhéjúság mégis csak

eltérően viselkedik. A külső hatásokkal szemben való eltérő viselkedés pedig a növény családotokban belül is gyakran előfordul. Éppen ezért nagy annak a valószínűsége, hogy a keményhájúság viselkedése minden esetben azonosítható nem lesz.

BREDEMANNNAK az a feltevése, hogy «a keményhájúság *reversibilis* sajátságként fogható fel», igen meglepő volt. Meglepő azért, mivel ez a felvetett gondolat vegyi folyamatokat tételez fel. E tekintetben azonban a tapasztalatok hiányoznak. Kétségtelen tehát, hogy BREDEMANN feltevése további vizsgálatokat igényel. Egyrészt azon kísérleti eredmények megerősítésével, melyek ezen feltevés alapjául szolgáltak. Másrészt pedig a keményhájúság okának vegyi szempontokból való tüzetes vizsgálatával, ami talán a kérdés megoldásához vezetne.

A feltevés alapjául szolgáló eredmények megerősítésében azzal óhajtottam résztvenni, hogy szobában tárolt lucerna keményhájúságát vizsgáltam. Céлом tehát az volt, hogy a szobátárolásnak STÜTZ által tapasztalt hatása beigazolást nyerjen.

Kísérleteimnél 49—50 % keményhájú magvakat tartalmazó lucernamintákat használtam fel. Ezeket a Csabacsüd és Fegyvernek vidékéről származó rostátlan lucernamintákat pedig kísérleteim megkezdése előtt kb. 2 hónapig 20—25° C hőmérsékletű szobában, papirtasakokban tároltam. Ezen tárolási körülmények között tartott lucernákat 1 év leforgása alatt havonként csiráztatva, a következő eredményeket nyertem:

1932. évi júniusban a keményhájúság	.....	56 %
júliusban	« «	55 %
augusztusban	« «	51 %
szeptemberben	« «	56 %
októberben	« «	53 %
novemberben	« «	47 %
decemberben	« «	50 %
1933. évi januárban	« «	48 %
februárban	« «	51 %
márciusban	« «	49 %
áprilisban	« «	51 %
májusban	« «	50 %
júniusban	« «	51 %

Az eredmények között mutatkozó 9 % legnagyobb eltérésből azonban még nem lehetett arra következtetni, hogy a nem abszolút száraz, meleg szoba levegője fentemlített lucernák keményhéjúságára döntő befolyást gyakorolt volna. A 10 %-on aluli eltérés pedig a keményhéjű magvak természetes elosztásában kielégítő magyarázatot nyer. Az egy éven át tapasztalt mennyiségbeli ingadozásnak természetszerű magyarázata alapján tehát BREDEMANN és STRÜTZ vonatkozó megállapításai beigazolást nem nyertek.

Fenti kísérletekkel egyidejűleg olyan keményhéjű lucernamagvakkal végeztem vizsgálatokat, melyek mint «nem csírázottak» a csíráztatási kísérletekből visszamaradtak és kb. 2 évig 20—30° C hőmérsékletű laboratóriumban őriztettek. Ezen lucernamagvakat 38 napig nem abszolút száraz, meleg laboratórium ablaka előtt helyeztem el. Így az ablakon keresztül kb. 2 órai napsütés érte a magvakat. Az átlagos legnagyobb felmelegedés 37° C, az esti fokozatos lehülés alsó határa pedig 20° C volt. E lassú szárítás után a magvakat csíráztatva azok csírázóképesége 3—4 nap alatt 89 %-ra szökkent.

Ezen eredményből azt a következtetést vonhattam le, hogy a nem abszolút száraz, meleg levegő a lucerna keményhéjúságának százalékos mennyiségét jelentősen csökkenti. Mivel pedig az ellenőrző vizsgálatok 30—35 %-os csírázóképeséget mutattak, az előzetes kezelés kedvező eredményét nem lehetett a keményhéjúság évenkénti természetes apadásával magyarázni. Ezeket a kísérleteket azután megismételtem fentebb említett lucernákkal, melyek 49—50 % kemény magvat tartalmaztak. A kezelés utáni csíráztatás átlageredménye itt 87 % volt, szemben az ellenőrző vizsgálatok 50 %-val. Tehát a nem abszolút száraz, meleg kedvező hatását itt is meg lehetett állapítani, mivel a csíráztatásból visszamaradt és 2 évig tárolt kemény lucernamagvaknál elért eredményhez (89 %) képest mutatkozó 2 % eltérés jelentőséggel nem bír. Ellenben ezen tapasztalatok arra mutatnak, hogy a már ázott és áztatlan keményhéjű lucernamagvakon a kezelés hatása azonos. A kísérletek idejét tekintve pedig — minthogy azok április—május havában történtek — a keményhéjúságnak növekedőben kellett volna lenni. STRÜTZ vonatkozó megállapítása tehát e tekintetben sem nyert beigazolást.

Kísérleti eredményeim azonban megerősítik LUTE és GRISCHNEK⁸ azt a megállapítását, hogy a magasabbfokú meleg a lucerna keményhájúságát csökkenti.

Minthogy vizsgálataimnál a lassan emelkedő és ugyanígy csökkenő száraz meleget fény mellett alkalmaztam, a hatótényezők szétválasztása végett, hasonló felmelegedési viszonyok mellett a fényt kizártam. A sötétben végzett kísérletek átlagos eredményei azonban oly csekély eltérést mutattak, hogy a fénysugarak hatását megállapítani nem lehetett. Így tehát a kedvező befolyást a hó hatásának kellett tulajdonítanom. Épp ezért a leghatékonyabb hőfok kikeresése volt következő feladatomban.

E célból elsősorban az állandó hőfokú (nem abszolút) száraz meleg hatását vizsgáltam és pedig a 40—60 C°-ra való felmelegítés hatását. Az eredmények szerint a keményhájúság mennyisége így 14—29 %-kal csökkent. Ezzel szemben a 20 C fokig terjedő lehüléssel váltakozó 40—60 C fok alkalmazása jóval kedvezőbb eredményt adott. A felmelegedés időtartamának megállapításánál a szabadban végzett kísérletek adtak irányítást. A 10 órás lassú felmelegedés és 14 óráig tartó lassú lehülés eredményezte a keményhájúság-mennyiségében a legnagyobb csökkenést. E kísérletekből pedig megállapítható volt az, hogy a fénnel vagy a nélkül előállított mesterséges felmelegítés helyettesíthető nyári napsugarak okozta felmelegedéssel. Tehát az előzetes kezelés a szabadban is végrehajtható. Szabadban az esetleges 20 C fok alá süllyedő lehülés sem hátrányos. Azonban, ha az éjjeli lehülés igen csekély mérvű, akkor az eredmények az állandó hőfokok mellett elért eredményekhez hasonlókká válnak. Fent leírt előzetes kezelési módszer pedig akkor válik legkedvezőbbé, amikor az a rendes természeti körülményekhez leginkább hasonló.

Kísérleteimnél tehát a váltakozó hő *előzetesen* és *közvetlenül* nyert alkalmazást. LUTE,⁷ HARRINGTON,⁹ HOJESKY,¹⁰ LEGGATT¹¹ a változó hő hatását földben, illetve üvegházban elvetett keményhájú lucernamagvaknál figyelték meg. Az elvetett magvakra azonban a hő hatása csak közvetett volt. Nagyon valószínű, hogy kedvező eredményeiknél más tényezők is közrejátszottak. Így pl. a föld kedvező hatása, melyről többek között GENTNER¹² is beszámolt.

Mint hogy nevezettek és általam végzett vizsgálatok a ható-
tényező alkalmazásában térnek el, az eredmények össze nem hason-
líthatók. A váltakozó hőhatás *előzetes és közvetlen* alkalmazása
tehát *új* a keményhéjú magvak vizsgálatánál.

A keményhéjú lucernamagvak százalékos csökkenése fent leírt
kezelés után, a következő eredményeket szolgáltatotta: (Lásd az I.
sz. táblázatot.)

I. sz. táblázat.

A kísérletek időpontja	Kísérletek módszere	A kezelt lucernaanyag 3-4 nap alatt átlag csírázott	A kezelt anyagban maradt kemény magvak %	A kezelt magvak közül elrothadt	Ellenőrző vizsgálatoknál			A keményhéjúság csökkenése száza azszámított átlaga.
					csírázott	kemény maradt	elrothadt	
1932. évi július-aug.	1) szabadban végzett kísérleteknél 8 napi kezelés után	96%	3%	1%	43%	53%	4%	—
1932. évi augusztus	2) Thermostatban 20°C lehüléssel váltakozó 40°C felmelegedés mellett 8 napi kezelés után	83%	14%	3%	45%	53%	2%	—
1932. évi szept. és okt.	3) Thermostatban 20°C lehüléssel váltakozó 50°C felmelegedés mellett 8 napi kezelés után	81%	16%	3%	44%	49%	7%	—
1932. évi november	4) Thermostatban 20°C lehüléssel váltakozó 60°C felmelegedés mellett 8 napi kezelés után	87%	11%	2%	52%	47%	1%	77%
1) 1933. évi augusztus 1.	— — —	87%	10%	3%	52%	46%	2%	—
2) 1933. évi augusztus 2.	— — —	80%	18%	2%	52%	46%	2%	—
3) 1933. évi szeptember 3.	— — —	92%	7%	1%	49%	47%	4%	—
4) 1933. évi szeptember 4.	— — —	87%	10%	3%	49%	47%	4%	76%

Ha szembe helyezzük az egy évig tartó kísérletek eredményeinél és ugyanezen időben végzett ellenőrző vizsgálatoknál visszamaradt keményhéjú lucernamagvak százalékos mennyiségét, akkor azt látjuk, hogy

az 1932. évben kezelt anyagból visszamaradt kemény magvak átlaga	11·75 %
az 1933. évben kezelt anyagokból megmaradt kemény magvak átlaga	11·25 %
az 1932. évi ellenőrző vizsgálatokból visszamaradt kemény magvak átlaga	52·85 %
az 1933. évi ellenőrző vizsgálatokból visszamaradt kemény magvak átlaga	50·00%

volt. Tehát, az előbb ismertetett előzetes kezeléssel a lucerna keményhéjúsága átlag (százra átszámítva) 76—77 %-kal csökkent.

Az időközben BREDEMANN professzor úr szívéssége folytán átengedett «ófrank és unterfrankeni» lucernákkal végzett kísérleteim pedig meggyőztek arról, hogy az előzetes kezelés kedvező hatása a két külföldi lucerna keményhéjúságát szintén számottevően csökkentette. Ugyanis ezeknél a keményhéjúság átlagos csökkenése 53—72 % között ingadozik. Lásd a II. sz. táblázatot.

II. sz. táblázat.

A kísérleti anyag megnevezése és a kezelés módja	Csírázott 10 nap alatti átlag	Csírázott 3—4 nap alatti átlag	Visszamaradt keményhéjú magvak átlaga	Elrothadt	A keményhéjúság csökkenésének százra átszámított átlaga
1) Ófrank lucerna kezeletlenül	58%	—	37%	5%	
2) Ófrank lucerna kezele: Thermostátban 20°C lehűléssel váltakozó 40—60°C felmelegedés mellett 8 nap után	—	86%	11%	3%	70%
1) Unterfrankeni «L 7» jelzésű kezeletlenül ..	56%	—	28%	16%	
2) Ugyanez fenti módon kezele	—	74%	13%	13%	53%
1) Unterfrankeni «L 9» jelzésű kezeletlenül ..	60%	—	29%	11%	
2) Ugyanez fenti módon kezele	—	83%	8%	9%	72%

Fenti kísérletekkel párhuzamosan vizsgálatokat végeztem az előzetes kezelés legrövidebb időtartamának megállapítása céljából. Tapasztalataim szerint legalább 3—4-szer 24 órai kezelés szükséges ahhoz, hogy a lucerna keményhéjúsága számottevően csökkenjen. A kezelt kísérleti anyagoknak 20—25 C fok hőmérsékletű szobában való tárolása és csíráztatása pedig, adatokat szolgáltatott arra nézve, vajjon az előzetes kezelés hatása állandó-e? Vonatkozó eredményeim a következők. Lásd a III. sz. táblázatot.

III. sz. táblázat.

Kísérleti anyagok minősége	Az előzetes kezelés időpontja és hőfoka	A csíráztatás ideje	Nyert csírázási eredmények átlaga	Az eredmények közti ± eltérés
Magyar származású «ázott» keményhájú lucerna	1932 június havában 20° C lehüléssel váltakozó 40° C felmelegedés mellett 8 napig kezelve	1932. évi június	89%	— 3% + 6%
		szeptember	86%	
		november	89%	
		december	95%	
Magyar származású * «ázatlan» keményhájú lucernamagvak	1932 augusztus havában 20° C lehüléssel váltakozó 50° C felmelegedés mellett 8 napig kezelve	1932. évi augusztus	89%	+ 9% + 10% + 6% + 9%
		szeptember	98%	
		október	99%	
		november	95%	
		december	98%	
Magyar származású * «ázatlan» keményhájú lucernamagvak	1932 november havában 20° C lehüléssel váltakozó 60° C felmelegedés mellett 8 napig kezelve	1932. évi november	87%	+ 1%
		december	88%	

* Csabacsüd és Fegyvernek vidékéről.

Ezen adatok szerint csökkenő eltérés csak egy esetben (3 %) mutatkozott. A többinél az eltérés növekedő irányú (1—10 %-ig). Valószínű tehát, hogy a fentleírt előzetes kezelési módszer hatása állandó. Ezt a megállapítást pedig további kísérleteim eredménye támogatja. Ugyanis az előzetesen kezelt kemény lucernamagvak

mennyisége egy újbóli kezelés után ismét csökkent. Például a 49—50 % keményhéjú magvat tartalmazó magyar lucerna

3 órai 50 C fokon való kezelés után ... 59 % csírázott
 3 órai 50 C fokon való kezelés és 2×24
 óráig a váltakozó hővel való kezelés
 (fent leírt módszer szerint) után meg-
 csíráztatva 99 % csírázott.

Az előzetes kezelés tehát olyan állandó változást vált ki, melynek mennyiségbeli kiterjedése fokozható. Arra nézve pedig, hogy az előzetes kezelés a keményhéjú lucernamagvakban milyen *nemű elváltozást* idézett elő, megemlítem azokat a kísérleteimet, melyeknél vaselines eltömést alkalmaztam.

A kezelt lucernamagvak köldökének vaselinnel való eltömése azt a célt szolgálta, hogy a kicsírázást megakadályozzam. A magköldök eltömése pedig azt eredményezte, hogy a csírázást megelőző duzzadás sem következett be. Ezzel szemben a tömés nélküli magvak már az első nap felduzzadtak és a 3—4 nap alatt kicsíráztak. Nyilvánvaló tehát, hogy az előzetes kezelés a magvak köldöktáján héjlazulást okoz. Ezt a feltevést HAMLV¹³ fehér somkóró (*Melilotus albus*) kemény magvaival végzett kísérletei igazolni látszanak, mivel nevezett a magasabbfokú hővel kezelt fehér somkóró magvain strophiolaris elváltozást figyelt meg. Ha tehát a hőhatás «*aeróművi*», úgy nagy annak a valószínűsége, hogy fentebb ismertetett előzetes kezelés hasonló változást idéz elő.

Fentiekkel kapcsolatban meg kell említenem PRINGSHEIMNEK¹⁴ azt a megállapítását, hogy a mesterségesen szárított magvak a légszáraz magvakkal szemben gyorsabban veszik fel a vizet. A gyors vízfelvétel azonban nincsen hátrányára a csírázásnak. Továbbá, hogy vízfelvevőképesség alá van vetve a duzzasztóközeg minőségének és a magvak sajátos adottságának. Ez utóbbi pedig a növénycsaládokon belül is gyakran változó. Éppen ezért hangsúlyoznom kell, hogy *a változó hő hatása a pillangósvirágok keményhéjú magvainál eltérő lehet*. Pringsheimnek idézett megállapítása kísérleteimmel mintegy önkéntelenül beigazolást nyert, mivel a váltakozó hővel előzetesen kezelt magvak duzzadása jellemzően gyorsütemű volt. Csírázásuk pedig úgyszólván 3—4 nap alatt lezajlott.

Végül még megjegyzem azt is, hogy az általam (kb. 600) meg-ejtett kísérletnél előfordult beteg csírák száma elenyészően csekély volt. Ez a tapasztalatom ESDORN és STRÜTZNEK¹⁵ «kiszárított magvakra» vonatkozó megállapításaival szemben ellentétben van. Éppígy ellentétben áll GRISCH⁸ megfigyeléseivel, aki a magasfokú hőnél való kezelés után sok beteg csírárt talált. Tekintve azonban a beteg csírák mennyiségét, valószínűnek látszik az a feltevés, hogy az előzetes kezelés nem káros. Lehet, hogy éppen előnyös, amennyiben a hőhatásra a magvakban rejtőző betegségek csírái életkép-telenekké válnak.

Ezek alapján a következőket foglalhatom össze:

1. Beigazolást nyert az, hogy nem abszolút száraz, meleg szobában tárolt magyar lucernák keményhéjúsága nem változik. Ugyanis az egy éven át havonként ismételt csíráztatási eredmények között 9 %-nál nagyobb eltérés nem fordult elő. A 10 %-nál kisebb eltérésnek pedig jelentőséget tulajdonítani nem lehetett, mivel a kemény magvak eloszlása a mintában természetszerűen nem egyenletes. STRÜTZNEK az a megállapítása tehát, hogy a lucerna keményhéjúságát a szobatarolás befolyásolja, — beigazolást nem nyert.

2. További kísérleteimből megállapítható volt, hogy a magasabbfokú hő kedvezően befolyásolja a lucerna keményhéjúságát. Ez a megállapítás LUTE és mások kísérleti eredményét igazolja. BREDEMANN-nak azzal az *általánosító* következtetésével szemben, «hogy a száraz meleg fokozza a keményhéjúságot», pedig teljes ellentétben van.

3. Kísérleteimnél alkalmazott magasabbfokú hő hatása azonosnak bizonyult akkor is, amidőn a meleget a napsugarak szolgáltatták. A fényel és az a nélkül végzett kísérletek kicsiny eredménybeli eltérése pedig a mellett bizonyít, hogy a fénysugaraknak a kiváltott hatáznál szerepük nincsen.

4. Vizsgálataim során kipróbált előzetes kezelési módszer lényege abban áll, hogy a 20 C fokig sülyedt lehüléssel váltakozó 40—60° C hő hatását közvetlenül és előzetesen alkalmazom. Ez az alkalmazás pedig akkor válik legelőnyösebbé, amikor a váltakozó hőhatás adagolása a természetes körülményekhez leginkább hasonló. Vagyis: a 10 órás lassú felmelegedést 14 órás lassú lehülés követi. (A hőmérséklet ily arányú váltakozása megfelel a rendes

nyári napok hőingadozásainak.) Ebből a gyakorlat számára az a következtetés vonható le, hogy az előzetes kezelésnek ez a módja a szabadban is könnyen elvégezhető. Tehetjük ezt annál is inkább, mivel a kezelés időtartama legfeljebb 7—8 nap.

5. Meg kell jegyezmem, hogy fentemlített kísérleteim nem hasonlíthatók össze LUTE, HARRINGTON, HOJESKY és LEGGATT váltakozó hóvel végzett vizsgálataival. Nevezettek ugyanis a váltakozó hóhatást földben, illetve üvegházban elvetett keményhjú lucernamagvak csírázásánál figyelték meg. Tehát a hatótényezőt a csírázás folyamata alatt, közvetve alkalmazták. Ezzel szemben kezelési módszeremnél a váltakozó hó hatása *előzetesen* és közvetlenül fejthette ki hatását.

6. A váltakozó hó előzetes és közvetlen alkalmazása tehát egy új módszer, mellyel a lucernamagvak keményhjútságát számottevően csökkenteni lehet.

7. Az előzetesen kezelt keményhjú lucernamagvak viselkedésében beállt változás állandósága és a vaselines eltömés eredményes alkalmazása arra mutat, hogy a váltakozó hó hatása «*erőművi*» jellegű. Ezt a feltevést HAMLÝ fehér somkóró keménymagvaival végzett vizsgálatai megerősíteni látszanak. Nagyon valószínű, hogy a váltakozó hó hatása a lucerna keményhjú magvain hajszállrepedéseket idéz elő.

8. Módszerem «*erőművi*» hatása a lucerna keményhjú magvait tehát mintegy előkészíti. Éppen ezért a kezelt magvak csírázásának gyorsulni kellett. Ezt a feltevést szépen igazolta a kezelt magvak gyorsütemű csírázása, mely úgyszólván 3—4 nap alatt lezajlott. PRINGSHEIM-nek az a megállapítása, hogy «a mesterségesen szárított magvak gyorsabban csíráznak», tapasztalataimmal tehát mintegy önként beigazolódott.

9. Minthogy az *ófrank* és *unterfrankeni* keményhjú lucernamagvak a váltakozó hóvel szemben azonosan viselkedtek, arra lehet következtetni, hogy módszerem a különböző vidékeken termelt lucernák kemény magvainál eredményesen alkalmazható lesz.

10. A mások és az általam végzett kísérletekből megerősítést nyert az a feltevés, hogy a pillangósvirágiak kemény magvai a külső hatásokkal szemben eltérően viselkednek.

11. Mivel a keményhjú magvak a külső hatásokkal szemben

mégis eltérően viselkednek, nem lehet a keményhéjúság *reversibilis* természetére következtetni.

12. Végül megjegyzem, hogy kísérleteimnél előforduló beteg csírák csekély száma arra mutat, hogy a váltakozó hő hatása nem okoz káros elváltozásokat. Ez a tapasztalatom ellentétben van GRISCH és ESDORN megállapításaival. Valószínű azonban, hogy a váltakozó hő a magvakban rejtőző betegségek csíráit tehetetlenekké teszi, vagy talán meg is öli.

Budapest, 1933 október havában.

Irodalom.

1. STAHL CHR.: Investigations of hard seeds conducted at the Danish State Seed Testing Station Copenhagen during the years 1925/26 Act d. V. Congres Intern. d'Ess. Semences. Rome 1928. 240—247. Frz. m. dtsh. Lusf.

2. DORPH-PETERSEN K.: Rep. Fourth Intern. Seed Testing Congress : 100. London 1925.

3. ESDORN I.: Der Einfluss der Lagerung auf die Keimfähigkeit der gelben Lupine. Fortschr. Landw. 1928. 3. 346—353.

Untersuchungen über die Hartschaligkeit der gelben Lupine. Wiss. Arch. Landw. Abt. A. 1930. 4. 497—549.

4. STÜTZ H.: Über den Einfluss verschiedenartiger Lagerung auf die Hartschaligkeit von Kleesamen. Dissertation 1933 Hamburg. S. 14. u. 39.

5. BREDEMANN G.: Neuere Untersuchungen über die Hartschaligkeit bei Leguminosen VI. Intern. Samenkontrollkongress küönlényomata 12.

6. WITTE H.: Some Investigations on the Germination of Hard Seeds of Red Clover. Alsike Clover and some other Leguminous Plants. Mitt. Intern. Ver. Samenk. 1931. 18. 135—147.

Is it possible to formulate some Universal Rules an Estimate of the practical Value of Hard Leguminous Seeds? Mitt. Intern. Ver. Samenk. 1931. 18. 127—134.

7. LUTE A. M.: Impermeable seed of alfalfa 1928. Colorado. Exp. Stat. Bull. Fort. Collins 326, 1928.

8. GRISCH A.: Influenci of Artificial Drying. Act. d V. Congres Intern. d'Ess. Semences 256. 1928.

9. HARRINGTON G. T.: Agricultural value of impermeable seeds, Journ of Agric. Res. 1916. 6. 761—796.

10. HOJESKY I.: Über hartschaliges Kleesaatgut. Z. Landw. Ver-suchswesen Deutsch-Österr. 1921. 24. 101—119.

11. LEGGATT C. W.: The Agricult. Value of Hard Seed of Alfalfa and Sweet Clover under Alberta Conditions. Reprinted from Scientific. Agricult. Vol. VIII. No. 4. Dec. 1927.

12. GENTNER G.: Hartschaligkeit der fränkischen Luzerne. Mitt. d. Landesanst. f. Pflanzenbau u. Pflanzenschutz, München.

13. HAMLY D. H.: Softening of the seeds Melilotus alba. Bot. Gaz. 93. 1932. Ref. Exp. Stat. Record. No 5. 1932.

14. PRINGSHEIM, G.: Untersuch. über Samenquellung. Planta 1930. IX. 528. 1.

15. ESDORN I. u. STÜTZ H.: Die Bewertung harter Leguminosensamen. Die Landwirtschaftlichen Versuchsstationen 114. Heft 3—4. 1932. 137.

(A. M. T. Akadémia III. osztályának 1934. május 28-án tartott üléséből.)

BEITRÄGE ZUR KENNTNIS DER HARTSCHALIGKEIT DER LUZERNESAMEN.

Von R. JÁMBOR.

Verfasserin hat sich zur Aufgabe gestellt, über die durch äusserliche Einflüsse — wie z. B. durch Zimmerlagerung — bedingte Änderung der Hartschaligkeit bei der ungarischen Luzerne einige Erfahrungen zu sammeln und insbesondere über die von BREDEMANN ausgesprochene Reversibilität der Hartschaligkeit im allgemeinen, Näheres zu erfahren. Als Versuchsmaterial dienten ungarische Luzerneproben (Rohware), enthaltend 49—50 % hartschalige Samen, sowie Luzernekörner, welche anlässlich der Keimfähigkeitsprüfungen als «nicht gekeimt» zurückgeblieben waren und gesammelt wurden. Die Ergebnisse können wie folgt zusammengefasst werden:

Die Hartschaligkeit der ungarischen Luzerne wird durch Lagerung bei Zimmertemperatur nicht verändert. Die Differenzen zwischen den Ergebnissen der einzelnen, ein ganzes Jahr hindurch monatlich wiederholten Keimprüfungen haben 9 % nicht überschritten, auf kleinere Differenzen aber konnte kein grosses Gewicht gelegt werden, da die hartschaligen Samen in den Proben naturgemäss nicht gleichmässig verteilt werden können. Die Ergebnisse STÜTZ's daher, wonach die Hartschaligkeit der Luzerne durch Zimmerlagerung beeinflusst wird, konnten nicht bestätigt werden.

Durch höhere Temperatur wird der Grad der Hartschaligkeit bei der ungarischen Luzerne herabgesetzt, was mit den Feststellungen LUTE's und anderer Forscher im Einklang steht, der verallgemeinerten Folgerung BREDEMANN's aber, dass «die Hartschaligkeit durch trockene Wärme erhöht wird» — durchaus widerspricht.

Die obenerwähnte Wirkung der höheren Temperatur konnte auch mittels Sonnenbestrahlung erreicht werden. Das Licht muss dabei eine untergeordnete Rolle gespielt haben, wie dies aus den kleinen Differenzen der diesbezüglichen parallelen Versuchen hervorgeht.

Als wirksamstes Mittel zur Herabsetzung der Hartschaligkeit hat sich ein Temperaturwechsel von 20° C mit 40—60° C erwiesen, und zwar so, dass auf einer 10-stündigen langsamen Erwärmung eine 14-stündige ebenfalls langsame Abkühlung folgte. Da diese Behandlung der natürlichen täglichen Temperaturschwankung im Freien sehr nahesteht, kann diese Vorbehandlung auch im Freien leicht durchgeführt werden, umsomehr, als diese Behandlung höchstens 7—8 Tage erfordert. Die erwähnten Versuche können also mit den Versuchen LUTE's, HARRINGTON's, HOJESKY's und LEGGATT's nicht verglichen werden, da die Gennanten die Wirkung der wechselnden Temperatur während der Erdkeimung der Luzernekörner beobachtet haben, die wechselnde Temperatur also während der Keimung und mittelbar auf die Samen wirken liessen, während bei den Versuchen der Verfasserin diese noch vor der Keimung und unmittelbar gewirkt hat.

Mit der beschriebenen Vorbehandlung konnte die Hartschaligkeit der Luzerne wesentlich (bei der ungarischen Luzerne um 76—77 %, bei der altfränkischen und unterfränkischen aber um 53—72 % und *dauernd* herabgesetzt werden. Einem Teil der so vorbehandelten Luzernekörner wurde das Hilum mit Vaseline verstopft und diese mit unverstopften Körnern gleichzeitig gekeimt. Aus dem Umstand, dass die mit Vaseline behandelten Körner nicht einmal geschwollen sind, ist zu schliessen, dass die wechselnde Temperatur auf die Samenschale mechanisch gewirkt, d. i. auf derselben feine Risse hervorgerufen hat. Diese Annahme scheint durch HAMLY's mit Steinklee gemachten Versuche bestätigt zu sein.

Die Keimung der in der oben beschriebenen Weise vorbereiteten Luzernesamen ging ziemlich rasch (in kaum 3—4 Tagen) vor sich, auch waren kranke Keime in verhältnissmässig kleiner Anzahl vorhanden, was den Erfahrungen GRISCH's und ESDORN's widerspricht und die Vermutung zulässt, dass durch periodisch wechselnde Wärme sogar eine gewisse desinfizierende Wirkung erzielt werden kann. (Deutsche Zusammenfassung von Dr. C. Schermann).

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 28. Mai 1934.)

VIZSGÁLATOK AZ ERDŐTALAJ MOSZAT- FLÓRÁJÁNAK REGIONÁRIS ELTERJEDÉSÉRŐL.

FEHÉR DÁNIEL-től.

Bevezetés.

Azoknak a vizsgálatoknak a kapcsán, amelyeket a Bányamérnöki és Erdőmérnöki Főiskola Növényteni Intézete az erdőtalaj biológiai jelenségeinek a kutatásánál végzett, különös fontossággal bírt az erdőtalajban lakó és ott élettevékenységet végző moszatoknak vizsgálata is. Különös súlyt helyeztünk arra, hogy ezeket az élőlényeket ne csak életműködésükben, számszerű előfordulásukban vegyük vizsgálat alá, hanem a rendelkezésre álló vizsgálati anyag alapulvétele mellett kikutathassuk azoknak az európai erdők talajában való földrajzi elterjedését is.

A moszatoknak az erdőtalaj életében való jelentősége és szerepe ma még nincs tisztázva. Egyes kutatók kezdetben túlzott jelentőséget tulajdonítottak ezeknek az élőlényeknek, ami így, ebben a formában nem állotta meg a helyét. Sokáig azt hitték, hogy a moszatok a levegő szabad nitrogénjének megkötésénél is szerepet játszanak, ezt a feltevést azonban a későbbi vizsgálatok és kísérletek nem igazolták be. Ma még nem rendelkezünk egyetlen olyan biztos vizsgálattal sem, amely beigazolta volna, hogy a talajban élő moszatok a nitrogénkötés folyamatánál bármilyen bebizonyítható szerepet játszanának. Dacára ennek a körülménynek, tisztában kell azzal lennünk, hogy ezek a talajban elég nagyszámban előforduló élőlények, amelyeknek a tömege is meglehetősen jelentékeny, kétségkívül bizonyos határozott és hasznos biológiai funkciót végeznek az erdő talajában. Nem szabad ugyanis elfelejtenünk, hogy ezek a chlorophyllal rendelkező és állandóan asszimiláló élő

szervezetek az asszimilációs folyamatuk alatt nagymennyiségű oxigént termelnek, amely a talaj hajszálcsovein át a talaj minden részébe eljut és ezáltal igen értékes anyagot képez azon mikroorganizmusok számára, amelyek a talajban levő szerves anyag elégetésével tartják fenn a talaj anyagcsere körforgalmát. A mellett azt sem szabad elfelejtenünk, hogy a már elhalt és tönkrement moszatok testeit és az élők sejt tartalma szintén jelentékeny szerves anyaggal gyarapíthatja a talaj organikus alkotórészeinek a mennyiségét.

Mindezek a megfontolások azt mutatják, hogy ezt a fontos szervezetsoportot a talaj mikrobiológiai vizsgálatánál semmi körülmények között sem szabad figyelmen kívül hagynunk. Ha a talaj biológiai vizsgálatára vonatkozó irodalmat áttanulmányozzuk, akkor azt fogjuk tapasztalni, hogy ezek a kutatások elsősorban rendszerint a talaj baktériumtartalmával foglalkoznak és ma még nem rendelkezünk egyetlenegy olyan összefoglaló munkával sem, amely a talajok biológiai tevékenységének vizsgálatánál a talaj baktérium-, gomba- és moszatflóráját egyforma alapossággal vette volna vizsgálat alá.

A múlt évben bemutattam a talajbaktériumok regionális elterjedésére vonatkozó vizsgálataimat (1) és annak a szerves kiegészítését képezi most már az erdőtalaj moszatflórájára vonatkozó nagyobb, hasonló tartalmú kutatásaink eredményeinek a leközlése.

A mi vizsgálataink ezen a téren is szakítottak az eddigi rendszerrel és az erdőtalajok moszatflórájának vizsgálatánál, amint az adataink mutatják, ezeknek az erdőtalaj-baktériumok életével való összefüggéseit is igyekeztünk megvizsgálni és kikutatni. Hogy azonban fogalmat alkothassunk magunknak arról, hogy a moszatok a baktériumok mellett a talajnak a szervesanyag tartalmát mennyire tudják befolyásolni, a következő megfontolást végezhetjük: ha például 1 gramm talajban átlag 50,000 gömbalakú moszatot tételezünk fel oly módon, hogy azokat általában 5μ átmérővel gondoljuk el, úgy azoknak a köbtartalma $\frac{4 \cdot 0 \cdot 0025^3 \pi}{3}$ 50,000 tömegnek felel meg. Hogyha most ezt az értéket az élő protoplazma fajsúlyával szorozzuk, amelyet nagyjából a víz fajsúlyával vehetünk egyenlőnek, úgy súlyra a következő értéket kapjuk:

$$\frac{4 \cdot 0\cdot0025^3 \cdot 3 \cdot 14}{3} \cdot 1 \cdot 50,000 = 0\cdot00327 \text{ g pro gramm nedves talaj.}$$

Ha most már összehasonlításul az erdőtalaj baktériumflórájának a tömegét számítjuk ki, akkor a következő adatokat kapjuk:

Általában nagyjából körülbelül 10 millió baktériumot vehetünk fel az erdő talajában évenként, ha most már egy baktériumnak átmérőjét 1μ -vel vesszük fel, úgy az előbbi fajsúly figyelembevétele mellett ez

$$\frac{4 \times 0\cdot0005^3 \times 3 \cdot 14}{3} \cdot 1 \cdot 10.000,000 = 0\cdot00523 \text{ g pro}$$

gramm talajmennyiségnek felel meg. Láthatjuk tehát, hogy a baktériumok tömege a moszatokét általában meghaladja, de ez utóbbiak mégis viszonylag oly tömegben vannak képviselve, hogy sem mennyiségileg, sem pedig tevékenységileg nem hagyhatjuk azokat figyelmen kívül.

Mi általában a moszatokra vonatkozó vizsgálatainkat úgy rendeztük be, hogy elsősorban csatlakozva a már a korábbi években végzett és a talajok baktériumflórájának tevékenységére vonatkozó vizsgálatainkhoz, igyekeztünk a moszatflóra kutatásánál is elsősorban a klimahatás következtében előálló időszaki és regionális változásokat kikutatni. Másodsorban azután foglalkoztunk a különböző moszattípusok regionális elterjedésével, amihez nagymértékben hozzájárult az a körülmény, hogy kísérleti területeinket Németország, Norvégia, Svédország és Finnország szakköreiből támogatásával egészen az erdőtenyésztés legfelső határáig, a 70. szélességi fokig sikerült kiterjesztenünk.

Kísérleti területek leírása.

I. 1. sz. táblázat.

Módszerek.

A) A moszatflóra vizsgálatánál meg kell jegyeznünk, hogy természetesen ma alig van olyan kielégítő módszerünk, amely elegendő mérvben lehetővé tenné, hogy teljes és biztos bepillantást nyerhessünk a talajban élő moszatok elterjedési és életviszonyaiba. Egészen bizonyos, hogy nagyon sok moszat olyan, amelyet a mesterséges tenyésztés mellett nem mutathatunk ki. Különösen

nehézzé teszi tenyésztésüket az a körülmény, hogy nagyon nehéz ezeket az élőlényeket egyenletes suspensióba hozni, minthogy a legtöbbet közülük egy nyálkahártyaréteg vesz körül, amely őket szabálytalan csoportokba alakítja és egyenletes eloszlásukat megakadályozza.

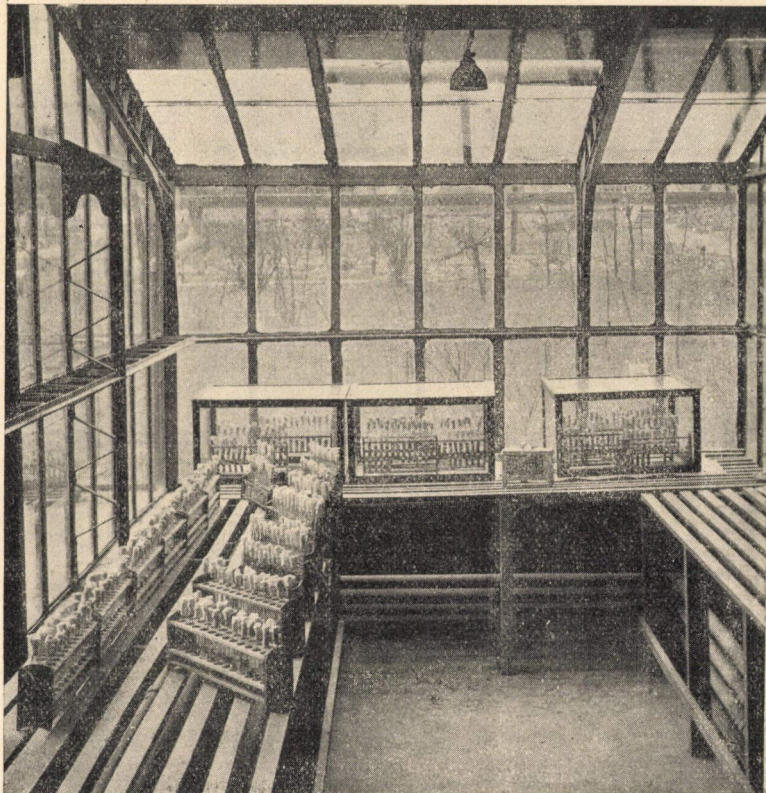
A talajpróbák vétele általában úgy történt, hogy 8—10 cm mélységből vettük a próbáinkat, steril ásókkal. Átlagpróbákkal dolgoztunk, amennyiben a 8—10 helyről vett talajpróbáinkat összekevertük és ezeket steril üvegekben szállítottuk a vizsgálat helyére.

Vizsgálataink kezdetekor a BRISTOL (2) által bevezetett hígítási módszert használtuk. Ennek a módszernek a lényege a következő: A talajpróbákat 3 mm-es szita segítségével jól átszitáljuk, ebből 10 g-nyi mennyiséget veszünk és körülbelül 1 óráig 100 ccm táp-talajban alaposan kirázzuk. Ennek a tápoldatnak az összetétele a következő:

KH_2PO_4	1.0 g
$NaNO_3$	1.0 «
$MgSO_4 \cdot 7 H_2O$	0.3 «
$CaCl_2$	0.1 «
$NaCl$	0.1 «
$FeCl_3$	0.01 «
deszt. víz	2000 cm ³ .

Ilyen módon egy suspensiót nyerünk, amelynek aránya 1:10. Most ebből a suspensióból 50 cm³-t 50 cm³-tápoldatba viszünk át és így megkaptuk a következő suspensiót, amelynek az aránya: 1:20. Ebből a hígításból megint kivettünk 50 cm³-t és megint 50 cm³ tápoldattal elegyítettük, úgyhogy ilyenmódon továbbhaladva, egy sorozatot kaptunk, amelynek az arányszámai a következők: 1:10, 1:20, 1:40, 1:80, 1:160, 1:320, 1:640, 1:1280, 1:2560, 1:5120, 1:10,240, 1:20,480, 1:40,960, 1:81,920, 1:163,840 és 1:327,680. Rendszerint a 2., vagy 3. hígítástól kezdve kettős sorozatot készítettünk, amennyiben 5 cm³ oldatot veszünk mindegyik hígításból és azt körülbelül 15 g 2—3-szor gondosan átmosott és sterilizált homokkal elegyítjük. Ezt a műveletet kémcsövekben végezzük, de kis ERLÉNMAJER-lombikokat is lehet erre a célra felhasználni (l. 1. sz. kép).

A vizsgálatok folyamán azután ezt az eljárást bizonyos mértékben módosítottuk. Tudniillik nem homokot használunk, hanem közönséges földet veszünk, mégpedig rendszerint, ha elég föld áll a rendelkezésünkre, annak az erdőtalajnak a földjét alkalmazzuk,



1. sz. kép. Moszatkulturák az intézet kísérleti üvegházában.
Die Kulturen im Algengewächshaus des Institutes.

amelyet moszattartalmára éppen vizsgálat alá veszünk. Ilyen módon elérjük azt, hogy a moszatok további fejlődésüknél ugyanazokat a tápanyagokat találják maguk előtt, amelyek eredetileg is rendelkezésükre állottak.

A meghatározás most már olyan módon megy végbe, hogy minden egyes hígításnál meghatározzuk azt a határt, ameddig az

egyres fajok előfordulnak, ezt vesszük az illető fajra vonatkozólag a legmagasabb előfordulási számnak. A végén azután az egyes fajokra kapott értékeket összegezzük. A párhuzamos próbáknál rendszerint ott állapítjuk meg a határt, ahol még mindkét próba pozitív eredményt mutat, a későbbiekben azután esetleg átlagokat lehet venni.

1: 40	+ +	+ +	+ +
1: 80	+ +	+ +	+ +
1: 160	+ +	+ +	+ +
1: 320	+ +	+ +	+ +
1: 640	+ +	+ +	+ +
1: 1280	+ +	+ +	— —
1: 2560	+ +	+ +	— —
1: 5120	+ +	— —	— —
1: 10,240	+ +	— —	— —
1: 20,480,	+ +	— —	— —
1: 40,960	+ —	— —	— —
1: 81,920	— —	— —	— —
1: 163,840	— —	— —	— —
1: 327,680	— —	— —	— —
Összesen:	30,720	2,560	640

B) A baktériumszámot a már korábban ismertetett módszerekkel, rendszerint lehetőleg lemezöntéssel határoztuk meg. (4)

C) A talajnak víztartalmát szárítással; és

D) a talaj savanyúsági fokát pedig az általam felállított és már korábbi értekezéseimben ismertetett eredeti készülékkel határoztuk meg. (4)

Az eredmények tárgyalása.

Az eredményeket könnyebb áttekinthetőség kedvéért táblázatokba foglaltuk össze. A 2. sz. táblázat a megvizsgált moszatfajoknak regionális elterjedését mutatja az egyes talajok víztartalmának és savanyúsági fokának tekintetbevételével. De ebben a táblázatban egyúttal a vizsgálat időpontját is feltűntettük. Azonkívül külön rovatokban igyekszünk képet adni az egyes moszatfajoknak mennyiségi viszonylagos előfordulásáról is. Mindenekelőtt megállá-

pítottuk, hogy az egyes kísérleti területek hány %-án fordultak elő az egyes fajok. Azután átlagértékekben kifejeztük, hogy a megvizsgált kísérleti területeken az egyes fajok a teljes moszatállománynak hány %-át képviselték ott, ahol előfordultak. A két tőnek a szorzatát elterjedési számnak jelöltük (l. 2. sz. tábl.), amely szám most már felvilágosítást ad az egyes moszاتفajok mennyiségi elterjedéséről. Ennél a táblázatnál meg kell még jegyeznem, hogy bár a moszاتفajok meghatározását LINDAU-MELCHIOR (5) és RABENHORST alapján végeztük, a rendszerezésünk alapjául WETTSTEIN ismeretes rendszerét követtük.

Mint hogy az Intézet munkaprogrammjában a protozoákat teljesen külön tárgyaljuk és vizsgáljuk s a flagellátákat is ezeknek a keretein belül határozzuk, úgy moszatoknak általában azokat az élőlényeket tárgyaltuk, amelyeket WETTSTEIN rendszere a Schizophyták rendjébe, a Schyzophyceaeek osztályába, a Zygozophyták rendjébe való két osztályba a Bacilláriák és a Conjugáták osztályába és végül az Euthallophyták rendjébe tartozó Chlorophyceák osztályába sorol. Ez a táblázat mindenképp felvilágosítást ad nekünk arról, hogy az erdőtalaj moszatflórájában a legtömegesebben az alant felsorolt fajok fordulnak elő:

Schizozophyták: Chroococcus minor 530, Chr. minimus 324, Gloeocapsa corecina 324, Gl. dermochroa 270, Chroococcus minus 240, Gloeocapsa alpina 234, Gl. punctata 230, Anabaena variabilis 200, Cyllindrospermum muscicola 190, Isocystis imfursionum 184, Aphanothece subachron 182, Gloeocapsa montana 156, Chroococcus macrococcus 138, Sinectococcus elongatus 120, Aphanocapsa testacea 115.

Zygozophyták: Navicula borealis 172, N. szomatophora 133, Bacillaria paradoxa 132, Mesothaemium Endlicherianum 115, Navicula terricola 114, Mesothaemium violascens 108, Roya obtusa 108, Pinnularia viridis 104.

Chlorophyceák: Chlorococcum humicola 1300, Pleurococcus vulgaris 1245, Coccomyxa dispar 640, Gloeococcus mucosus 600, Chorella vulgaris 540, Chlamydomonas angulosa 396, Eremosphaere viridis 318, Chlamydomonas angulata 297, Oocystis solitaria 264, Chlamydomonas reticulata 250, Carteria multiphyllis 228, Chlamydomonas enchlorium 220, Chloroclastes terrestris 150, Chlamy-

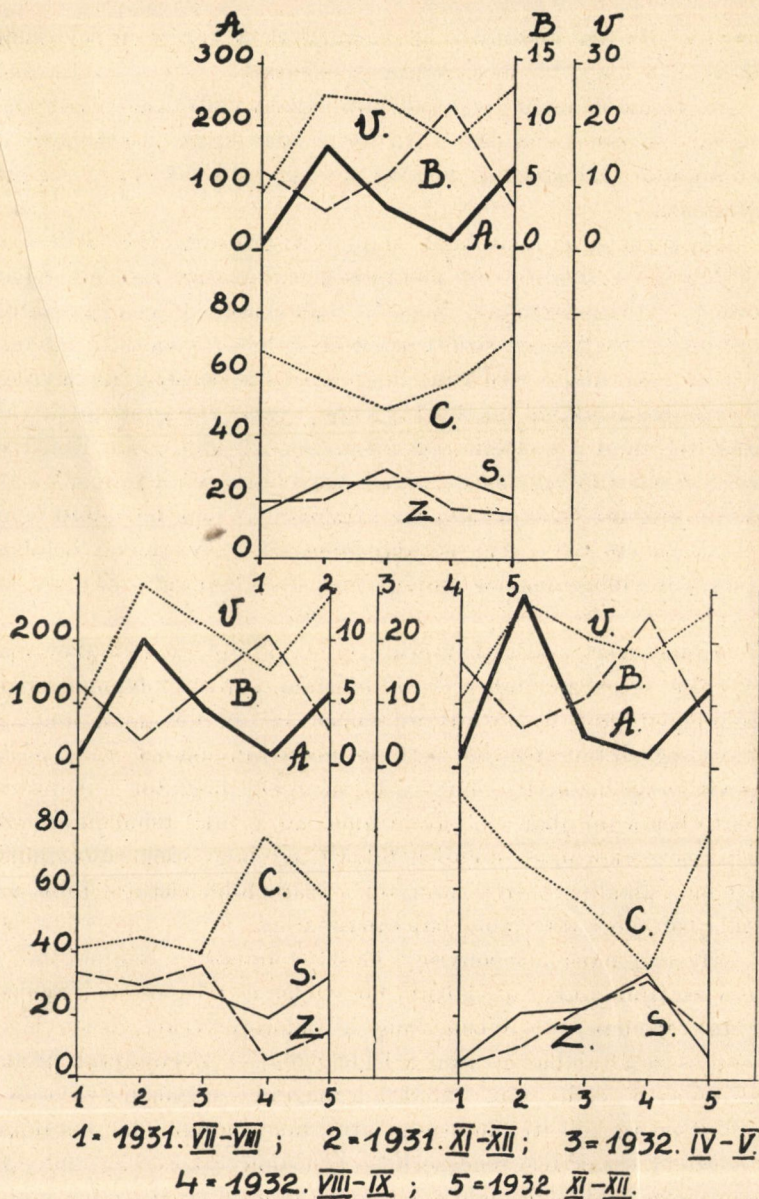
domonas globulosa 144, Carteria Klebsii 138, Cystococcus humicola 128, Pyramidomonas tetrarchynhus 108, Gloeotila protagenita 108.

Természetesen a táblázat további vizsgálatánál feltűnik azután az, hogy a legtöbb moszat a talajban kifejezetten kozmopolita jelleggel bír. Dacára ennek azonban bizonyos különbségeket állapíthatunk meg a lomberdők és a fenyőerdők talaja között. Általában azt tapasztaljuk, hogy a fenyőerdők talajában több, viszont a lomberdők talajában kevesebb moszatforma fordul elő. Különösen feltűnő, hogy nagyon sok moszatforma a talaj víztartalmának meglehetősen erős ingadozását tűri el. Ezenkívül azonban fel kell tételeznünk, hogy valószínűleg a nagyobb szárazságot cystaalakban töltik el, vagy élük át, vagy pedig rezistens hárttyával veszik magukat körül, és azután a kellő víztartalom esetében megint új életre ébrednek. Hasonló jelenségeket VARGA (4) ismételtelen észlelt a protozók vizsgálatánál.

A talaj savanyúsága úgylátszik nem játszik különösebb szerepet. Nagyon sok moszatforma rendkívül változó *pH* határok mellett fordul elő a legkülönbözőbb erdőtalajokban.

Hasonlóképpen megállapíthatjuk azt is, hogy az északeurópai erdőtalajokban a Schyzophyták és Zygophyták egyenkint vége aránylag nagyobb %-os arányban vannak képviselve, mint a zöld moszatok, a Chlorophyceák. Úgylátszik, hogy az északi erdőségek humuszban gazdagabb talajában egészen más ökológiai viszonyok uralkodnak, mint a mi gyenge humusztakaróval borított erdőtalajainkban. Kétségtől a fény itt döntő szerepet fog játszani, ha meggondoljuk, hogy a vastag humusztakaró igen jelentékeny fény mennyiséget von el, a középeurópai erdőkhöz viszonyítva. Úgylátszik, hogy a Zygophyták és Schyzophyták különleges összetételű chlorophyll-szemecskéi a bennük képviselt phycocyánnal és phycoerythrinrel a chlorophyllnak egy alkalmazkodási formáját reprezentálják, amely valószínűleg kisebb fény mennyiséggel képes az asszimiláció munkáját elvégezni.

Az is bizonyos, hogy a középeurópai, tehát a délebbre fekvő kísérleti területek talajában általában, bármelyik időszakot vesszük is tekintetbe, nagyvonalokban több moszatforma fogunk találni, mint az északi kísérleti területek talajában. Minthogy a víztartalom az utóbbiakban sokkal jelentékenyebb, valószínűleg a kedvezőbb hő-



2. sz. kép. A talaj moszatflórájának időszaki változásai.

Der zeitliche Verlauf des Algenlebens in dem Waldboden.

Jelmagyarázat : A = moszatok Algen. C = Chlorophyceák Chlorophyceen, számok ezrekben, (Zahlen in Tausenden). S. = Schizophyták Schizophyten. Z = Zygophyták Zygophyten. B. = Baktériumok, Bakterien, számok milliókban (Zahlen in Millionen). U. = Víztartalom %-ban Wassergehalt in %-en. Balra: lomberdők, jobbra: fenyőerdők, fent: átlag. Links: Laubwälder, rechts: Nadelwälder, oben: Durchschnitt.

mérsékleti és fényviszonyok azok, amelyek a középeurópai erdők talajában a nagyobb moszatszámot előidézik.

A moszatok mennyiségének az időszaki változásait most már a 3. sz. táblázat tárja elénk. Az itteni adatoknak az átlagadatok alapján való feldolgozását viszont a 4. sz. táblázat és a 2. sz. kép tartalmazza.

Ha ezeknek az adatoknak alapján az erdőtalaj moszatflórájának időszakok szerint vett mennyiségi változásait kísérjük figyelemmel, azt tapasztaljuk, hogy a baktériumok és a moszatok mennyiségi viselkedése között jelentékeny eltérés van. Az eltérés főleg az a körülmény okozza, hogy a moszatflórának mennyiségbeli változásai sokkal inkább függenek a talaj víztartalmának változásaitól, mint a baktériumok mennyiségbeli változásai. Ennél az utóbbi csoportnál úgy látszik olyan nagyobbmérvű alkalmazkodással van dolgunk, ahol a talaj víztartalma már nem bír döntő befolyással, hanem elsősorban a talaj hőmérsékleti viszonyai befolyásolják e mikroorganizmus csoport mennyiségbeli változásainak kialakulását.

Éppen ezért a talaj baktériumszáma, amint ezt különben már a korábbi értekezéseimben is kimutattam, a nyár folyamán éri el maximumát, míg a moszatflóra éppen az ősz folyamán mutatja mennyiségbeli szempontból vett optimális kifejlődését. Ez a jelenség világosan bizonyítja, hogy a talajban élő moszatok fejlődésére, ellentétben a talajban élő baktériumokkal, a talaj mindenkori víztartalma gyakorolja a döntő befolyást, úgyhogy ezek valószínűleg még nem alkalmazkodtak annyira a szárazföldi élethez, mint azt a talajban élő baktériumoknál tapasztaljuk.

Ha már most a mennyiségi eloszlást minőségi szempontból is megvizsgáljuk, akkor azt látjuk, hogy télen és főleg ősszel a Schizophyták vannak túlsúlyban, míg a Chlorophyceák viszonylagos mennyisége általában nyáron a legnagyobb. A Zygophyták általában tavasszal és nyáron vannak a legnagyobb számban képviselve. Különösen rá kell itt mutatnom arra, hogy, amint már korábban is jeleztem, észak felé rendszerint a Schizophyták és a Zygophyták mennyisége emelkedik, míg délebbre a Chlorophyceák száma mutat növekedést. Úgy látszik, hogy a Chlorophyceák nagyobb mennyiségű fényt igényelnek, mint a Zygophyták és a Schizophyták és

itt újlag rá kell mutatnom arra a feltevésre, hogy ez utóbbiaknak asszimilációs tevékenysége valószínűleg kevesebb fénymennyiség mellett tud kielégítő eredményeket elérni, mint a Chlorophyceák.

A 2. sz. kép világosan mutatja, hogy a talaj moszatflórájának mennyiségi változásai nagyjából párhuzamosan haladnak a talaj víztartalmának időszaki változásaival, míg ezzel ellentétben a baktériumflóra, amint tudjuk, elsősorban a talaj hőmérsékletének időszaki változásait követi. Természetesen ennek a kérdésnek tárgyalásánál mindig szemelőtt kell tartanunk, hogy a most mondottak csak akkor érvényesek, ha a talaj víztartalma nem süllyed az alá a minimum alá, amely a baktériuméletet már károsan befolyásolja és viszont a moszatflóra mennyiségbeli viszonyának befolyásolásánál fel kell tételeznünk azt is, hogy a talajélet nem mutatja sem pozitív, sem negatív irányban azokat a változásokat, amelyek a moszatflóra kialakulását teljesen megakadályoznák. Természetesen a téli hónapokban a moszatflóra is megsínyli a talaj alacsony hőmérsékletét és majdnem a nyári száraz hónapokban beálló depressziós jelenségeket mutatja.

Befejezésül még az erdőtalajban lakó moszatok ökológiai viselkedésére szeretnék rámutatni. Az előbb már láttuk, hogy a víztartalom az időszaki változásokat erősen befolyásolja, de csak ugyanazon klimatikus viszonyok figyelembevételével, mert a víztartalomon kívül, amint azt láttuk, a fény és a hó is jelentékeny szerepet játszanak. Ha tehát a víztartalom nem megy egy minimális határ alá, úgy a fény és a hó a hiányzó talajnedveket rekompenzálhatja. Erre mutat az a körülmény, hogy amint már említettük, az északeurópai melegebb és jobban megvilágított erdőtalajokban általában majdnem minden időszakban több moszatot fogunk találni, mint a középeurópai erdők talajában.

Különösen feltűnő, amint már említettem, az a jelenség, hogy nagyon sok moszatforma a talaj minimális víztartalmához tudott alkalmazkodni. Valószínű, hogy nagyon sok moszatforma cysta-alakban tölti át a legszárazabb időszakot, de ez a körülmény sem változtat azon, hogy életüket még az ilyen száraz talajokban is ezek a különben vízi szervezetek folytatni tudják.

Hogy klimatikus változatok felléphetnek közöttük, azt viszont az a tény bizonyítja, hogy ugyanazon fajok amelyek északeurópá-

ban magasabb víztartalmú talajokban tenyésznek, Középeurópában kisebb víztartalmú talajokban is előfordulnak.

Rendkívül érdekes annak a körülménynek figyelembevétele, hogy egyes kísérleti területeink magasan északon fekszenek, úgy-hogy ezeknek a talajéletét a többhónapos sötétség jelentékenyen befolyásolja. Minthogy ugyanitt —20—30 fokos hőmérsékletek is fellépnek, világos, hogy az itt kimutatott moszatfajok majdnem kivétel nélkül cysta, vagy spóraelakban töltik át a telet és csak az aránylag rövid nyár alatt kelnek megint életre. Ez a körülmény is mutatja az alkalmazkodás rendkívül változatos formáit, amelyeket ezeknél a mikroorganizmusoknál találunk.

Különösen érdekes azután még annak a kérdésnek taglalása és elbírálása, hogy hogyan képesek ezek az autotrof életet folytató organizmusok 10—15 cm mélységben, az amúgyis beárnyékolt erdők talajában még asszimilációs tevékenységet és általában életműködést kifejteni. A jól záródott erdő talajára alig jut a fénynek 15—20 %-a, a talajban természetesen abban a mélységben már csak ennek a mennyiségnek nagyon kevés tötrésze észlelhető.

Itt is fel kell tételeznünk egy feltűnő alkalmazkodási jelenséget, fel kell tételeznünk azt, hogy ezek, a kezdetben vízben élő szervezetek az idők folyamán teljesen alkalmazkodtak úgy az erdőtalaj változó víztartalmához, mint pedig annak fogyatékos fényviszonyaihoz. Ezen a téren az Intézetben további kísérletek vannak folyamatban, amelyek valószínűleg ebben a kérdésben is megadják a végleges választ.

Az eredmények összefoglalása.

A fenti vizsgálatok, amelyek a 46. szélességi foktól és a 70. szélességi fok közötti területeken fekvő fontosabb európai erdővidékeken lettek végrehajtva, világosan megmutatták a következő összefüggéseket :

a) Az erdőtalajban a baktériumokon és gombákon kívül még nagyobb mennyiségű moszat is él. Ezek a moszatok Közép-Európában túlnyomóan Chlorophyceákból, zöld moszatokból állanak, míg az észak-európai erdőtalajokon fokozatosan a Schizophyták és a Zygozophyták viszonylagos száma emelkedik.

b) A talaj moszatflóráját különben meglehetősen sok faj alkotja, közülök nem egy van olyan, amelyet az eddigi irodalomban kizárólag mint vízben élő mikroorganizmust ismertek. A legtöbb faj kozmopolita, tehát néhány különleges fajtól eltekintve, a legtöbb közülök széles földrajzi elterjedést mutat.

c) A fenyőerdőknek és a lomberdőknek megvan gyakran a speciális flórájuk. Általában a fenyőerdők flórája fajokban bizonyos mértékben gazdagabb a lomberdők flórájánál.

d) A moszatok a talaj víztartalmának meglehetősen szélsőséges változásaihoz kiválóan alkalmazkodtak, ami azt mutatja, hogy ezek az eredetileg vízben élő szervezetek az idők folyamán a szárazföldi élethez áthasonultak.

e) Hasonlóképpen beigazolták ezek a vizsgálatok azt is, hogy az erdőtalaj moszatflóráját alkotó mikroszervezetek a talaj savanyúsági változásainál is meglehetősen ingadozó határok között élhetnek.

f) A talaj moszatflórájának mennyiségi kifejlődése éppen olyan időszakai változásokat mutat, mint a talaj baktériumflórájának periodikus ingadozásai. Amíg azonban a talaj baktériumflórájának mennyiségbeli kifejlődését mind domináló tényező a talaj mindenkori hőmérséklete befolyásolja, ha egyébként a talaj mindenkori víztartalma a baktériumélethez még feltétlenül szükséges optimum alá nem süllyed, addig a moszatflóra mennyiségbeli időszakai változásait a hőmérsékleten kívül főleg a víztartalom befolyásolja. Éppen ezért, amíg a baktériumszám maximális kifejlődését a nyári legmelegebb hónapokban éri el, addig a talajban élő moszatokat a legnagyobb nedvességet felmutató őszi hónapokban találjuk a legnagyobb számban.

g) A közép-európai erdők talajában általában nagyobb mennyiségű moszat él, mint az északeurópai erdőkben, amely körülményt kétségtávol a magasabb hőmérséklet és a kedvezőbb fényviszonyok magyaráznak meg.

Irodalom. — Literatur.

1. FEHÉR D.: Az erdőtalaj-baktériumok regionális elterjedése. (Bemutatva a M. Tud. Akadémia III. osztályának 1932. évi február havi ülésén.)

2. WAKSMAN S. A.: Methoden der mikrobiologischen Bodenfor-

schung. (In Abderhaldens Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden XI. 3, 1927.)

3. BRISTOL—ROACH B. M.: The microorganic population of the soil. Kap. 6. Algae.

BRISTOL—ROACH B. M.: The present position of our knowledge of the distribution and functions of algae in the soil. (Int. Kongress of Bodenkunde, Cfr. Nr. 93, 3. Komm., S. 19.)

4. FEHÉR D.: Untersuchungen über die Mikrobiologie des Waldbodens. (Julius Springer, Berlin 1933.)

5. LINDAU G. und H. MELCHIOR: Die Algen. 1930.

6. RABÉNHORST: Kryptogamenflora.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1933. május 1-én tartott üléséből.)

UNTERSUCHUNGEN ÜBER DIE REGIONALE VERBREITUNG DER ALGEN IN DEN EUROPÄISCHEN WALDBÖDEN.

Von D. FEHÉR.

Einleitung.

Ich habe in den vorigen Jahren die regionale Verbreitung der Bodenbakterien in den europäischen Waldböden untersucht. Im Anschluss zu diesen Untersuchungen haben wir im Laufe dieser Forschungen auch die regionale Verbreitung der Bodenalgen in den europäischen Waldböden erforscht. Bei diesen Untersuchungen haben wir jedoch — ähnlich wie bei unseren bodenbakteriologischen Untersuchungen — die klimatisch bedingten jahreszeitlichen Änderungen auch der Bodenalgen berücksichtigt. Obwohl die ökologische Rolle der Bodenalgen noch nicht vollkommen aufgeklärt ist, müssen wir mit vollem Recht betonen, dass diese Mikroorganismen, schon mit Rücksicht auf ihr recht massenhaftes Vorkommen, auf die biologische Tätigkeit des Waldbodens eine nicht zu unterschätzende Rolle spielen. Es ist zwar nicht gelungen ihren unmittelbaren Einfluss bei der Stickstoffbindung in dem Waldboden nachzuweisen, sie scheinen jedoch infolge ihrer Sauerstoffproduktion bei der Luftversorgung der Bodenkapillaren eine recht bedeutsame Rolle zu spielen. Man darf auch nicht vergessen, dass gerade während der Hauptvegetationsperiode und nach dem Abschluss derselben ein grosser Teil der Bodenalgen abstirbt und ihre toten Körper im Laufe der Zersetzungsprozesse den organischen Substanzgehalt des Waldbodens ganz wesentlich bereichern können.

Alle diese Gründe machen nun schliesslich notwendig bei den bodenbiologischen Untersuchungen auch diese Organismengruppe vollauf zu berücksichtigen. Diesem Umstand rechnungstragend umfassen die Untersuchungen neben dem Algengehalt auch die Bestimmung der Bakteriengehalt, der Bodenazidität und des

Wassergehaltes des Bodens, als jene wichtigsten ökologischen Faktoren, welche auf das Algenleben eine wichtige Rolle ausüben können.

Die Beschreibung der Versuchsflächen.

Siehe Tabelle.

Untersuchungsmethodik.

Die Bestimmung der Algen erfolgte nach folgender Methode:

10 g einer gut gemischten, durch ein 3 mm Sieb gesiebten Bodenprobe wird $\frac{1}{2}$ Stunde lang mit 100 cm³ einer sterilisierten Mineralsalzlösung von folgender Zusammensetzung geschüttelt, was eine Bodensuspension 1:10 ergibt:

K_2HPO_4	1·0 g
$NaNO_3$	1·0 «
$MgSO_4 \cdot 7H_2O$	0·3 «
$CaCl_2$	0·1 «
$NaCl$	0·1 «
$FeCl_3$	0·01 «
dest. Wasser	2000·0 cm ³ .

50 cm³ der 1:10 Bodensuspension werden dann in 50 cm³ desselben sterilisierten Mediums übergeführt und ergeben so eine Suspension 1:20; dieser Prozess der Halbunthverdünnung wird fortlaufend wiederholt, bis sich im ganzen eine Reihe von 17 Bodensuspensionen in der Stärke von 1:10 bis 1:327,680 ergibt. Von jeder der Suspensionen setzt man dreifache Kulturen an, indem man Mengen von 5 cm³ der gut geschüttelten Flüssigkeit in geschlossene und sterilisierte Reagenzgläser überführt, die ungefähr 15 g eines besonders gereinigten sterilisierten Sandes enthalten.

Die geimpften Röhren werden in geschlossene Glasgefäße gebracht, um ein zu schnelles Verdampfen des Wassers zu verhindern, und dem Sonnenlicht ausgesetzt. Nach einem Monat werden die in jeder Kultur anwesenden Arten durch mikroskopische Untersuchung bestimmt und aus der Zahl der Kulturen, in denen jede Art erscheint, kann man die Zahl der Zellen von jeder Art und daraus die Gesamtzahl der Algen pro Gramm Boden statistisch berechnen.

Die Verdünnungen der so hergestellten Kulturen ergeben folgende Stufen:

1: 20	1: 640	1: 20,480
1: 40	1: 1,280	1: 40,960
1: 80	1: 2,560	1: 81,920
1: 160	1: 5,120	1: 163,840
1: 320	1: 10,240	1: 327,680

Mit der Zuhilfenahme dieser Methode hatten wir nun in jeder Verdünnung nicht nur die Gesamtzahl der Algen, sondern auch die Algenarten bestimmt und auf diese Art und Weise nicht nur die absolute Menge, sondern auch die Mengenverteilung der einzelnen Algenarten annähernd berechnet.

Später hatten wir diese ursprüngliche Methode darin abgeändert, dass wir die Algenkulturen mit jenem Boden vorbereitet hatten, der untersucht werden sollte. Zu diesem Behufe haben wir, wo es möglich war, ein grösseres Quantum des Bodens ins Laboratorium gebracht, sorgfältig sterilisiert, zur Hälfte mit sterilem Sand vermengt und sodann dasselbe als natürliches Nährmedium verwendet.

Diese Methode kann natürlich keinen Anspruch auf Vollständigkeit erheben. Sie ist sehr gut geeignet um über die wichtigsten Zusammenhänge einen guten Einblick gewinnen zu können.

2. Die Bestimmung des Bakteriengehaltes erfolgte nach der bekannten Plattenmethode nach Koch (4).

3. Der Wassergehalt wurde durch Trocknen bis zum ständigen Gewicht bei 105° C bestimmt und

4. Die Bestimmung der *ph*-Werte erfolgte nach meiner bereits beschriebenen Apparat auf elektrometrischen Wege mit der Zuhilfenahme der Chinhydronelektrode nach BILLMANN (4).

Zusammenfassung der Resultate.

Die Untersuchungsergebnisse enthalten folgende Tabellen: Tabelle 1 enthält die zusammenfassende Darstellung der regionalen Verbreitung der verschiedenen Algenarten in den europäischen Waldböden. Um die Verbreitung und das Massenvorkommen der

Algenarten charakterisieren zu können, haben wir zunächst das prozentuelle Vorkommen im Verhältnis zu den Versuchsflächen und sodann die Mittelwerte der Prozente des prozentuellen Vorkommens an den einzelnen Versuchsflächen gebildet. Das Multiplikat, welches wir als Verbreitungszahl bezeichnet haben, gibt uns ein ungefähres Bild über die Verbreitung der wichtigsten Bodenalgen. In der Tabelle 2 sind die Daten der einzelnen Versuchsflächen nach dem Zeitpunkt der Untersuchungen gruppiert zusammengefasst. Tabelle 3, 4 und Abb. 2 zeigt uns schliesslich die Periodizität des Algenwachstums an jenen Versuchsflächen, die durch längere Zeit bearbeitet wurden.

Die vorliegenden Untersuchungen ergaben, bezüglich der regionalen Verbreitung der Bodenalgen in den europäischen Waldböden folgende klar erkennbare Zusammenhänge:

a) Die Algenflora der europäischen Waldböden besteht meistens aus kosmopolitischen Arten, die fast in allen Waldböden zwischen den 46 und 70 Breitengraden regelmässig vorzukommen scheinen. Es gibt nur wenige Arten, die nur lokale Verbreitungsgrade besitzen.

b) Die Nadelholzwälder und die Laubholzwälder haben oft ihre eigene Algenflora. Die Artzusammensetzung derselben ist in den Nadelholzwäldern gewöhnlich reicher als in den Laubwäldern.

c) Die Algen des Waldbodens zeigen im allgemeinen einen ausserordentlich hohen Grad der Anpassungsfähigkeit an die oft extremen Schwankungen der Bodenazidität und des Wassergehaltes des Bodens.

d) Die quantitative Entwicklung der Algenflora der Waldböden zeigt ganz regelmässige periodische Schwankungen, die von uns, bezüglich der quantitativen Entwicklung der Bakterienflora schon wiederholtenmal konstatiert wurde. Die quantitative Entwicklung der Bodenalgen wird jedoch von den jeweiligen Wassergehalt des Bodens dominierend beeinflusst. Die Bodenalgen zeigen im allgemeinen in den feuchten Herbstmonaten ihre höchste quantitative Entwicklung, bis die Bodenbakterien ihre Maxima bekanntlich in den Sommermonaten aufweisen. Bei dieser Organismengruppe finden wir daher eine viel höhere Anpassungsfähigkeit an das Bodenleben, als bei den Bodenalgen, deren hydrophile Natur

durch den starken Einfluss der Bodenfeuchtigkeit deutlich zum Ausdruck gebracht wird.

e) Die mitteleuropäischen Waldböden zeigen im allgemeinen höhere Algenzahl, als die nordeuropäischen Waldböden auf. Dieser Umstand ist sicherlich durch die günstige Temperaturverhältnisse und durch die grössere Lichtmengen in Mitteleuropa zu erklären.

f) Bezüglich des Verhaltens der verschiedenen Algengruppen möge hier folgendes bemerkt werden: Besonders charakteristisch ist das Verhalten der Chlorophyceen. Diese Algen kommen nämlich in den mitteleuropäischen Waldböden viel häufiger vor, als in den nordeuropäischen Wäldern. Dagegen ist die Anzahl der Schizophyten und Zygothyten in den letzteren viel grösser als in den mitteleuropäischen Waldböden.

g) Die wichtigsten Gattungen sind nach ihren Charakterzahlen gruppiert die folgenden:

Schizophyten: Chroococcus minor 530, Ch. minimus 324, Gloeocapsa corecina 324, Gl. dermochroa 270, Chroococcus minus 240, Gloeocapsa alpina 234, Gl. punctata 230, Anabaena variabilis 200, Cylandrospermum muscicola 190, Isoetyis infusionum 184, Aphanothece subachron 182, Gloeocapsa montana 156, Chroococcus macrococcus 138, Sinectococcus elongatus 120, Aphanocapsa testacea 115.

Zygothyten: Navicula borealis 172, N. stomatophora 133, Bacillaria paradoxa 132, Mesothaemium Endlicherianum 115. Navicula terricola 114, Mesothaemium violascens 108, Roya obtusa 108, Pinnularia viridis 104.

Chlorophyceen: Chlorococceum humicola 1300, Pleurococcus vulgaris 1245, Coccomyxa dispar 640, Gloeococcus mucosus 600, Chorella vulgaris 540, Chlamydomonas angulosa 396, Eremosphaera viridis 318, Chlamydomonas angulata 297, Oocystis solitaria 261. Chlamydomonas reticulata 250, Carteria multiphyllis 228, Chlamydomonas enchlorium 220, Chloroclaster terrestris 150, Chlamydomonas globulosa 144, Carteria Klebsii 138, Cystococcus humicola 128, Pyramidomonas tetrarchynhus 108, Gloeotila protagenita 108.

1. táblázat. — Tabelle 1.
A kísérleti területek leírása. — Beschreibung der Versuchsfächen.

Szám Nr.	Kísérleti terület leírása Versuchsfäche Beschreibung	Altalaj Geol. Untergrund	T. sz. f. m. H. ü. Msp.	Kitettség Exposition	Talajnem Bodentyp.	Fafaj, elegyarány Baumart, Mischungs- verhältnis	Kor Alter	Záródás Bestandes- schluss
5	Szeged, Királyhalom 46°15'	Homok, futóho- mok buckákkal Sand mit Flug- sandkuppen	84		Steppen- boden	Robinia pseudacacia 1.—	17	0·9
6	"	"	"		"	Pinus nigra 1.—	43	0·9
7	Kecskemét 46°55'	Homok, homok- buckákkal Sandboden durch Sandkuppen durchschossen	122		"	Robinia pseudacacia 1.— Populus tremula 1.—	12	0·8
11	Sopron, Görbe- halom Sopron, Bogen- riegel 47°47'	Brennbergi réte- gek (Helvecien- től—Pleistocenig.) Schichten v. Brenenberg (Von Helvétien bis z. Pleisztocen.)	300	DNy SW	Barna- föld Braun- erde	Carpinus betulus 0·9 Querc. sessiliflora } Betula verrucosa } 0·1 Pinus silvestris }	30	0·7
15	Sopron, Vadászház Sopron, Jagdhaus	"	339	Ny W	"	Picea excelsa 0·5 Carpinus bet 0·3 Pinus nigra 0·1 Larix decidua 0·1	26	1·—

20	Miskolc 48°10'	Mészkö Kalkgestein	350	Fekete- föld Schwarz- erde	Fagus silvatica 1.—	80	0·9
21	"	"	370	"	Quercus robur 1.—	70	0·8
23	Tharandt Németország 51°	—	300	—	Picea excelsa	—	—
24	"	—	"	—	Schlagrand	—	—
25	"	—	380	—	Picea excelsa	—	—
26	"	—	—	—	Tarvágás Kahlschlagsfläche	—	—
27	"	—	—	—	Laubholz- Mischbestand	—	—
28	"	—	360	—	Picea excelsa	—	—
29	"	—	360	—	Picea excelsa Schlagrand	—	—
31	Eberswalde 52°40' Németország	Sárgás-barna diluviális homok Frisher, tiefgrün- diger, gelbbrauner, Diluviälsand	—	ÉNY NW	Fagus silvatica 1.—	119	0·8

1. Táblázat. (Folytatás.) — Tabelle 1. (Fortsetzung.)

Szám	Kísérleti terület leírása	Altalaj	T. sz. f. m.	Kitettség	Talajnem	Fafaj, elegyarány	Kor	Záródás
Nr.	Versuchsfäche Beschreibung	Geol. Untergrund	H. ü. Msp.	Exposition	Bodentyp.	Baumart, Mischungsverhältnis	Alter	Bestandeschluss
32	Eberswalde 52°40' Németország	Sárgás-barna diluviális homok Frischer, tiefgrün- diger, gelbbrauner, Diluvialsand	—	ÉK NO	Podsol	Pinus silvestris 0·9 Fagus silvatica } 0·1 Betula alba	75	—
33	Hallands-Väderö 57° Svédország	Diluviális homok Diluvialsand	—	—	Gyenge podsol Schwacher Podsol	Fagus silvatica 1·—	100–110	0·7
34	«	«	—	—	Podsol	Pinus silvestris 1·—	80–100	0·9
35	«	«	—	—	Mocsaras talaj Sumpf- boden	Alnus glutinosa 1·—	60–80	0·8
37	Rajvola 60°17' Finnország	Üde morénás agyag Frischer Moränenlehm- boden	—	DNy SW	Podsol	Picea excelsa 0·5 Pinus silvestris 0·4 Betula odorata 0·1	110	0·9

38	Rajvola 60°17' Finnország	Üde morénás agyag Frischer Moränen lehm-boden	—	—	Gyenge podsol Schwacher Podsol	Picea excelsa 0·5 Betula odorata 0·5	110	0·7
39	Namdalseid 63°40' Norvégia	Morénás agyag- talaj Moränen-Lehm- boden	120	—	Podsol	Pinus silvestris 1·0	101	0·8
40	Kivalo 66°50' Finnország	Üde moréna Frischer Moränenboden	280	É. N.	“	Picea excelsa 0·9 Betula odorata 0·1 Őserdő Urwald	200	0·7
41	“	“	270	ÉNy NW	Gyenge podsol Schwacher Podsol	Picea excelsa 0·6 Betula odorata 0·4	200	0·7
42	“	Homokos moréna Sandiger Moränenboden	220	—	“	Pinus silvestris 1—	80	0·8
43	“	Alluviális homok Alluvial Sand- heide	200	—	“	Pinus silvestris 1—	80	0·8

1. Táblázat. (Folytatás.) — Tabelle 1. (Fortsetzung.)

Szám	Kísérleti terület leírása	Altalaj	T. sz. f. m.	Kitettség	Talajnem	Fafaj, elegyarány	Kor	Záródás
Nr.	Versuchsfläche Beschreibung	Geol. Untergrund.	H. ü. Msp.	Exposition	Bodentyp.	Baumart, Mischungsverhältnis	Alter	Bestandes-schluss
44	Petsamo 69°20' Finnország	Alluviális homok Alluvial Sand- heide	75	—	Gyenge podsol Schwacher Podsol	Betula odorata 0·9 Pinus silvestris 0·1 Öserdő Urwald	—	0—1—
45	"	Homokos moréna Lehmsandiger Moränenboden	75	—	Podsol	Betula odorata 1— Öserdő Urwald	—	0·6
46	"	Glaciális agyagtalaj Glazial Lehmboden	70	—	Gyenge podsol Schwacher Podsol	Betula odorata 1— Alnus incana } Cserje Juniperus com. } Büsche Sorpus aucup. }	100	0·6
47	Elvenes Kirkenes mellett 69°30' Norvégia	Gneiszes moréna Moräne aus Gneisarten	—	—	"	Betula odorata 1—	75	0·6 0·8

2. Táblázat. — Tabelle 2.

Sorszám — Nr.	Moszatfaj Algenart	Elterjedési szám Verbreitungszahl	Víz- tartalom		D _H		Elterjedés szélességi fokban Verbreitung in Breiten- grade	Fenyőerdőben Nadelwälder	Lomberdőben Laubwälder	Kísérleti terület Nr. d. Versuchs- fläche	Időpont Zeitpunkt		
			Wasserge- halt %		Max.	Min.						Max.	Min.
			Max.	Min.	Max.	Min.							
	<i>Schizophyta-Schizophy- ceae</i>												
1	<i>Aphanothece conferta</i> —	3	45·2	—	3·48	—	57°		+	35	4		
2	« <i>Castagnei</i> —	3	11·1	—	5·23	—	48°10'		+	20	2		
3	« <i>fuscolutea</i> —	140	54·0	35·4	4·94	4·28	51°—51°	+		23, 25, 28	4		
4	« <i>Nægeli</i> —	96	37·8	20·1	5·63	3·48	69°20'	+	+	28, 35, 38, 44, 46	5, 4		
5	« <i>subachroa</i> —	182	47·1	22·4	6·18	4·28	51°—69°20'	+	+	23, 27, 32, 46	4, 6		
6	<i>Gloeocapsa alpina</i> —	234	54·0	32·1	5·93	4·06	51°—69°20'	+	+	23, 25, 28, 45	3, 4		
7	« <i>coracina</i> —	324	54·0	19·1	6·52	3·96	51°—69°20'	+	+	23, 24, 25, 26, 28, 33, 38, 40, 46	5, 4, 2		
8	« <i>cuprea</i> —	3	48·0	—	4·23	—	69°20'		+	33	4		
9	« <i>conglomerata</i>	30	20·1	11·4	5·83	5·15	51°—69°20'	+	+	25, 31, 44	4, 5		
10	« <i>salina</i> —	9	37·8	—	6·35	—	52°40'		+	31	5		
11	« <i>caldarium</i>	60	35·9	—	4·42	—	57°	+		34	4		
12	« <i>magna</i> —	6	20·2	—	5·24	—	60°17'	+	+	38	4		
13	« <i>muralis</i> —	12	37·8	20·1	6·09	5·40	51°—69°20'	+	+	28, 44	4, 5		
14	« <i>polydermatica</i>	3	35·0	—	4·42	—	57°	+		34	4		
15	« <i>montana</i> —	156	37·8	18·3	6·15	4·06	51°—69°20'	+	+	23, 28, 42, 44	3, 4, 5		

III

33

2. Táblázat. (Folytatás.) — Tabelle 2. (Fortsetzung.)

Sorszám — Nr.	Mozzatfaj Algenart	Elterjedési szám Verbreitungszahl	Víz- tartalom		P _n		Elterjedés szélességi fokban	Fenyőerdőben Nadelwälder	Lomberdőben Laubwälder	Kísérleti terület Nr. d. Versuchs- fläche	Időpont Zeitpunkt		
			Wasserge- halt %		Max.	Min.						Max.	Min.
			Max.	Min.									
16	<i>Gloeocapsa punctata</i> —	230	54·0	20·1	5·41	4·06	51°—69°20'	+	+	23, 25, 44	4, 5		
17	« <i>purpurea</i> —	6	47·1	3·9	4·22	4·22	51°—69°20'	+	+	24, 29	5		
18	« <i>rupicola</i> —	40	45·2	14·1	5·93	3·48	51°—51°	+	+	25, 32, 35, 45	3, 4		
19	« <i>sanguinea</i> —	40	37·8	24·1	6·52	5·40	51°—69°20'	+	+	28, 38, 44	5		
20	« <i>scopulorum</i> —	80	37·8	11·4	6·46	4·96	51°—69°20'	+	+	25, 31, 37, 44, 46	4, 5		
21	« <i>dermochroa</i>	270	67·8	32·1	5·46	5·11	51°—69°20'	+	+	26, 27, 45	5		
22	<i>Chroococcus cohaerens</i> —	26	67·8	14·1	5·43	4·06	51°—66°50'	+	+	23, 27, 31, 38	4, 5		
23	« <i>minutus</i> —	240	54·0	11·9	6·25	4·06	51°—69°20'	+	+	23, 26, 28, 31, 33, 37, 38, 44, 45, 46	3, 4, 5		
24	« <i>macrococcus</i>	138	47·1	16·8	7·11	4·12	46°15'—69°20'	+	+	28, 29, 34, 35, 37, 40, 41, 44	1, 2, 3, 5		
25	« <i>minimus</i> —	324	36·2	15·9	6·78	4·86	46°15'—69°30'	+	+	5, 6, 11, 20, 21, 25, 37, 38, 45, 46, 47	2, 5		
26	« <i>minor</i> —	530	67·8	3·8	7·11	3·96	46°15'—69°30'	+	+	5, 7, 11, 15, 24, 25, 26, 27, 32, 34, 37, 38, 40, 43, 44, 45	1, 2, 3, 4, 5, 6		
27	« <i>limneticus</i>	24	37·1	—	4·94	—	51°	+	+	28	4		

28	<i>Chroococcus pallidus</i> ___	12	28·4	20·2	6·52	5·24	60°17'	+	+	38	3, 4
29	« <i>sabulosus</i> ___	20	48·0	18·3	6·15	4·23	51°—66°50'	+	+	26, 33, 42	2, 4, 5
30	« <i>tenax</i> ___	30	37·8	12·5	6·52	4·89	52°40'—66°50'	+	+	31, 38, 42	3, 4, 5
31	« <i>turgidus</i> ___	96	45·2	18·9	6·25	3·48	57°—69°20'	+	+	35, 37, 43, 44	2, 3, 4
32	« <i>varius</i> ___	9	54·0	—	4·06	—	51°	+	+	23	5
33	« <i>helveticus</i> ___	18	22·4	—	4·90	—	51°	+	+	27	4
34	« <i>fuliginus</i> ___	6	54·0	—	4·06	—	51°	+	+	23	5
35	<i>Gloeothece confluens</i> ___	75	47·1	11·4	6·18	4·90	51°—52°40'	+	+	27, 31, 32	4, 6
36	« <i>monococca</i> ___	20	26·2	20·1	5·41	4·96	60°17'—69°30'	+	+	37, 44	3, 4
37	« <i>membranacea</i> ___	26	45·2	20·2	5·83	3·48	52°40'—60°17'	+	+	31, 35, 37, 38	3, 4
38	« <i>palea</i> ___	3	16·8	—	6·05	—	66°50'	+	+	40	2
39	« <i>fuscolutea</i> ___	60	23·8	14·4	5·15	4·90	60°17'	+	+	25, 27, 37	4, 5
40	« <i>linearis</i> ___	70	48·0	23·1	5·63	3·48	57°—69°20'	+	+	33, 35, 46	4
41	<i>Aphanocapsa rivularis</i> ___	6	37·8	14·4	6·35	5·15	51°—52°40'	+	+	25, 31	5
42	« <i>rufescens</i> ___	21	39	—	5·12	—	51°	+	+	24	5
43	« <i>montana</i> ___	40	14·4	11·4	5·83	5·15	51°—69°20'	+	+	25, 31, 45	4, 5
44	« <i>testacea</i> ___	115	48·0	11·9	6·52	4·23	52°40'—69°20'	+	+	31, 33, 37, 38, 45, 46	4, 5
45	« <i>pulchra</i> ___	12	23·0	—	5·93	—	69°20'	+	+	45	3
46	<i>Chamaesiphon fuscus</i> ___	3	18·4	—	5·05	—	47°47'	+	+	11	2
47	« <i>polonicus</i> ___	6	25·8	16·3	4·98	4·28	47°47'—51°	+	+	15, 23	2, 4
48	<i>Lyngbya Kuetszingiana</i> ___	21	19·1	—	5·16	—	66°47'	+	+	40	2
49	« <i>bipunctata</i> ___	6	20·2	14·4	5·24	5·15	51°—60°17'	+	+	25, 38	4, 5
50	« <i>contorta</i> ___	3	11·4	—	5·83	—	52°40'	+	+	31	4
51	« <i>irrigua</i> ___	3	19·1	—	5·16	—	66°50'	+	+	40	2
52	« <i>limosa</i> ___	81	48·0	18·3	6·15	3·48	69°20'	+	+	25, 26, 33, 35, 40, 42, 43, 46	2, 3, 4
53	« <i>sancta</i> ___	3	2·2	—	7·11	—	46°15'	+	+	5	1

2. Táblázat. (Folytatás.) — Tabelle 2. (Fortsetzung.)

Sorszám — Nr.	Mozsátfaj Algenart	Elterjedési szám Verbreitungszahl	Víz- tartalom		p _H		Elterjedés szélességi fokban Verbreitung in Breiten- grade	Fenyőerdőben Nadelwälder	Lomberdőben Laubwälder	Kísérleti terület Nr. d. Versuchs- fläche	Időpont Zeitpunkt		
			Wasserge- halt %		Max.	Min.						Max.	Min.
			Max.	Min.	Max.	Min.							
54	<i>Lyngbya subtilissima</i> —	3	2·2	—	7·11	—	46°15'		+	5	1		
55	« <i>geminata</i> — —	3	37·8	—	6·35	—	52°40'		+	31	4		
56	« <i>splendida</i> — —	24	25·8	14·4	5·15	4·28	51°	+		23, 25	4, 5		
57	« <i>princeps</i> — —	6	35·0	11·4	5·83	4·42	52°40'	+	+	31, 34	4		
58	« <i>rubescens</i> — —	6	35·0	—	4·42	—	57°	+		34	4		
59	<i>Phormidium flaccidum</i>	3	18·4	—	5·05	—	47°47'		+	11	2		
60	« <i>foveolarum</i>	30	11·3	—	4·64	—	66°50'	+		40	1		
61	« <i>autumnale</i>	60	67·8	22·4	5·43	4·06	51°	+	+	23, 25, 27	4, 5		
62	« <i>Jenkelianum</i>	6	54·0	47·1	6·18	4·06	57°	+		23, 32	5, 6		
63	<i>Anabaena variabilis</i> — —	200	47·2	2·2	7·11	4·22	46°15' — 69°20'	+	+	5, 6, 11, 24, 25, 29, 32, 40, 44, 46	1, 2, 3, 4, 5, 6		
64	« <i>minutissima</i> —	6	3·8	3·8	7·16	7·08	46°15'	+	+	6, 7	1		
65	« <i>oscillarioides</i> —	70	23·8	16·1	5·02	4·96	47°47' — 66°50'	+	+	11, 37, 42	2, 3, 4		
66	<i>Cylindroperm. muscicola</i>	190	37·0	2·2	7·11	4·64	46°15' — 69°20'	+	+	5, 6, 33, 44, 45, 46	1, 2		
67	« <i>majus</i> —	20	48·0	16·1	5·02	4·23	57° — 66°50'	+	+	33, 37, 42	3, 4		
68	« <i>stagnale</i>	3	11·4	—	5·83	—	52°40'		+	31	4		
69	<i>Isoecystis infusionum</i> —	184	23·8	3·8	7·16	4·64	46°15' — 66°50'	+	+	6, 15, 25, 27, 37, 40, 42	1, 2, 3, 4, 5		

70	<i>Microcystis pulverea</i> ...	69	24·1	20·2	5·63	5·24	51°—69°20'	+	+	23, 26, 31, 33, 38, 44, 46	4, 5
71	« <i>stagnalis</i> ...	24	48·0	—	4·23	—	57°	+	+	33	4
72	« <i>firma</i> ...	30	37·8	—	5·40	—	51°	+	+	28	5
73	<i>Synechococcus brunneolus</i>	3	23·1	—	5·63	—	69°20'	+	+	46	4
74	« <i>elongatus</i>	120	37·8	34·1	5·40	3·96	51°	+	+	25, 26, 28	4, 5
75	<i>Nostoc communis</i> ...	6	23·3	11·3	5·83	4·64	66°50'—69°30'	+	+	40, 47	1
76	« <i>minutissimum</i> ...	78	32·1	6·1	5·93	4·96	47°47'—69°20'	+	+	15, 44, 45	1, 2, 3
77	« <i>parmelioides</i> ...	9	66·7	—	4·02	—	57°	+	+	33	1
78	« <i>sphaericum</i> ...	36	66·7	16·8	6·05	4·02	57°—66°50'	+	+	53, 40	1, 2
79	« <i>verrucosum</i> ...	3	32·1	3·8	7·08	6·25	46°15'—52°40'	+	+	7, 32	1, 4
80	« <i>ellipsosporum</i> ...	3	35·0	—	4·42	—	57°	+	+	34	4
81	« <i>humifusum</i> ...	3	6·1	—	5·96	—	69°20'	+	+	43	3
82	« <i>carneum</i> ...	48	47·1	16·7	6·18	4·22	57°	+	+	24, 26, 28, 29, 32	5, 6
83	<i>Schyzothrix Heufleri</i> ...	9	48·0	—	4·23	—	57°	+	+	33	4
84	« <i>aurantiaca</i> ...	30	35·4	—	4·34	—	51°	+	+	25	4
85	« <i>coriacea</i> ...	6	54·0	37·8	5·40	4·06	52°40'—57°	+	+	23, 28	5
86	<i>Coelosphaerium minutis-</i> <i>simum</i> ...	15	45·2	—	3·48	—	57°	+	+	35	4
87	<i>Scytonema varium</i> ...	30	25·8	—	4·28	—	47°47'	+	+	23	4
88	« <i>myochrous</i>	30	35·4	—	4·34	—	66°50'	+	+	25, 40	1, 4
89	<i>Petalonema crassum</i> ...	3	20·2	—	5·24	—	51°—60°17'	+	+	38	4
90	<i>Plectonema puteale</i> ...	3	35·4	—	4·34	—	51°	+	+	25	4
91	<i>Gloestrichia echinulata</i> ...	18	54·0	18·3	6·15	4·06	46°15'—66°50'	+	+	23, 42	3, 5
92	<i>Rivularia atra</i> ...	3	14·4	—	5·15	—	46°15'—46°15'	+	+	25	5
93	« <i>nitida</i> ...	9	11·9	—	5·24	—	69°20'	+	+	45	4
94	<i>Fischerella amibgua</i> ...	3	48·0	—	4·23	—	57°	+	+	33	4

2. Táblázat. (Folytatás.) — Tabelle 2. (Fortsetzung.)

Sorozám — Nr.	Moszatfaj Algenart	Elterjedési szám Verbreitungszahl	Viz- tartalom		p _H		Elterjedés szélességi fokban Verbreitung in Breiten- grade	Fenyőerdőben Nadelwälder	Lomberdőben Laubwälder	Kísérleti terület Nr. d. Versuchs- fläche	Időpont Zeitpunkt		
			Wasser- gehalt %		Max.	Min.						Max.	Min.
			Max.	Min.									
95	<i>Leptochaete rivularis</i> —	3	14·4	—	5·15	—	51°	+		25	5		
96	<i>Symploca dubia</i> — — —	3	37·8	—	6·35	—	52°40'		+	31	5		
97	<i>Clastidium rivulare</i> — —	15	24·1	—	5·46	—	69°20'		+	44	5		
98	<i>Stigonema hormoides</i> — —	3	28·4	—	6·52	—	60°17'	+	+	38	5		
99	<i>Hapalosiphon intricatus</i>	3	20·1	—	5·41	—	69°20'		+	44	4		
100	<i>Aphanothece laxa</i> — — —	6	35·4	34·1	4·34	3·96	51°	+		25	4, 5		
101	" <i>nidulaus</i> — — —	36	35·4	—	4·34	—	51°	+		25	4		
102	" <i>saxicola</i> — — —	3	48·0	—	4·42	—	57°			34	4		
103	<i>Nostoe verrucosum</i> — — —	3	3·8	—	7·08	—	46°15'			7	3		
<i>Zygochyta Bacillariae</i>													
104	<i>Bacillaria paradoxa</i> — — —	132	37·8	5·9	6·75	4·23	46°15'—69°20'	+	+	5, 20, 21, 32, 38, 40, 42, 43, 46	2, 3 4, 5		
105	<i>Mastagloia elliptica</i> — — —	3	23·3	—	5·31	—	69°30'		+	47	2		
106	<i>Cymbella aspera</i> — — —	33	15·0	—	4·74	—	69°20'		+	46	3		
107	" <i>austriaca</i> — — —	24	39·0	18·4	5·22	5·05	47°47'—51°	+		15, 25	1, 4		
108	" <i>Ehrenbergii</i> — —	3	11·3	—	4·64	—	66°50'	+		40	2		
109	<i>Navicula affinis</i> — — —	6	2·2	—	7·11	—	46°15'		+	5	1		
110	" <i>bacillum</i> — — —	3	8·3	—	4·90	—	48°10'		+	21	2		

111	« borealis	172	66·7	9·5	6·52	4·02	47°47'—69°30'	+	+	15, 28, 31, 33, 37, 38, 40, 41, 44, 45, 46, 47	1, 2, 3, 4
112	« Brebissonii	13	28·6	2·2	7·11	4·86	46°15'—69°30'	+	+	5, 37, 41, 47	1, 2, 3
113	« ellipt. var. obl.	3	3·8	—	7·08	—	46°15'	+	+	7, 38, 47	1, 2
114	« intermedia	96	66·7	3·8	7·16	4·02	46°15'—69°30'	+	+	6, 11, 33, 41	1, 2
115	« interrupta	6	28·0	8·8	5·11	4·86	60°17'—66°50'	+	+	37	2
116	« minima	15	7·2	—	6·73	—	46°15'	+	+	6	2
117	« stomatophora	133	67·8	8·3	6·22	4·90	48°10'—69°20'	+	+	21, 27, 37, 38, 42, 45	2, 3, 4, 5
118	« terricola	114	28·6	2·2	7·11	4·64	46°15'—69°30'	+	+	5, 11, 37, 40	1, 2
119	« appendiculata	99	32·1	—	5·93	—	69°20'	+	+	45	3
120	« lata	3	11·9	—	5·24	—	69°20'	+	+	45	4
121	« viridis	3	58·1	—	4·94	—	60°17'	+	+	28, 38	4, 5
122	Epithemia argus	3	11·4	—	5·83	—	52°40'	+	+	34	4
123	Nitzschia amphioxip	30	18·4	5·9	6·75	4·70	46°15'—60°17'	+	+	5, 11, 38	1, 2
124	« frustulum	27	12·2	—	4·70	—	60°17'	+	+	38	1
125	« vermicularis	42	13·8	—	4·12	—	63°40'	+	+	39	1
126	Pinnularia viridis	104	28·6	3·8	7·16	4·96	46°15'—69°20'	+	+	37, 41, 45	2, 4
127	Surirella ovalis	15	9·5	—	5·43	—	47°47'	+	+	15	1
128	Diatoma vulgare	69	36·2	8·3	6·08	4·89	47°47'—69°30'	+	+	11, 15, 21, 38, 41, 45, 47	2, 3, 4
129	Eunotia gracilis	24	18·5	13·8	6·22	4·12	60°17'—63°40'	+	+	38, 39	1, 3
130	« lunaris	18	66·7	—	4·02	—	57°	+	+	33	1
131	« robusta	10	48·0	11·3	4·86	4·23	57°—66°50'	+	+	33, 37, 40	2, 4
132	« tridentula	38	37·8	11·9	6·35	4·12	52°40'—69°20'	+	+	31, 38, 40, 41, 45	1, 2, 3, 4, 5
133	« praerupta	15	18·5	—	6·22	—	60°17'	+	+	38	3
134	« Ehrenbergii	52	23·3	17·1	6·25	4·42	57°—66°50'	+	+	32, 34, 37, 41	3, 4, 6
135	« sudetica	21	37·1	—	4·94	—	—	+	+	28	4

2. Táblázat. (Folytatás.) — Tabelle 2. (Fortsetzung.)

Sorszám — Nr.	Moszatfaj Algenart	Elterjedési szám Verbreitungszahl	Víz- tartalom		P _{II}		Elterjedés szélességi fokban	Fenyőerdőben Nadelwälder	Lomberdőben Laubwälder	Kísérleti terület Nr. d. Versuchs- fläche	Időpont Zeitpunkt	
			Wasser- gehalt %		Max.	Min.						Verbreitung in Breiten- grade
			Max.	Min.								
136	<i>Fragilaria capucina</i> — —	6	23·0	19·1	5·16	4·96	66°50'—69°20'	+	+	40, 45	2	
137	« <i>rhomhus</i> — —	18	67·8	21·4	5·46	5·43	51°—69°20'	+	+	27, 44	5	
138	<i>Synedra ulna</i> — — — —	6	40·2	8·8	6·52	4·93	60°17'—69°20'	+	+	38, 41, 44, 46	2, 3, 5	
<i>Zygochyta-Conjugatae</i>												
139	<i>Cylindrocystis crassa</i> — —	57	20·1	8·3	6·05	4·86	47°47'—69°30'	+	+	15, 21, 37, 40, 44, 47	2, 3, 4	
140	« <i>Brebissonii</i>	92	40·2	18·5	6·22	4·42	47°47'—69°30'	+	+	15, 34, 38, 41, 43, 46, 47	2, 3, 4	
141	« <i>muscicola</i>	12	37·0	14·4	5·15	4·93	51°—69°20'	+	+	25, 44	2, 5	
142	<i>Mesotaenium Braunii</i> — —	40	35·4	12·5	6·15	4·34	51°—66°50'	+	+	25, 40, 42	2, 3, 4	
143	« <i>caldariorum</i> — —	24	28·6	—	4·86	—	60°17'—69°30'	+	+	37, 47	2	
144	« <i>Ehrenbergii</i> — —	36	19·1	16·1	6·00	5·02	66°50'	+	+	42, 43	2, 3	
145	« <i>Endlicherianum</i>	115	37·8	8·8	6·52	4·96	47°47'—69°20'	+	+	15, 31, 37, 38, 40, 41, 45	2, 3, 4, 5	
146	« <i>micrococcum</i> — —	64	23·1	8·3	6·09	5·63	47°47'—69°30'	+	+	11, 15, 21, 46, 47	1, 2, 3, 4	
147	« <i>sp.</i> — — — —	30	23·3	—	5·83	—	69°30'	+	+	47	1	
148	« <i>violascens</i> — —	108	35·4	3·38	7·16	4·99	46°15'—69°30'	+	+	6, 7, 11, 12, 20, 21, 31, 37, 38, 46, 47	1, 2, 4, 5	

149	<i>Closterium Kuetzingii</i>	3	2·2	—	7·11	—	46°15'		+	5	1
150	« <i>rostratum</i>	3	12·2	—	4·70	—	60°17'	+	+	38	1
151	« <i>spec.</i>	3	3·8	—	7·08	—	46°15'		+	7	1
152	« <i>turgidum</i>	3	9·5	—	5·43	—	47°47'	+		15	1
153	<i>Cosmarium laeve</i>	6	20·1	—	5·41	—	47°47'—69°20'	+	+	15, 44	2, 4
154	« <i>nitidulum</i>	3	8·3	—	4·90	—	48°10'		+	21	2
155	« <i>palangula</i>	15	8·8	—	5·11	—	66°50'	+	+	41	2
156	« <i>parvulum</i>	3	7·2	—	6·73	—	46°15'		+	6	2
157	« <i>subcucumis</i>	30	8·3	7·2	6·73	4·90	46°15'—69°30'	+	+	6, 21, 47	2
158	« <i>subtumidum</i>	30	32·1	23·2	6·25	4·86	60°17'—66°50'	+	+	37, 41	2, 3
159	« <i>sp.</i>	3	2·2	—	7·11	—	46°15'		+	5	1
160	« <i>Thwaitesii</i>	3	12·5	—	4·89	—	66°50'	+		43	2
161	« <i>undulatum</i>	21	8·3	—	4·90	—	48°10'	+		21	2
162	« <i>moniliforme</i>	3	16·8	—	6·05	—	66°50'	+		40	3
163	<i>Docidium baculum</i>	3	11·1	—	5·23	—	48°10'		+	20	2
164	« <i>nobile</i>	6	28·6	12·2	4·86	4·70	60°17'	+	+	37, 38	1, 2
165	<i>Gonatozygon Brebissonii</i>	46	39·0	16·8	6·05	4·86	47°47'—69°30'	+	+	11, 24, 37, 40, 43, 44, 47	2, 3, 5
166	« <i>spirotaenia</i>	3	39·9	—	5·11	—	51°	+		26	5
167	« <i>monotaenium</i>	99	47·1	8·3	6·25	4·90	47°47'—69°30'	+	+	15, 21, 31, 32, 37, 38, 40, 42, 44	2, 3 4, 6
168	<i>Netrium digitus</i>	3	26·2	21·2	6·09	5·31	69°30'		+	47	2, 3
169	<i>Penium curtum</i>	3	28·4	—	4·86	—	60°17'	+		37	2
170	« <i>cruciferum</i>	15	16·8	—	6·05	—	66°50'	+		40	3
171	« <i>Jenneri</i>	3	8·3	—	4·90	—	48°10'		+	21	2
172	« <i>minutum</i>	3	16·3	—	4·98	—	47°47'	+		15	2
173	« <i>navicula</i>	10	18·5	8·3	6·22	4·90	48°10'—66°50'	+	+	21, 38, 41	2, 3
174	« <i>Mooreanum</i>	6	11·9	—	5·24	—	69°20'		+	45	4
175	« <i>truncatum</i>	40	32·1	16·8	6·25	4·96	60°17'—66°50'	+	+	37, 40, 41	3, 4

2. Táblázat. (Folytatás.) — Tabelle 2. (Fortsetzung.)

Sorszám — Nr.	Mozzattfaj Algenart	Elterjedési szám Verbreitungszahl	Víz- tartalom		pH		Elterjedés szélességi fokban	Fenyőerdőben Nadelwälder	Lomberdőben Laubwälder	Kísérleti terület Nr. d. Versuchs- fläche	Időpont Zeitpunkt	
			Wasser- gehalt %									Verbreitung in Breiten- grade
			Max.	Min.	Max.	Min.						
176	<i>Penium libellula</i> _ _ _	18	48.0	20.1	6.13	4.23	57°—69°30'		+	33, 44, 46, 47	1, 3, 4	
177	<i>Pleurotaenium</i>											
	<i>coronatum</i>	3	18.4	—	5.05	—	47°47'		+	11	2	
178	<i>Ehrenbergii</i>	96	35.0	8.8	5.16	4.2	51°—66°50'	+	+	27, 34, 37, 40, 41	2, 4	
179	<i>truncatum</i>	3	11.1	—	5.23	—	48°10'		+	20	2	
180	<i>trabecula</i> _ _	3	18.3	—	6.15	—	66°60'	+		42	3	
181	<i>Spirotaenia</i>											
	<i>endospira</i> _ _	76	20.1	14.1	6.22	4.23	52°40'—60°30'	+	+	32, 38, 40, 42, 44, 47	2, 3, 4, 5	
182	<i>minuta</i> _ _	30	32.1	18.5	6.22	5.46	60°17'—69°30'	+	+	38, 45, 47	3, 5	
183	<i>erythrocephala</i>	99	18.3	—	6.15	—	66°50'	+		42	3	
184	<i>bacillaris</i> _ _	18	37.8	19.1	6.35	6.00	52°40' 66°50'	+	+	31, 43	3, 5	
185	<i>Staurastrum minutissima</i>	6	26.2	—	5.31	—	69°30'		+	47	2	
186	<i>muricatum</i>	6	36.2	25.8	4.89	4.28	48°10'—60°17'	+	+	21, 38	2	
187	<i>Tetmemorus minutus</i> _ _	3	8.8	—	5.11	—	66°50'	+	+	41	2	
188	<i>Roya obtusa</i> _ _ _ _	108	47.1	20.2	6.18	4.22	60°17'—69°30'	+	+	27, 29, 32, 34, 37, 38, 46, 47	3, 4, 5, 6	
189	<i>Netrium Naegeli</i> _ _ _	27	19.1	—	6.00	—	51° 66°50'	+		43	3	
190	<i>digitus</i> _ _ _	3	26.2	—	5.31	—	69°30'		+	47	2	

<i>Euthallophyta-Chlorophyceae</i>													
191	<i>Chlorella miniata</i>	9	13·8		4·12				63°40'	+		39	1
192	« <i>saccharophila</i>	52	39·0	7·2	6·73	4·34	46°15'—69°20'		+	+		6, 25, 31, 45	2, 4
193	« <i>vulgaris</i>	540	66·7	3·8	7·16	4·02	46°15'—69°30'		+	+		5, 6, 7, 11, 15, 20, 21, 25, 31, 32, 33, 34, 37, 38, 39, 40, 43, 44	1, 2, 4, 5, 6
194	<i>Eremosphaera viridis</i>	318	45·0	5·9	6·75	3·48	46°15'—69°30'		+	+		5, 6, 15, 20, 21, 25, 27, 32, 35, 37, 38, 39, 41, 43	1, 2, 3, 4, 5
195	<i>Kirchneriella lunaris</i>	40	48·0	23·3	6·13	4·23	57°—69°30'			+		33, 46, 47	2, 4
196	« <i>obesa</i>	91	47·1	11·4	6·13	4·22	51°—69°20'		+	+		29, 31, 32	4, 5
197	<i>Nephrocytium</i>												
	« <i>Agardhianum</i>	26	45·2	11·1	5·31	3·48	48°10'—69°30'		+	+		20, 35, 38, 47	2, 4
198	« <i>closterioides</i>	30	47·1	25·2	6·46	4·22	51°—60°17'		+			29, 37	5
199	<i>Oocystis crassa</i>	6	14·1	8·3	6·18	4·90	48°10'—52°40'		+	+		21, 32	2, 6
200	« <i>Marssonii</i>	38	36·2	8·3	5·31	4·89	47°47'—69°30'		+	+		15, 20, 38, 42, 43, 47	2
201	« <i>solitaria</i>	264	67·8	7·2	7·08	3·96	46°15'—69°20'		+	+		6, 24, 26, 27, 31, 37, 38, 42, 44, 46	1, 2, 3, 4, 5
202	« <i>Naegeli</i>	6	67·8	11·9	5·43	5·24	51°—69°20'		+	+		27, 45	4, 5
203	<i>Tetraedron minimum</i>	30	45·2	8·3	5·83	3·48	48°10'—57°			+		20, 31, 35	2, 4
204	« <i>muticum</i>	46	67·8	16·1	6·25	4·23	51°—69°20'		+	+		25, 27, 32, 34, 37, 38, 42, 44	2, 3, 4, 5, 6
205	« <i>regulare</i>	6	23·8	23·8	1·75	5·9	46°15'—60°17'		+	+		5, 37	2, 4
206	<i>Trochiscia aspera</i>	65	35·0	12·5	5·24	4·42	51°—60°17'		+	+		27, 34, 38, 43	2, 4
207	« <i>hirta</i>	42	34·1	21·2	6·09	3·96	51°—69°30'		+			26, 37	2, 3, 4
208	<i>Gloeococcus mucosus</i>	600	28·6	2·2	7·11	4·12	46°15'—66°50'		+	+		5, 7, 11, 15, 21, 31, 37, 39, 42, 44, 47	1, 2, 3
209	<i>Hormotila mucigena</i>	92	35·4	12·5	6·46	4·34	51°—69°20'		+	+		25, 27, 37, 38, 42, 43, 45	2, 4, 5

2. Táblázat. (Folytatás.) — Tabelle 2. (Fortsetzung.)

524

Sorszám — Nr.	Mozzatfaj Algenart	Elterjedési szám Verbreitungszahl	Viz- tartalom		P _H		Elterjedés szélességi fokban Verbreitung in Breiten- grade	Fenyőerdőben Nadelwälder	Lomberdőben Laubwälder	Kísérleti terület Nr. d. Versuchs- fläche	Időpont Zeitpunkt
			Wasser- gehalt %		Max.	Min.					
			Max.	Min.							
210	<i>Palmella miniata</i> — — —	30	67·8	12·5	5·43	4·89	51°—69°20'	+	+	27, 43	3, 5
211	<i>Schizochlamys gelatinosa</i>	76	54·0	5·9	6·75	3·48	46°15'—69°20'	+	+	5, 23, 35, 37, 38, 44	2, 5
212	<i>Tetraspora lubrica</i> — —	32	28·6	7·2	6·73	4·86	46°15'—66°50'	+	+	6, 11, 37, 40, 41	2, 3
213	<i>Coccomyxa dispar</i> — — —	640	37·8	3·8	6·75	3·48	46°15'—69°30'	+	+	5, 6, 11, 15, 20, 27, 29, 33, 34, 37, 38, 41, 42, 43, 44, 45, 47	1, 2, 3, 4, 5
214	<i>Pleurococcus vulgaris</i> —	1245	67·8	2·2	7·16	3·48	46°15'—69°30'	+	+	5, 6, 7, 11, 15, 20, 21, 25, 27, 28, 29, 31, 33, 34, 35, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 44, 45, 47	1, 2, 3, 4, 5
215	<i>Pleurococcus annulatus</i> —	65	16·8	11·4	6·5	4·23	52°40'—66°50'	+	+	31, 32, 40, 43	3, 4
216	<i>Chlorococcum humicolum</i>	1300	67·8	2·2	7·11	3·48	46°15'—69°30'	+	+	5, 6, 7, 11, 15, 20, 21, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 31, 32, 33, 34, 35, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47	1, 2, 3, 4, 5, 6
217	<i>Kentrosphaera Facciolae</i>	30	18·4	5·9	6·75	4·23	46°15'—52°40'	+	+	5, 11, 32	1, 2, 4
218	<i>Crucigenia quadrata</i> — —	6	8·3	5·9	6·75	4·00	46°15'—48°10'	+	+	5, 21	2
219	<i>Dictyosphaerium Ehrenbergianum</i>	30	11·1	—	5·23	—	48°10'	+	+	20	2

FEHÉR DÁNIEL.

220	<i>Keratococcus raphidioides</i>	3	16.1	—	5.02	—	66°10'	+		42	2
221	<i>Scenedesmus quadricauda</i>	6	18.4	—	5.05	—	47°47'		+	11	2
222	<i>Chlorosphaera alismatis</i>	90	37.8	8.3	6.35	4.90	48°10' 60°17'	+	+	21, 31, 37	2, 3, 5
223	" <i>angulosa</i> _	6	48.0	45.2	4.23	3.48	57°		+	33, 35	4
224	<i>Carteria Klebsii</i> _ _ _	138	67.8	3.8	7.16	4.23	46°15' - 69°20'	+	+	6, 11, 27, 32, 33, 37, 38, 40, 41, 42, 43, 44, 47	1, 2, 3 4, 5
225	" <i>multifillis</i> _ _ _	228	26.2	5.9	6.75	4.90	46°15' - 69°20'	+	+	5, 6, 11, 15, 47	1, 2
226	" <i>obtusa</i> _ _ _ _	15	36.2	—	4.89	—	60°17'	+	+	38	2
227	" <i>oleifera</i> _ _ _ _	10	28.6	7.2	6.73	4.86	46°15' - 69°20'	+	+	6, 37, 44	2, 3
228	<i>Coccomonas orbicularis</i> _	13	28.6	7.2	6.73	4.86	46°15' - 66°50'	+		6, 21, 37, 43	2
229	<i>Gonium sociale</i> _ _ _ _	6	7.2	5.9	6.75	6.73	46°15'	+	+	5, 6	2
230	<i>Pyramidomonas</i> <i>tetrarhynchus</i>	108	47.1	12.2	6.46	3.48	52°40' 69°20'	+	+	32, 35, 37, 38, 44, 46	1, 2, 4, 5, 6
231	<i>Chlamydomonas</i> <i>angulata</i> _ _ _ _	297	20.2	8.3	5.46	4.89	48°10' 69°20'	+	+	21, 38, 40, 41, 42, 43, 44, 45	2, 4
232	" <i>angulosa</i> _	396	47.1	11.9	6.52	4.90	47°47' - 69°20'	+	+	11, 15, 21, 25, 31, 32, 37, 38, 45	2, 3, 4, 5, 6
233	" <i>Ehrenbergii</i> _	48	28.6	7.2	6.73	4.86	46°15' - 60°17'	+	+	6, 11, 20, 37, 47	2
234	" <i>Braunii</i> _ _ _	3	47.1	—	6.18	—	52°40'	+		32	6
235	" <i>euchlorium</i> _ _	220	18.4	3.8	7.08	4.12	46°47' - 63°40'	+	+	7, 11, 39	1
236	" <i>communis</i> _ _	84	12.2	11.3	4.70	4.64	60°17' - 65°50'	+	+	38, 40	1
237	" <i>globulosa</i> _ _ _	144	23.3	16.7	4.49	5.83	52°40' - 69°20'		+	31, 47	1
238	" <i>Kleinii</i> _ _ _	3	18.4	—	5.05	—	47°47'		+	11	2
239	" <i>Reinhardii</i> _ _	3	5.9	—	6.75	—	46°15'		+	5	2
240	" <i>sp.</i> _ _ _ _	15	9.5	—	5.46	—	47°47'	+		15	1
241	<i>Gloeotila protogenita</i> _	108	45.2	5.9	6.75	3.48	46°15' - 66°50'	+	+	5, 11, 20, 35, 38, 40, 43, 46	2, 3, 4
242	<i>Hormidium flaccidum</i> _	26	36.2	18.4	5.41	4.86	47°47' - 69°20'	+	+	11, 37, 38, 44	2, 3, 4
243	" <i>autumnale</i> _ _	3	47.1	—	6.18	—	52°40'	+		32	6

2. Táblázat. (Folytatás.) — Tabelle 2. (Fortsetzung.)

Sorszám - Nr.	Mozsatafaj Algenart	Elterjedési szám Verbreitungszahl	Viz- tartalom		p _H		Elterjedés szélességi fokban Verbreitung in Breiten- grade	Fenyőerdőben Nadelwälder	Lomberdőben Laubwälder	Kísérleti terület Nr. d. Versuchs- fläche	Időpont Zeitpunkt
			Wasser- gehalt %		Max.	Min.					
			Max.	Min.							
244	<i>Microspora stagnorum</i> —	6	45·2	8·3	4·90	3·48	57°		+	21, 35	2, 4
245	« <i>tenuissima</i> —	15	11·3	—	4·64	—	66°50'	+		40	1
246	« <i>moniliformis</i>	12	45·2	—	3·48	—	57°		+	35	4
247	« <i>zonata</i> — — —	6	20·2	18·4	5·24	5·05	47°47'—60°17'	+	+	11, 38	2, 4
248	<i>Quedocladium</i> sp. — — —	3	9·5	—	5·43	—	47°47'	+		15	1
249	<i>Trentepohlia aurea</i> — — —	6	18·4	—	5·05	—	47°47'		+	11	2
250	« <i>iolithus</i> — — —	40	16·3	8·3	5·23	4·90	47°47'—48°10'	+		15, 20, 21	2
251	<i>Dicranochaete reniformis</i>	30	8·3	—	4·90	—	48°10'	+		21	2
252	<i>Chlorocloster terrestris</i> —	150	48·0	8·8	6·52	3·48	47°47'—69°30'	+	+	11, 15, 27, 31, 32, 33, 35, 37, 38, 41, 42, 43, 44, 46, 47,	2, 3, 4, 5, 6
253	<i>Pleurochloris commutate</i>	18	45·2	16·3	4·98	3·48	47°47'—57°	+	+	15, 35,	2, 4
254	<i>Cystococcus humicola</i> —	128	34·1	11·4	6·09	3·96	51°—69°20'	+	+	26, 31, 32, 44, 45	3, 4
255	<i>Chlorotylum</i> <i>cataractarum</i>	3	67·8	—	5·43	—	51°	+	+	27	5
256	<i>Elakatothrix gelatinosa</i> —	15	20·2	—	5·24	—	60°17'	+	+	38	4
257	<i>Gloeotaenium</i> <i>Loitlesbergerianum</i>	3	11·9	—	5·24	—	69°20'		+	45	4
258	<i>Merismopedia convoluta</i> —	3	67·8	—	5·43	—	51°	+	+	27	5

259	<i>Chlorogonium elongatum</i>	60	67·8	4·02	6·13	5·43	51°—69°20'	+	+	27, 46	3, 5
260	<i>Scherffelia dubia</i> — — —	33	32·1	—	6·25	—	60°17'	+		37	3
261	<i>Cladophora glomerata</i> —	3	40·2	—	6·13	—	69°20'		+	46	3
262	<i>Oedogonium Boscii</i> — —	42	23·3	20·2	6·08	5·24	60°17'—66°50'	+	+	38, 41	3, 4
263	« <i>platygynum</i>	3	39·0	—	5·22	—	51°	+		24	5
264	<i>Chlorobotrys regularis</i> —	78	40·2	21·2	6·13	6·09	69°20'—69°30'		+	46, 47	3
265	« <i>neglecta</i> —	3	25·2	—	6·46	—	60°17'	+		37	5
266	<i>Tribonema elegans</i> — —	3	25·2	—	6·46	—	60°17'	+		37	5
267	« <i>monochloron</i>	3	18·9	—	6·09	—	69°20'		+	44	3
268	« <i>minus</i> — —	3	20·2	—	5·41	—	69°20'		+	44	4
269	<i>Vaucheria aversa</i> — — —	3	28·4	—	6·52	—	60°17'	+	+	38	5
270	<i>Stichococcus bacillaris</i> —	80	67·8	45·2	5·43	3·48	51°—57°	+	+	27, 33, 35	4, 5
271	<i>Chlamidomonas reticulata</i>	250	7·2	2·2	7·16	6·73	46°15'—47°47'	+	+	5, 6, 11	1, 2
272	<i>Ulothrix tenuissima</i> — —	15	11·2	—	4·64	—	66°50'	+		40	1

Időpont — Zeitpunkt

1 = 1931. VII—VIII.

2 = 1931. XI—XII.

3 = 1932. IV—V.

4 = 1932. VIII—IX.

5 = 1932. XI—XII.

3. Táblázat. — Tabelle 3.

Kísérleti terület Versuchsfläche	Hely — Ort	Időpont Zeitpunkt	Lomberdő Laubwälder	Fenyőerdő Nadelholzwälder	P_{II}	Víztartalom Wassergehalt %	Baktérium- szám ¹ Bakterien- zahl	Aerob %	Anaerob %	Mozsatszám ¹ Zahl d. Algen.	Schyzophyta %	Zygzophyta %	Clorophyceae %
5	Szeged 46°15'	1	+	—	7·11	2·2	4.600,000	19·2	10·8	37,040	2·8	2·8	88·4
		2	+	—	6·75	5·9	2.100,000	85·8	14·2	56,560	4·6	25·5	69·9
6	„	1	—	+	7·16	3·8	6.900,000	87·0	13·0	6,180	5·5	22·8	71·7
		2	—	+	6·73	7·2	3.600,000	86·1	13·9	186,880	22·1	0·2	77·7
7	Kecskemét 46°53'	1	+	—	7·08	3·8	9.200,000	91·3	8·7	20,400	1·5	1·5	97·0
11	Sopron 47°47'	1	+	—	4·90	9·3	10.600,000	95·3	4·7	12,040	10·7	0·9	88·4
		2	+	—	5·05	18·4	2.200,000	81·9	18·1	43,128	40·5	2·1	57·4
		4	—	—	5·40	10·6	19.200,000	96·4	3·6	20,300	—	—	—
15	„	5	—	—	5·96	23·5	2.400,000	86·7	13·3	130,000	—	—	—
		1	—	+	5·43	9·5	12.900,000	87·6	12·4	12,920	8·0	20·2	71·8
		2	—	+	4·98	16·3	2.250,000	88·9	11·1	686,820	—	6·4	93·6
		4	—	—	5·12	12·4	22,700	95·5	4·5	16,240	—	—	—
20	Miskolc 48°10'	5	—	—	6·52	2·89	4.500,000	90·9	9·1	220,600	—	—	—
		2	+	—	5·23	11·1	—	—	—	33,200	9·4	25·3	65·3
21	„	2	+	—	4·90	8·3	—	—	—	793,306	20·3	1·8	77·9
23	Tharandt (Németország)	4	—	+	4·28	25·8	20.700,000	92·0	8·0	2,800	96·0	—	4·0
		5	—	+	4·06	54·0	4.600,000	88·9	13·1	11,300	75·0	—	25·0
24	„	5	—	+	5·22	39·0	—	—	—	3,000	69·0	9·0	22·0
25	„	4	—	+	4·34	35·4	24.700,000	95·4	4·6	1,270	95·0	2·0	3·0

3. Táblázat. (Folytatás.) — Tabelle 3. (Fortsetzung.)

III

Kísérleti terület Versuchsfläche	Hely — Ort	Időpont Zeitpunkt	Lomberdő Laubwälder	Fenyőerdő Nadelholzwälder	p _H	Viztartalom Wassergehalt %	Baktérium- szám ¹	Aerob %	Anaerob %	Mozsatszám ¹ Zahl d. Algen.	Schizophyta %	Zygomphyta %	Clorophyceae %
							Bakterien- zahl						
25	Tharandt (Németország)	5	—	+	5·15	14·4	4.500,000	80·0	20·0	16,100	67·0	1·0	22·0
26	"	4	—	+	3·96	34·1	26.300,000	95·1	4·9	2,800	24·0	—	76·0
		5	—	+	5·11	39·9	7.960,000	89·1	10·9	7,000	99·0	—	1·0
27	"	4	+	+	4·90	22·4	24.800,000	95·2	4·8	1,800	6·0	20·0	74·0
		5	+	+	5·43	67·8	7.850,000	92·9	7·1	10,240	45·0	1·0	54·0
28	"	4	—	+	4·94	37·1	14.400,000	80·7	9·3	2,980	32·0	9·0	59·0
		5	—	+	5·40	37·8	5.800,000	77·9	22·1	7,060	84·0	—	16·0
29	"	5	—	+	4·22	47·1	3.600,000	75·2	24·8	2,650	10·0	1·0	89·0
31	Eberswalde 52°40'	1	+	—	4·49	16·7	6.600,000	87·9	12·1	2,320	—	3·6	96·4
		4	+	—	5·83	11·4	9.860,000	94·3	5·7	11,500	25·0	3·0	72·0
		5	+	—	6·35	26·8	3.500,000	85·6	14·4	106,000	23·0	16·0	61·0
32	"	4	—	+	4·23	14·1	12.580,000	94·6	5·4	2,170	3·0	3·0	94·0
		5	—	+	6·18	27·1	3.200,000	89·1	10·9	12,700	54·0	3·0	43·0
33	Hallands-Väderö 57'	1	+	—	4·02	66·7	4.200,000	88·1	11·9	4,960	16·0	32·2	51·8
		4	+	—	4·23	48·0	14.300,000	93·6	6·4	9,730	56·0	2·0	42·0
34	"	4	—	+	4·42	35·0	13.300,000	94·0	6·0	6,600	32·0	24·0	44·0
35	"	4	+	—	3·48	45·2	9.900,000	89·0	11·0	32,000	26·0	—	74·0
37	Rajvola 60°17'	2	—	+	4·86	28·6	7.000,000	90·0	10·0	135,120	24·4	9·7	65·9
		3	—	+	6·25	24·1	6.300,000	93·6	6·4	84,000	14·0	7·0	79·0

34

¹ 1 gramm nedves talajban — pro Gramm feuchter Erde.

3. Táblázat. (Folytatás.) — Tabelle 3. (Fortsetzung.)

Kísérleti terület Versuchsfläche	Hely — Ort	Időpont Zeitpunkt	Lomberdő Laubwälder	Fenyőerdő Nadelholzwälder	P _H	Víztartalom Wassergehalt %	Baktérium- szám ¹ Bakterien- zahl	Aerob %	Anaerob %	Moszatokszám ¹ Zahl d. Algen.	Schyzophyta %	Zygyophyta %	Clorophyceae %
37	Rajvola 60°17'	4	—	+	4.96	23.8	6.430,000	87.5	12.5	20,000	46.0	50.0	4.0
		5	—	+	6.46	25.2	3.350,000	86.4	13.6	91,200	2.0	—	98.0
38	"	1	+	+	4.70	12.2	5.740,000	88.8	11.2	13,760	0.6	29.8	69.6
		2	+	+	4.89	36.2	1.950,000	87.2	12.8	54,000	19.1	4.9	75.0
		3	+	+	6.22	18.5	5.350,000	85.8	14.2	17,400	30.0	54.0	16.0
		4	+	+	5.24	20.2	8.500,000	87.0	13.0	11,240	19.0	5.0	76.0
		5	+	+	6.52	28.4	3.180,000	84.8	15.2	46,100	12.0	14.0	74.0
39	Namdalseid 63°40'	1	—	+	4.12	13.8	6.700,000	94.4	5.6	9,280	—	29.1	70.9
40	Kivalo 66°50'	1	—	+	4.64	11.3	3.000,000	86.7	13.3	6,600	20.6	30.9	48.5
		2	—	+	5.16	19.1	1.850,000	78.4	21.6	14,720	66.3	20.7	13.0
		3	—	+	6.05	16.8	8.000,000	92.5	7.5	12,290	2.0	27.0	71.0
41	"	2	—	+	5.11	8.8	1.650,000	84.9	15.1	6,520	2.5	19.0	78.5
		3	—	+	6.08	23.3	6.700,000	92.6	7.4	12,450	44.0	48.0	8.0
42	"	2	—	+	5.02	16.1	1.300,000	84.7	15.3	12,440	—	3.8	96.2
		3	—	+	6.15	18.3	5.600,000	80.9	19.1	11,100	39.0	51.0	10.0
43	"	2	—	+	4.89	12.5	1.700,000	82.4	17.6	16,320	32.0	3.2	64.8
		3	—	+	6	19.1	7.000,000	96.0	4.0	15,200	14.0	44.0	42.0
44	Petsamo 69°20'	1	+	—	5.96	6.1	8.200,000	87.4	12.2	2,400	67.0	13.3	19.7
		2	+	—	4.93	37.0	1.550,000	80.7	19.3	4,080	19.4	22.0	58.6

3. Táblázat. (Folytatás.) — Tabelle 3. (Fortsetzung.)

Kísérleti terület Versuchsfläche	Hely — Ort	Időpont Zeitpunkt	Lomberdő Laubwälder	Fenyőerdő Nadelholzwälder	P_{II}	Víztartalom Wassergehalt %	Baktérium- szám ¹ Bakterien- zahl	Aerob %	Anaerob %	Moszat szám ¹ Zahl d. Algen.	Schyzophyta %	Zygochryta %	Clorophyceae %
44	Petsamo 69°20'	3	+	—	6-09	18-9	5.900,000	89-8	16-2	208,700	5-0	1-0	94-0
		4	+	—	5-41	20-1	6.000,000	90-0	10-0	18,000	24-0	3-0	73-0
		5	+	—	5-46	24-1	3.400,000	91-4	8-6	320,000	5-0	21-0	74-0
		2	+	—	4-96	23-0	1.900,000	73-8	26-2	19,360	27-4	57-9	14-7
		3	+	—	5-93	32-1	7.650,000	91-5	8-5	3,000	44-0	33-0	23-0
45	"	4	+	—	5-24	11-9	7.020,000	91-1	8-9	3,060	15-0	7-0	78-0
		5	+	—	5-46	32-1	2.420,000	86-7	17-3	6,960	75-0	5-0	20-0
		2	+	—	4-74	15-0	1.800,000	77-8	22-2	1,440	22-2	66-7	11-1
		3	+	—	6-13	40-2	7.600,000	93-4	6-6	10,230	2-0	4-0	94-0
		4	+	—	5-63	23-1	6.750,000	92-5	7-5	12,200	48-0	14-0	62-0
46	"	5	+	—	4-96	35-4	4.100,000	89-0	11-0	20,120	22-0	13-0	65-0
		1	+	—	5-83	23-3	6.300,000	85-3	14-7	6,080	2-7	39-5	57-7
		2	+	—	5-31	26-2	1.600,000	87-5	12-5	127,800	8-4	24-5	67-1
		3	+	—	6-09	21-2	4.750,000	84-9	15-1	83,570	—	12-0	88-0
		4	+	—	5-83	23-3	6.300,000	85-3	14-7	6,080	2-7	39-5	57-7
47	Elvenes 69°30'	1	+	—	5-83	23-3	6.300,000	85-3	14-7	6,080	2-7	39-5	57-7
		2	+	—	5-31	26-2	1.600,000	87-5	12-5	127,800	8-4	24-5	67-1
		3	+	—	6-09	21-2	4.750,000	84-9	15-1	83,570	—	12-0	88-0
		4	+	—	5-83	23-3	6.300,000	85-3	14-7	6,080	2-7	39-5	57-7
		5	+	—	5-83	23-3	6.300,000	85-3	14-7	6,080	2-7	39-5	57-7

34*

1 = 1931 VII VIII.
2 = 1931 XI—XII.
3 = 1932 IV—V.
4 = 1932 VIII—IX.
5 = 1932 XI—XII.

¹ 1 gramm nedves talajban — pro Gramm feuchter Erde

4. sz. Táblázat — Tabelle 4.

Kísérleti területek Versuchs- flächen	Idő — Zeitpunkt	p_{II}	Víztartalom Wassergehalt %	Baktérium- szám ¹ Bakterien- zahl ¹	Aerob % Anaerob %	Moszatok ¹ Zahl der Algen	Schizophyta %	Zygo- phyta %	Chloro- phy- ceae %
Lomberdők Laubwälder 11, 38, 44, 45	1	5-19	9-3	6.140,000	89-3 10-7	12,500	26	33	41
	2	4-95	30-8	1.900,000	78-4 21-6	30,100	27	29	44
	3	6-07	23-1	6.340,000	89-0 11-0	79,600	26	35	39
	4	5-32	15-6	10.200,000	91-1 8-9	13,200	19	5	76
	5	5-85	27-2	2.860,000	86-0 14-0	125,900	31	13	56
Fenyőerdők Nadelholz- wälder 37, 38, 15	1	4-76	11-9	8.450,000	90-3 9-7	12,000	5	4	91
	2	4-91	27-0	3.060,000	88-7 11-3	291,800	21	10	69
	3	6-23	21-3	5.682,500	89-7 10-3	50,700	22	22	56
	4	5-12	18-8	12.570,000	90-0 10-0	15,800	33	32	35
	5	6-32	25-6	3.340,000	87-4 12-6	120,900	7	14	79
Átlag Durch- schnitt	1	4-98	10-6	6.795,00	89-8 10-2	12,250	15	18	67
	2	4-93	28-9	2.480,000	83-5 16-5	160,550	24	19	57
	3	6-16	22-2	6.011,000	89-3 10-7	65,150	24	28	48
	4	5-22	17-2	11.375,000	90-6 9-4	14,500	26	18	56
	5	6-08	26-4	3.109,000	86-7 13-3	123,400	19	14	71

¹ 1 gramm nedves talajban — pro Gramm feuchter Erde

AZ ERDŐTALAJ BAKTÉRIUMAINAK REGIONÁLIS ELTERJEDÉSE.

FEHÉR DÁNIEL-től.

(A m. kir. Bányamérnöki és Erdőmérnöki Főiskola Növényteni
Intézetéből.)

Bevezetés.

Az erdőtalaj mikrobiológiai kutatásainak eddigi munkálatai alatt az intézet kitűzött munkaprogramjának megfelelően főleg a talajbaktériumok kvantitatív élettani vizsgálataival foglalkoztunk. Célunk elsősorban az volt, hogy felderítsük ezek életműködésének azon fontosabb törvényszerűségeit, amelyek az erdőtalaj anyagcserejének és így közvetve a fák táplálkozásának lényegesebb és alapvető mozzanatait involválják. (I.)

Az elmúlt évek folyamán idevonatkozólag sok alapvető és lényeges összefüggést sikerült felderíteni. Elkövetkezettnek láttuk tehát az időt most már arra is, hogy az erdőtalaj baktériumflórájának faji összetételével is foglalkozni kezdjünk. Ennek a problémának megvizsgálásánál a kérdést annak bioklimatikus összefüggéseiben óhajtottuk felderíteni. Ezért a kísérleti területeknek egy egész sorozatát állítottuk fel, amelyek a Szeged vidéki homokos talajú erdőktől egészen fel az erdőtenyészet északi határáig, a 70. szélességi fokig terjednek el. Így állandó jellegű kísérleti területeket sikerült létesíteni Német-, Svéd-, Norvég- és Finnországban. Ezeket a területeket időszakonként állandó megfigyelés alatt tartottuk és azokon nemcsak a baktériumflóra mennyiségi és minőségi összetételét vizsgáltuk, hanem ezenfelül még a kérdés eldöntésénél számbajövő összes termőhelyi és klimatikus tényezőket a maguk kölcsönös változásában és egymásrahatásában tekintetbe vettük.

A vizsgálatok több mint két évig tartottak és egyes vonatkozásaikban már 1930 elejére nyúlnak vissza. Természetesen a probléma megoldásánál különösen technikai szempontból ugyancsak nagy nehézségekkel kellett megküzdeni. Hiszen elegendő csak arra rámutatnunk, hogy állandóan több ezer üvegedényt kellett kezelnünk és megvizsgáljunk, és mindezek mellett a talajpróbák begyűjtésének megszervezése néha nehéz problémák elé állítottak bennünket. Az, hogy ez sikerült, elsősorban a személyzet odaadó munkássága és a szóbanforgó államok erdészeti kísérletügyi intézményei részéről megnyilvánuló önzetlen támogatás és jóindulat révén vált lehetségessé.

Természetesen az erdőtalaj baktériumflórájának faji összetételére vonatkozólag az irodalomban nagyon sok elszórt vizsgálatot találunk. Azonban ez a kérdés szerves összefüggésben van regionális megoldására és kikutatására vonatkozólag az általunk végzett ezen vizsgálatokkal, amelyek kétségtávolan ezen a téren az első kísérleteket reprezentálják.

A kísérleti területek leírása.

A kísérleti területeket az 1. sz. táblázatban foglaltuk össze könnyebb áttekinthetőség kedvéért, míg ezeknek földrajzi fekvését a 1. sz. ábra tárja elénk.

A vizsgálatoknál használt módszerek leírása.

Az eddigi vizsgálataink folyamán a talajbakteriológiai kutatásainkat rendszerint kisebb időszakokban havonként végeztük el, hogy ilyen módon az időszaki változásoknak minden számbavehető részletét kideríthessük. Ezeknél a vizsgálatainknál azonban a kísérleti területek nagy száma következtében a részletvizsgálatok olyan tömegével állottunk szemben, hogy kénytelenek voltunk munkakörünket időben és térben megfelelően elhatárolni. Ezen megfontolás alapján úgy határoztunk, hogy a vizsgálatokat csak egyes tenyésztési időszakokban, nevezetesen tavasszal, nyáron, ősszel és télen fogjuk elvégezni. Ezeknek a kapcsán most már nemcsak a talajok baktériumflórájának fajbéli változásait kerestük, hanem ezenfelül azt az egész jelenséget az ezt befolyásoló összes



1. ábra.

számbavehető fontosabb biofaktorok megfigyelésével és mérésével igyekeztünk felkutatni.

A kísérleti területeken a talajpróbák vétele céljából kisebb (1000 m²) területeket jelöltünk ki. Ezekről a kijelölt területekről gyűjtöttük be azután a vizsgálat egész tartama alatt a talajpróbákat. Hogy pedig megfelelő átlagadatokat nyerhessünk, a kijelölt területekről 10—15 helyről vettük a talajt, azt gondosan összekevertük és így vettük vizsgálat alá. A talajt a lomb- és nyershumusztakaró gondos eltávolítása után 5—10 cm mélységből vettük.

A talajpróbák a messze északon fekvő kísérleti területeinkről részben vasúton (Namdalseid, Oslo, Hallands-Väderö), részben pedig vasúton és hajón (Elvenes, Petsamo, Kivalo, Raivola) lettek szállítva. Amint az előzetes vizsgálataink mutatják, a szállítás következtében a talaj biológiai állapotában beálló bizonyos fokú változásokkal számolnunk kell, főleg az összes baktériumszám kialakulását illetőleg, miután télen a próbáknak néha 2—3 napig fűtött postakocsikban való szállítása a baktériumszám megnövekedését eredményezi. A többi tényezők — amint vizsgálataink mutatják — nem szenvednek lényegesebb változást. Ez a megállapítás tapasztalataink szerint a 4 napnál hosszabb ideig szállított próbákra is érvényes (Elvenes, Petsamo, Kivalo).

A fajok összetételét illetőleg még megjegyezzük, hogy a sterilításra — amint azt már hangsúlyoztuk — a legszigorúbban ügyelünk, úgyhogy idegen fajok semmiesetre sem lettek behurcolva. A baktériumfajok számbeli összetételére azonban a szállítás valószínűleg befolyást gyakorolt.

A vizsgálatok folyamán megvizsgált részletkérdések most már a következők voltak :

1. A baktériumflóra fajbeli összetételének felkutatása az egyes fajok százalékos eloszlása alapján.

2. A megvizsgált területek baktériumflórájának kvantitatív számszerű eloszlása, melynek kapcsán a következő fontosabb csoportokat vizsgáltuk.

A) Összbaktériumszám:

a) Aerob baktériumok száma.

b) Anaerob baktériumok száma.

B) Fiziológiai baktériumcsoportok:

- a) Nitrifikáló baktériumok.
- b) Dentrifikáló baktériumok.
- c) A levegő szabad nitrogénjét megkötő aerob és anaerob baktériumok.
- d) A cellulózét bontó aerob és anaerob baktériumok.

- 3. A talaj savanyúsági foka ph.
- 4. A talaj humusztartalma.
- 5. A talaj összes nitrogéntartalma.
- 6. A talaj nitrátnitrogén tartalma.
- 7. A talaj víztartalma.

Ad. 1. A minőségi vizsgálatokat a következő módon hajtottuk végre (II):

10 g sterilen vett talajt 1000 cm³ steril vízbe tettünk és azt egy alternatív mozgású rázókészülékben 10—15 percig erősen rázottuk, hogy a talajban levő baktériumok a talaj szemecskéitől elváljanak. Azután steril 10 cm³-es pipettával 10 cm³-t átoltottunk az 1. hígításból 90 cm³ steril vízbe, így kaptuk a második hígítást, majd ugyanezen mód szerint jártunk el a további hígítások készítésében.

A következő hígításokat használtuk:

A hígítás jelzése	Az előállítás módja	1 m ³ megfelel
1. jelzésű maga a talaj, amelyből 0.1—1.0 g-ot közvetlenül lemérhetünk.*		
2. « az első hígítás	10 gr talaj 1000 cm ³ vízben	1/100 g talajnak
3. « a második hígítás	10 cm ³ a 2. hígításból 90 cm ³ vízben	1/1000 g talajnak
4. « a harmadik hígítás	10 cm ³ a 3. hígításból 90 cm ³ vízben	1/10.000 g talajnak
5. « a negyedik hígítás	10 cm ³ a 4. hígításból 90 cm ³ vízben	1/100.000 g talajnak
6. « az ötödik hígítás	10 cm ³ az 5. hígításból 90 cm ³ vízben	1/1.000.000 g talajnak
* 2., 3. stb. jelzés egyúttal a hígítás nevezőjében levő szám zérusainak számát is jelöli, ami a munkamenetet nagyban megkönnyíti.		

Ezekből a hígításokból most 1—1 cm³-t ráoltottunk ágar-ágarra és gelatinára, és ugyanezekből a hígításokból készítettük el azután a fiziológiai baktériumokhoz tartozó tenyészeteket bouillonleves alapulvétele mellett.

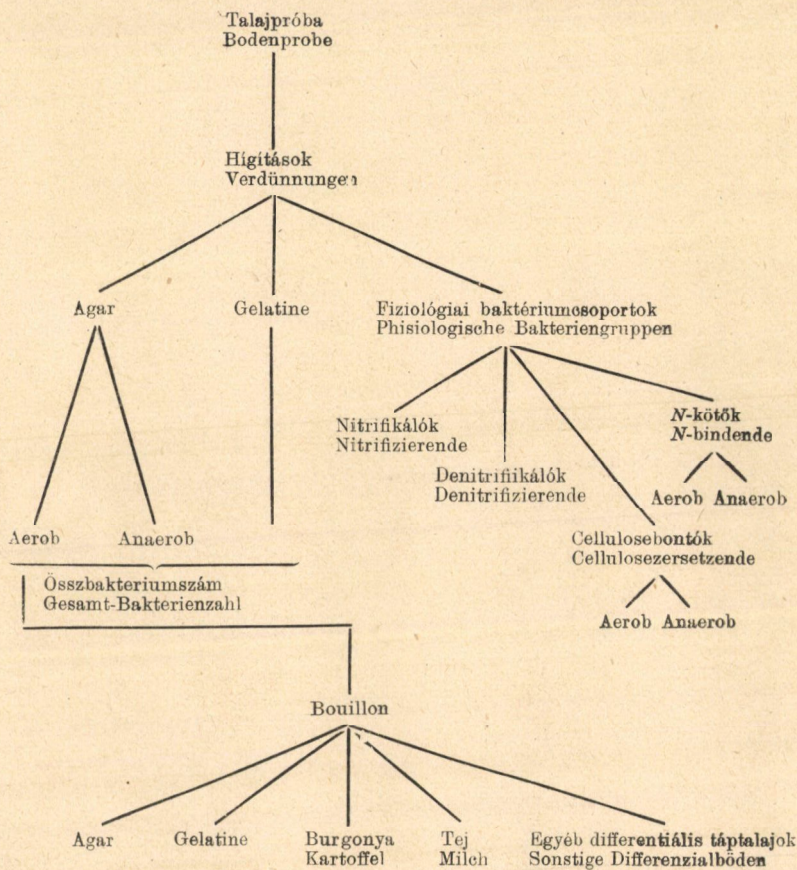
Ad 2. Most már a fiziológiai csoportok, az összes baktériumszám és a fajok meghatározása oly módon megy végbe, amint ezt már az intézet egy korábbi értekezésében ismertettük. Amint ismeretes, a 4-es, 5-ös és 6-os hígításból először Petri-csészékbe oltunk az ágár-ágárra és gelatinára, majd az anaerob baktériumok meghatározására ugyanezen hígításból Burry-csővekbe ágárra.

A kifejlődés után a telepeket megszámláljuk, és minthogy tudjuk, hogy pl. az 5-ös hígításnál minden egyes baktériumtelepnek 100,000, a 6-os telepnek 1.000,000 felel meg, úgy ezekből az adatokból a gelatinán, az ágár-ágáron és a Burry-csővekben kifejlődött telepek számának figyelembevételével kiszámított érték adja a talaj összes baktériumszámát.

A faji összetétel meghatározására most már az ágártenyészetekből indultunk ki, mégpedig olyan módon, hogy rendszerint egyenletesen elosztva a 4-es hígításból 40, az 5-ös hígításból pedig 10 telepet oltottunk rá az ú. n. differenciális faji meghatározást szolgáló táptalajokra, amelyek a bakteriológiában használatos bouillon, gelatina, ágár és burgonya voltak kémcsövekben előkészítve, mindig a bouillonból kiindulva.

Ezekután meghatároztuk, részben szorgos mikroszkópi vizsgálatokkal, részben a differenciális táptalajok elváltozásainak figyelembevételével az egyes baktériumfajokat BERGEY határozója és rendszere alapján. Ezen meghatározások alapján kiszámítottuk, hogy a meghatározott fajok milyen százalékos arányban vesznek részt a baktériumflóra összetételében. Ezzel párhuzamosan kiszámítottuk az aerob és anaerob baktériumoknak és a fiziológiai csoportba tartozó baktériumoknak számadatai alapján egyszerű kivonással azt a baktériummennyiséget, amely ezeknek a számán felül megmarad. Ez a szám adja a heterotrof baktériumoknak mennyiségét, amelyet százalékban is ki lehet fejezni. A baktériumfajokat azonban nem erre az utóbbi mennyiségre vonatkoztattuk, hanem az összes baktériumszámra.

A meghatározást BERGEY (III.) és részben LEHMANN (IV.) kitűnő munkái alapján végeztük. A nomenklaturát illetően azonban teljesen BERGEY rendszere szerint neveztük el a baktériumokat. Természetesen a rajzokban bizonyos egyszerűsítéseket kellett



Összbakteriumszám
Gesamt-Bakterienzahl = N

Fiziológiai csoportba tartozó
bakteriumok száma
Zahl der physiologischen
Bakteriengruppen } = N_1

Heterotroph bakteriumok száma
Zahl der heterotrophen Bakterien = N_2

$$N_2 = N - N_1$$

A bakteriumfajok %-os mennyiségét
mindig N -re vonatkoztattuk.

Der prozentuelle Anteil der Bakte-
rienarten ist immer auf N bezogen

elvégezni és azért ott a faji meghatározást illetőleg a következő csoportokat képeztük :

Coccusok (Micrococcus, Streptococcus és Sarcina).

Bacillusok, a BERGEY rendszer Bacillaceae családjába tartozó fajok, tehát spórás bacillusok, Bacillus, Clostridium stb.

Végül a BERGEY-rendszer *Bacteriaceae* családjába tartozó fajok (nem spóráképzők) Achromobacter, Cellulomonas, Flavobacterium, Chromobacterium stb.

Külön csoportba vettük a BERGEY-rendszer második rendjébe tartozó *Actinomyces* genust.

Ezeknek a vizsgálatoknak eredményeit részletesen a 2. és 3. sz. táblázatok tartalmazzák. Ezeket a meghatározásokat az összes tenyészeti időszakban egyaránt elvégeztük.

Ad 2. B. A fiziológiai baktériumcsoportokat a már említett higitások alapulvétele mellett vizsgáltuk meg és számítottuk ki. A vizsgálat egész menetét és egész módját a 7. oldalon levő vázlat tünteti ki.

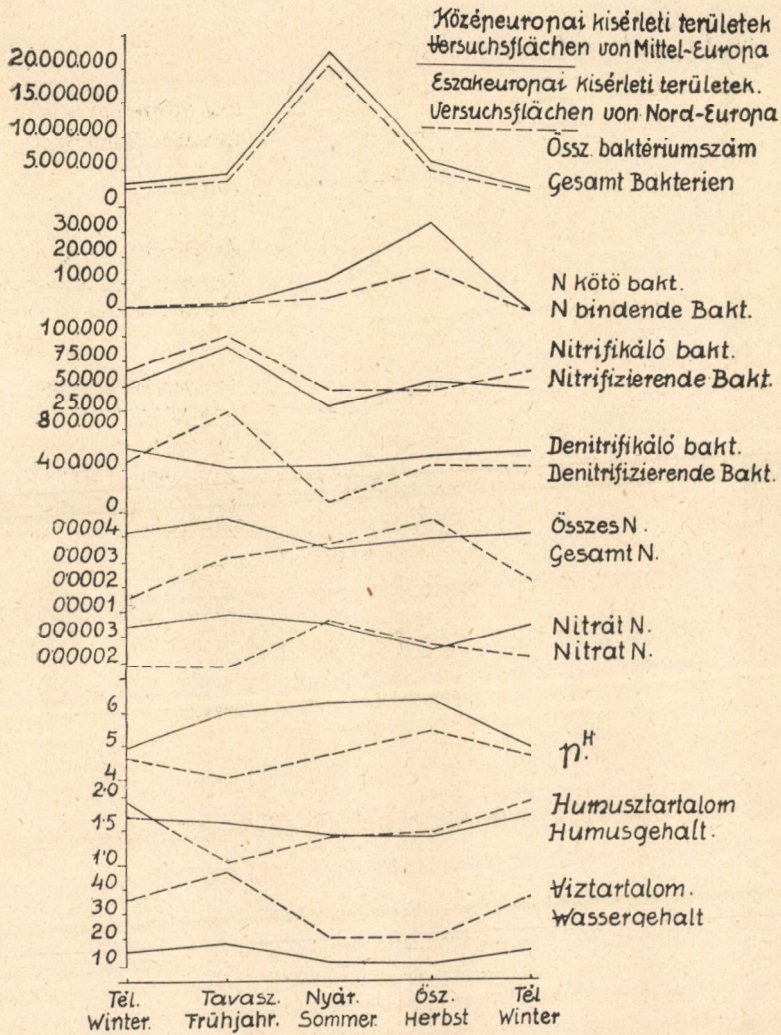
Ad 3. A talaj savanyúságát a már ismertetett (I) FEHÉR-féle készülékkel elektromos úton a chinhydron elektrodával határoztuk meg. Itt meg kell jegyeznünk, hogy a helyszínen levő soproni talajoknál a vizsgálatot azonnal eredeti nedves állapotban végeztük el. A messzebb fekvő talajoknál természetesen a próbák zárt edényzetben jöttek, így víztartalmuk alig változott. Ellenben a zárt állapotban való szállítás következtében átmenetileg az anaerob folyamatok túlsúlyba jutottak és ezért valószínűleg kissé megsavanyodtak. Ez a megsavanyodás azonban, amint néhány előzetes vizsgálatom mutatta, biológiai szempontból nem bír különösebb jelentőséggel.

Ad 4. (II) A talaj humusztartalmát káliumbichromatos eljárással határoztuk meg VÁGI—FEHÉR előírása szerint.

Ad 5. A talaj összes-nitrogén-tartalmát pedig GUNNING—ATTERBERG módszere szerint vizsgáltuk meg (I).

Ad 6. (I) A talaj nitrátnitrogén mennyiségét a már szintén ismertetett WHITING—RICHMOND—SCHOONOWER eljárása szerint tettük kutatás tárgyává.

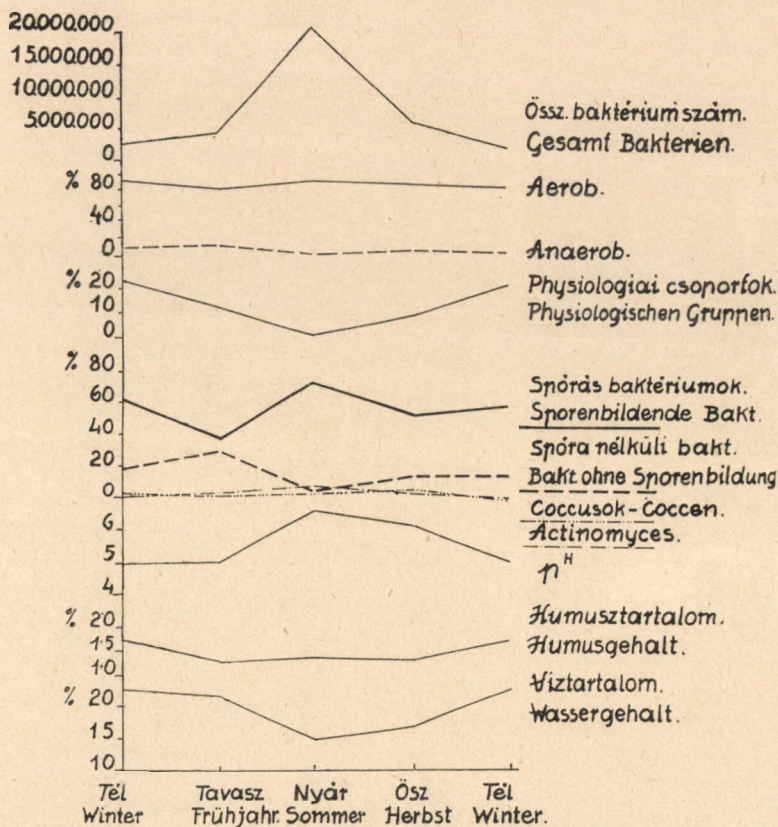
Ad 7. A talaj víztartalmát 110 C°-on való szárítással határoztuk meg.



2. ábra.

A vizsgálatok eredményeit a 2, 3/a, b, c, d, 4., 5., 5. sz. táblázatok és a 2. és 3. sz. ábrák tartalmazzák, illetőleg szemléltetik.

Az északeurópai talajok közül azokat, amelyek a 66. szélességi fokon felül fekszenek, csak egyszer, mégpedig 1931 őszén tudtuk megvizsgálni. Ezeket tehát teljesen külön táblázatban foglaltuk



3. ábra.

össze (l. 7. sz. táblázat). Ellenben a többi talaj összefoglaló táblázataiban azoknál a baktériumoknál, amelyek a legegészkibb területek talajában is előfordultak, ezt a körülményt a szélességi fokok rovatában vettük tekintetbe.

A vizsgálatok eredményeinek összehasonlító tárgyalása.

Mindenekelőtt a közzétett adatokból már eleve megállapíthatjuk, hogy a talajok összes baktérium száma, továbbá a fiziológiai csoportokba tartozó baktériumok száma és ezzel együtt az összes biofaktorok állandó változásoknak vannak alávetve az egyes időszakokban.

Ezek a változások kiterjednek a talajok mindazon fizikai és kémiai sajátosságaira is, amelyek a baktériumtevékenységgel vannak távolabbról vagy közelebből összefüggésben.

Mindenekelőtt röviden mutatunk rá arra a körülményre, hogy ezek a vizsgálatok is megerősítették a FEHÉR által már korábban észlelt időszaki változásait az összes baktériumszámnak. Ez a szám télen a legkisebb, tavasszal emelkedik és nyáron kulminál. Az anaerob baktériumok abszolút száma aránylag kis változásokat mutat, amely változásoknak menete az összes baktériumszám változásának menetével egyezik nagyjából. Azonban éppen az abszolút szám kis változásának következtében az a rendkívül érdekes eset áll elő, hogy az anaerob baktériumok viszonylagos mennyisége ősszel és télen lesz a legnagyobb és nyáron a legkisebb.

Ez a körülmény kétségkívül a talaj víztartalmának megfelelő változásával van összefüggésben, amelyre a baktériumelmélet kvantitatív változásának tárgyalásánál már rámutattunk. A magas víztartalommal együttjáró ph-értékek a túlsúlyba jutott anaerob bomlási folyamatoknak eredményei. Ezeknek a tömegadatoknak a vizsgálatánál is láthattuk, hogy a ph-értékek tekintet nélkül arra, hogy messze Északon vagy Közép-Európában fekszik-e a kérdéses terület, állandó változásoknak vannak alávetve. Késő ősszel és télen találjuk a legsavanyúbb értékeket, nyáron és az őszején a közömbös reakciót gyakran meghaladó ph-adatokat. Hogy az anaerob baktériumoknak az előbb említett viszonylagos tömegváltozása ennek a kérdésnek az előidézésénél alapvető és fontos szerepet játszik, véleményem szerint kétségen kívül áll. (Lásd 3. sz. ábra és 6. sz. táblázat).

Csak röviden óhajtunk itt rámutatni arra, hogy, amint a klimatikus szempontból annyira eltérő területek talajsavanyúságának változásai mutatják, nem tartható fenn továbbra az eddigi feltevés, amely szerint minél északabbra megyünk a humid klímaterületekre, annál kisebb ph-értéket fogunk kapni. Ez csak több tenyészeti időszakban vett mérés átlagadataira érvényes. A valószínűleg Közép-Európában pl. a soproni subalpin erdőben télen az északi talajoknál is alacsonyabb ph-értékeket lehet észlelni. Ezekre azonban nyáron, illetőleg az őszején olyan magas ph-

értékek következnek, hogy évi átlagban ezek legtöbbször meghaladják az északi területek ph-adatait, sőt kivételesen a fordított eset is előfordulhat.

A másik rendkívül érdekes tünemény a fiziológiai csoportok viselkedése. A fiziológiai csoportokhoz tartozó baktériumok viszonylagos mennyiségének kölcsönös változása. Általában ezeknek a baktériumoknak a száma az egyes időszakokban nincsen nagy változásoknak alávetve. Éppen ezért relatív mennyiségük nyáron, mikor az összbaktériumszám kulminál, lesz a legkisebb, és ősszel, mikor az összbaktériumszám minimális értékét éri el, lesz a legnagyobb. Ezeknek a száma tehát bizonyos fokig kisebb ingadozásoknak van alávetve, bár kétségkívül számuk télen nagyon sok csoportnál kisebb lesz, mint nyáron. Ilyenek pl. a nitrogénkötő és a cellulozebontó baktériumok. A nitrifikáló és denitrifikáló baktériumok, amint erről később lesz szó, teljesen eltérő individuális viselkedést mutatnak. Egyébként relatív számuknak ezen változását valószínűleg a talaj víztartalmának csökkenése és megnagyobbodása úgy befolyásolja, hogy bizonyos fokig, legalább egyes csoportoknál a hőmérséklet változását kisebb-nagyobb mérvben analizálni tudja.

A legfeltűnőbb jelenség most már abban nyilvánul meg, hogy az ú. n. *spórák képző, tehát spórák baktériumoknak mennyisége és a nem spórák baktériumok viszonylagos száma szintén korrelatív változásokat mutat, mégpedig a spórák baktériumok viszonylagos mennyisége maximumát nyáron, míg a spóranélküli baktériumok maximumát tavasszal, illetőleg ősszel és télen érik el és nyáron minimumban vannak. Teljesen úgy, ahogy a talaj a maga növényzetét változtatja az évszakok szerint, változtatja baktériumflórájának faji összetételét is világosan felismerhető szabályok szerint.* A Coccusok relatív mennyisége nyáron lesz a legnagyobb, míg az Actinomycesek kulminációs pontjukat ősszel érik el. Különösen jól látszanak ezek a jelenségek, ha a 3. sz. rajz és a 6. sz. táblázat adatait kíséjük figyelemmel.

Hogy a humusztartalom minimális adatait nyáron és tavasszal, míg maximális adatait télen és ősszel éri el, már egy másik dolgotban méltattuk.

Általában úgy látszik, hogy a spórák baktériumok sokkal szárazabb talajban tenyésznek, mint a spórák nem hozó baktériu-

mok. Első pillanatban megérthetjük ezt a jelenséget, ha meggondoljuk, hogy a spórát nem képző Bacteriaceae családja az eddartozó *Achromobacter*, *Cellulomonas*, *Flavobacterium*, *Chromobacterium* stb. gének egy sereg vízben élő baktériumfajt ölelnek fel. Ezek tehát valószínűleg a talajnak vízben való gazdagsága révén jutnak ősszel, tavasszal és télen túlsúlyba.

Ezeknek a vizsgálatoknak egyik legfeltűnőbb eredményét ezek kölcsönös korrelatív változásában látjuk. Majdnem azt mondhatnánk, hogy a nyári nagy baktériumszám túlnyomó részét a spórás baktériumok teszik ki. A spóranélküli baktériumok maximuma egyébként alacsony ph-érték mellett és magas humusztartalom közben jelentkezik, de az előfordulásnak kölcsönös változását minden kétséget kizárólag, amint ezt a 6. sz. táblázat mutatja a priori befolyásolja.

Rendkívül feltűnő, hogy a fiziológiai csoportokba tartozó baktériumok száma, illetőleg annak viszonylagos változása majdnem párhuzamosan halad a nem spórás baktériumok görbéjével. Ezt a jelenséget kétségkívül az okozza, hogy a cellulozebontó, azután a denitrifikáló és valószínűleg a nitrifikáló baktériumok egy része is, amelyek még kikutatásra szorulnak, ezen csoport relatív kialakulásánál szerepet játszanak. Itt szeretnék arra is rámutatni, hogy éppen azért a nem spórás baktériumok számának nyáron való leapadása valószínűleg a humusztartalom fokozatos csökkenésével függ össze, amelynél a magas összes baktériumszám kétségkívül szintén befolyással bír. Minthogy a spóranélküli baktériumok jelentékeny részét a denitrifikáló baktériumok adják, úgy bizonyos, hogy a ph alacsony értékei mellett jelentkező maximum kialakulását ennek a baktériumcsoportnak számbeli változása szintén jelentékenyen befolyásolja. Egyébként a ph-görbe kulminációs pontjának az összes baktériumszám kulminációs pontjával való egybeesése valószínűleg szintén a magasabb ph-értékek ezen kedvező hatásával függ össze.

Különösen jellemzővé válik, ha a nitrifikációt befolyásoló tényezőket és magát a nitrifikáció egész menetét Észak- és Közép-Európában elkülönítve vesszük vizsgálat alá (l. 2. sz. ábra).

Az elkülönítés szükségessége már az adatok összehasonlításánál

felmerült, miután a folyamat, úgy látszik, a különböző klimatikus hatások következtében már regionális szempontból meglehetősen eltérően játszódik le. Igaz ugyan, hogy tulajdonképpen egészen pontos eredményeket csak akkor érnének el, ha havi elemzések állanának rendelkezésünkre. De az elért eredmények és számítások azt mutatják, hogy még így is az időszaki mérésekkel kielégítő képet kaphatunk.

Közép-Európában a nitrifikáló baktériumok tavasszal vannak maximumban, nyáron minimumot mutatnak és őszi felé ismét emelkednek. A denitrifikáló baktériumok ellenben tavasszal minimumot mutatnak és inkább télen és ősszel vannak maximumban. Változásuk, úgy látszik, korrelatív összefüggésben van a nitrifikáló baktériumok változásával, ezért a nitrátnitrogén tartalom tavasszal maximumban van és nyáron illetőleg ősszel minimumot mutat, mely utóbbi körülményt kétségkívül a korrelatív változáson kívül még a talajt borító növényzet részéről megnyilvánuló erős felhasználás is előidézi.

Észak-Európában viszont a nitrifikáló baktériumok viselkedése nagyjában az előbb mondottakkal egyezik. De lényegesen eltér a denitrifikáló baktériumok magatartása. Ezek ugyanis tavaszi maximumot és egy erős nyári minimumot mutatnak, amelynek következtében a nitrátnitrogén tartalom az északeurópai talajokban kissé eltolódva csak nyáron éri el maximumát.

Rendkívül jellemző, hogy a ph-görbének lefutása a nitrátnitrogén tartalom értékeinek kialakulásával közel párhuzamosan megy végbe. Hasonlóképpen feltűnő a talaj víztartalmának befolyása, amely főleg a nitrifikáló baktériumok számbeli kifejlődésének menetével egyezik. Az össznitrogén változása Közép-Európában egyezik FEHÉR által már korábban felkutatott törvényszerűséggel. Nevezetesen tavasszal van maximumban, azután nyáron süllyed és őszi felé megint emelkedik.

Az északeurópai talajoknál kulminációs pontját ősszel éri el, mégpedig oly módon, hogy télen minimumban van és tavaszra hirtelen emelkedik. Viszont tavasztól ősziig emelkedése nagyon lassú. Minimumát télen azután meglehetősen erős süllyedéssel éri el.

Ez az eltérő viselkedés csak klímahatással magyarázható,

főleg azzal, hogy tavasszal az északeurópai erdőtalajoknak a hőmérséklete még oly alacsony és a víztartalom oly magas, hogy rendes korhadási folyamatok kifejlődni nem tudnak. Mutatja ezt az ezen időszaknak humusztartalmában való feltűnő szegénysége. Csak a nyári magasabb hőmérséklet az, amely azután a fokozott baktériumtevékenységet és ezzel együtt a bomlási folyamatok intenzitását olyan mérvűre emeli, hogy ezeknek kapcsán a talajnak nitrogénvegyületekben való gazdagítása megkezdődhetik.

Külön ki kell még emelnem a nitrogénkötő baktériumoknak viszonylag kis mennyiségét és azt a körülményt, hogy ezek éppen úgy, mint Közép-Európában, a ph-görbével együtt ősszel érik el maximumukat.

Kétségtől, hogy a talaj savanyúsága a baktériumszám kifejlődésére, mégpedig az anaerobokra és aerobokra egyaránt tagadhatatlan nagy befolyással bír. Az azonban bizonyosnak látszik, hogy a ph a nitrifikáló baktériumok számbeli kialakulására közvetlen befolyást nem gyakorol. Ezek maximumban vannak ott, ahol a ph-értékek relatív minimális értékeket mutatnak. Ez a körülmény is indokolja azt az óvatosságot, amelyet alkalmazni kell akkor, amikor laboratóriumi kísérleteket, illetőleg ezek eredményeit a természetben alkalmazzuk, ahol egy sereg, gyakran erős befolyást gyakorló tényezőnek a jelenlétét is figyelembe kell venni.

Feltűnő, hogy a talaj nitrátnitrogén tartalma, továbbá a nitrifikáló és denitrifikáló baktériumok viszonylagos mennyisége között, ha az időszaki mérések adatait vizsgáljuk, határozott összefüggést lehet találni. Ezenfelül valószínű, hogy a nitrifikáció kémiai folyamatát a nitrifikáló baktériumok összes számának változásán kívül egyéb biofaktorok is befolyásolják. Ezek között, amint már említettük, a hőmérséklet és a ph valószínűleg kiváló szerepet játszik. De azt sem szabad figyelmen kívül hagyni, hogy természetesen a nitrátnitrogén időszaki változásait a talajt borító növényzet részéről megnyilvánuló felhasználás és a csapadékvíz által való bemosás is befolyásolja. Az a szabályszerűség tehát, amelyet FEHÉR a talaj nitrátnitrogén tartalma és a nitrifikáló és denitrifikáló baktériumok korrelatív változásánál megállapított, csak az egyes időszakokon és ugyanazon területeken belül érvényes.

A 4. sz. táblázatban a fajokra megvizsgált területeken kívül

összefoglaltunk egy sorozat északi kísérleti területet is, jórészt az 1931. évi mérések alapján. Ezek az adatok azt mutatják, hogy mindenekelőtt az aerob N-kötők száma észak felé fokozatosan kisebbedik, de kisebbedik ezzel együtt az aerob cellulosebontók száma is. Miután a ph-értékek egyáltalában nem túlalacsonyok, úgy ez a jelenség, úgy látszik, csakis klímahatással magyarázható. Azonfelül egészen bizonyos, hogy az ott feltüntetett nyári adatoknak télen sokkal alacsonyabb ph-értékek felelnek meg. Ugyancsak minél északabbra haladunk, fokozatosan kevesbednek a nitrifikáló baktériumok, relatív számuk a denitrifikálókhoz viszonyítva mindinkább kedvezőtlenebbé válik, és ennek a jelenségnek természetesen az északi erdőtalajok már közismert nitrátnitrogén szegénysége felel meg. A ph értékét itt sem lehet egyedül felelőssé tenni ezért. Ezt különben az adatok világosan mutatják. Valószínűleg itt is a hidegebb, humidabb klíma az, amely a nitrifikáció menetét és általában a nitrifikáló baktériumokat befolyásolja.

A következőkben most már a heterotrof baktériumok faji összetételével foglalkozunk. Ezeket a viszonyokat a 2. sz. táblázat teljes részletességgel tárja elénk. Hogy ezen baktériumok tömegelőfordulási viszonyaira is felvilágosítást kaphassunk, a BERGEY-rendszer szerint csoportosítottuk ezeket a baktériumokat, és azután kimutattuk, hogy az összes kísérleti területek hány százalékán fordulnak elő, előfordulásuk milyen ph-határok között mozgott és azokon a területeken, amelyeken előfordultak, tömegük átlag hány százalékát alkotta a baktériumok összes mennyiségének. A tömegviszonyt most már úgy fejeztük ki, hogy ezt az utóbbi két faktort megszoroztuk egymással.¹

Mindenekelőtt meg kell állapítanunk, hogy a spóranélküli baktériumok évi átlagban vett adatai is általában a spórás baktériumok adatai alatt maradnak, és még kisebb számban vannak az Actinomycesek képviselve. A spóranélküli baktériumok közül leg-tömegesebben a következő baktériumok fordulnak elő:

Micrococcus candidans 240, *Mr. candidus* 286, *Micr. luteus* 127, *Micr. sulfureus* 123, *Micr. ureae* 179.

Sarcina flava 15·3, *S. subflava* 15·3, *Vibrio liquefaciens* 14·8, *Serratia rubrica* 14·8.

¹ Az így nyert szorzatot előfordulási számnak neveztük.

Flavobacterium aureescens 198.

Nagyon gyakoriak a *Pseudomonas centrifugans* 185, *Ps. denitrificans* 296, *Ps. fluorescens* 207, *Ps. striata* 296, *Ps. rubosa* 597 és még ezeknél is gyakrabban fordulnak elő a Cellulomonasok:

Cellulomonas biozotea 469, *C. ferruginea* 58, *C. minuscula* 276, *C. mira* 360·1, *C. rossica* 722.

Az Achromobacterek szintén elég sűrűn jelentkeznek: *Achromobacter ambiguum* 242, *A. agile* 236, *A. delictatulum* 571, *A. denitrificans* 295, *A. fermentationis* 100, *A. formosum* 106, *A. geniculatum* 194, *A. hartleibii* 379, *A. multistriatum* 161·7, *A. nitrificans* 353, *A. pinnatum* 116·5.

A bacillusok közül viszont a következő fajok azok, amelyek a legtömegesebben fordulnak elő: *Bacillus albolactis* 923, *Bac. aterrinus* 731, *Bac. cereus* 1092, *Bac. circulans* 470, *Bac. cylindricus* 537, *Bac. cytaseus* 366, *Bac. ellenbachiensis* 429, *Bac. fluorescens* 102·8, *Bac. freudenreichii* 827, *Bac. globigii* 287, *Bac. megaterium* 819, *Bac. mycoides* 578, *Bac. prausnitzii* 248, *Bac. pseudontracis* 238, *Bac. pseudotetanicus* 382, *Bac. pyogenes* 354, *Bac. robur* 618, *Bac. robustus* 627, *Bac. ruminatus* 810, *Bac. silvaticus* 893, *Bac. sphaericus* 602, *Bac. subtilis* 402, *Bac. vulgatus* 620.

A Clostridiumok közül a leggyakoribbak a következők: *Clostridium cochlearum* 625, *Clostr. spermoides* 390, *Clostr. sphenoides* 430.

Az Actinomycetesek közül: *Actinomyces albus* 377, *A. phaeochromogenes* 336.

Amint látjuk, összesen 152 fajtát sikerült ezen idő alatt meghatározni. Az bizonyosnak látszik, hogy az erdőtalaj baktériumflórája tulajdonképpen fajokban aránylag nem gazdag és az ide tartozó fajok túlnyomórésze kozmopolita, mégpedig úgy az erdők állományát, mint pedig a földrajzi elterjedést tekintve. A phatárok a legtöbbnél szintén tág intervallumban mozognak. Csak egyes extrém esetekben lehet bizonyos jellemző eseteket feljegyezni. Így különösen jellemző az Actinomyceteseknek az ákácerdőkben való előfordulása. mégpedig nemcsak a homokon, hanem a kötött erdőtalajokon is. Pozitív magyarázattal ezen jelenség indító okáról még nem rendelkezünk, de majdnem biztosra vehető, hogy a *Bac. radiciola* előfordulása és tevékenysége, továbbá az Actinomycetesek

előfordulása között bizonyos korrelatív biológiai összefüggés van. Talán az ákácerdők talajának fel nem használt nagymennyiségű nitrátnitrogén tartalma is hozzájárul ezen jelenség kialakulásához. De az sem lehetetlen, hogy a két baktériumcsoport között szimbiotikus összefüggés van, amelynek spekulatív tárgyalásába kellő kísérleti adatok hiányában nem szándékozom egyelőre bocsájtani. Az a körülmény azonban, hogy az *Alnus* és *Elaeagnus* fajok gyökereiben *Actinomyces* fajok végzik a levegő szabad N-jének megkötését, véleményem szerint a két baktériumcsoport előfordulásának szoros összefüggését sok tekintetben megmagyarázni látszik. Ezen a téren mielőbbi kísérletek lennének szükségesek.

Általában egyes kivételektől eltekintve úgy látszik, hogy ha az átlagadatokat vesszük alapul, a fenyőerdők talajában a spórás baktériumok nagyobb számban vannak képviselve, mint a lomb-erdők talajában.

Ami pedig a fajok számának változatosságát illeti, szintén nincs a két erdőtípus között jelentékeny különbség. Meg kell még említenem, hogy a *Micrococcus*ok főleg lomb-erdőkben fordulnak elő, különösen jellemző ez a 31. sz. kísérleti területen, amely jó mulltalajjal rendelkező bükkerdő.

Az eredmények összefoglalása.

A fenti vizsgálatok célja az volt, hogy az erdőtalaj baktériumflórájának regionális klímazónák szerint való kvalitatív és kvantitatív elterjedését és főleg ezzel kapcsolatban az egyes baktériumfajoknak előfordulását, tömegviszonyait és klímahatárok szerint való elterjedését a 46. szélességi foktól a 70. szélességi fokig elterülő kísérleti területeken a különböző tenyészeti időszakokban megvizsgáljuk és tanulmányozzuk.

A kísérleti területek időszakonként, mégpedig télen, tavasszal, nyáron és ősszel egy-egy alkalommal vonattak részletes és beható vizsgálat alá.

Ezeknek a vizsgálatoknak leglényegesebb eredményei röviden összefoglalva a következők:

1. Az összes baktériumszám általában nyáron éri el a maximumát és télen a minimumát. Ez a FEHÉR által már korábban

felderített törvényszerűség tehát a klímazónákra való tekintet nélkül az északi féltekén megtartja érvényességét.

2. Az összes baktériumszám változására most már jellemző, hogy a fiziológiai csoportokhoz tartozó baktériumok (nitrifikálók, denitrifikálók, cellulosebontók, N-kötők stb.) száma nyáron viszonylag kicsi, télen és tavasszal nagy. Ezeknek a viszonylagos száma tehát, bár bizonyos depressziót télen is tapasztalhatunk, nem változik egyértelműleg az összes baktériumszámmal, és így valószínűleg a nyári nagy baktériumszámnak jelentékeny része a szorosabb értelemben vett fiziológiai funkciókat nem teljesítő baktériumfajokból van összetéve.

3. A nitrifikáló és denitrifikáló baktériumoknak az egyes időszakokban megfigyelt korrelatív változása lényeges és kimutatható befolyást gyakorol a talaj nitrátnitrogén tartalmának kialakulására. Ez utóbbi tényező egyébként Közép-Európában a tavasz és Észak-Európában a nyár folyamán éri el időszaki maximumát, amelynek létrehozásában a magasabb hőmérséklet által előidézett élénkebb nitrifikáció kétségkívül döntő szerepet játszik.

4. Az összes nitrogéntartalom változása nagyjában szintén egyezik a FEHÉR által már korábban felderített törvényszerűséggel. Rendszerint Közép-Európában tavasszal kulminál és ősszel van minimumban. Észak-Európában a helyzet, úgy látszik, annyiban tér el a középeurópai viszonyoktól, hogy ott az összes nitrogéntartalom legtöbbször a nyár végén vagy az ősz elején kulminál. Minden valószínűség szerint ennek az okát az alacsonyabb talajhőmérsékletben kell keresni, amely ott különösen tavasszal még rendkívül alacsony szokott lenni.

5. *A vizsgálatok eredményeinek legfeltűnőbb és legfontosabb része abban áll, hogy minden kétséget kizáróan sikerült kimutatni és bebizonyítani, hogy az ú. n. spórát nem képző baktériumok, ahová BERGEY rendszere szerint a Flavobacterium, Chromobacterium, Achromobacter, Cellulomonas stb. tartoznak, a spórás baktériumokkal (Bacillus, Clostridium) korrelatív tömeg- és biológiai viszonyban vannak. Az előbbieket nyáron fordulnak elő legkisebb mennyiségben, míg ősszel, illetőleg tavasszal relatív számuk maximális értékeit éri el. Az ú. n. spórás baktériumok, ahova a Bacillus és a Clostridium genusok tartoznak, viszont nyáron vannak többségben.*

6. Éppen úgy, mint a talajt borító növényzet, úgy a talaj belsejében élő alacsonyabbrendű növényeknek: a baktériumoknak az életközössége is állandóan változtatja évszakok szerint a klíma és a többi biofaktor hatására faji összetételét.

7. Egyébként az erdőtalajok baktériumflóráját aránylag kiszámú, alig 150—160 fajta baktérium alkotja, amelyek legnagyobb-részt teljesen kozmopoliták.

8. A *Coccusok* közül legtömegesebben a *Micrococcusok* fordulnak elő, számuk azonban úgy absolute, mint viszonylag kisebb, mint a fenti két csoport száma.

9. Különösen jellemző az *Actinomyceseknek* feltűnő mérvű előfordulása az ákácerdők talajában, mégpedig a homokos és kötött talajokon egyaránt.

10. A szabad N-kötő baktériumok közül az erdő talajában főleg az anaerob alakok vannak képviselve, míg az aerob formák meglehetősen háttérbe szorulnak. Maximumukat azonban ősszel érik el. Feltűnő, hogy számuk észak felé fokozatosan csökken, amely megállapítás a nitrifikáló és cellulozebontó baktériumokra is egyaránt érvényes.

11. A talaj nitrátnitrogén tartalma észak felé fokozatosan csökken, amely jelenség nemcsak a nitrifikáló baktériumok számának apadásával, hanem a nitrifikáció egész menetének, illetőleg intenzitásának a klímahatás következtében beálló redukciójával indokolható meg.

12. A korábbi feltevés, hogy a ph-értékek észak felé a humid klíma hatására fokozatosan savanyúbbak lesznek, nem tartható fenn továbbra, miután Közép-Európában is nagyon sok olyan erdőtalaj akad, amelynek ph-értékei jóval az északi talajok adatai alatt maradnak. Ez a szabály csak akkor lesz általános érvényességűvé, ha évi átlagadat alapján dolgozunk, miután a ph-értékek kilengései a bázisos oldal felé az északi humid klíma hatására fokozatosan mind kisebbek és kisebbek lesznek. Viszont, ha délen az egyes időszakokban télen erősen savanyú értékek is fordulnak elő, mégis az évi átlagadatok az ősszel beálló erősebb bázisos értékek, tehát a nagyobb kilengések következtében az átlagukban nagyobbak lesznek. Egyébként a szerzőnek a ph-értékek változására vonatkozó megállapításait és törvényszerűségeit ezek a kutatások az északi talajokra is beigazolták.

Irodalom. — Literatur.

I. FEHÉR: Vizsgálatok az erdőtalaj biológiai tevékenységének időszaki változásairól. — Untersuchungen über den zeitlichen Verlauf des Mikrobenlebens des Waldbodens. (Matematikai és Természettudományi Értesítő XLVI. kötet 201—234. oldal. 1929.) Lásd itt a részletes irodalmat is. Siehe auch hier die vollständige Literatur.

FEHÉR: Untersuchungen über den zeitlichen Verlauf der Bodenatmung und der Mikrobentätigkeit des Waldbodens. (Biochemische Zeitschrift Bd. 206. II 4—6. S. 416—435. 1929.)

FEHÉR: Untersuchungen über den zeitlichen Verlauf der Mikrobentätigkeit im Waldboden. (Archiv für Mikrobiologie Bd. I. H. 3. S. 464—492.)

FEHÉR: Mikrobiologische Untersuchungen über den Stickstoff-Kreislauf des Waldbodens. (Archiv für Mikrobiologie Bd. I. H. 3. S. 381—417. 1930.)

FEHÉR: Mikrobiológiai vizsgálatok az alföldi homokos erdőtalajok N-gazdálkodásáról. — Mikrobiologische Untersuchungen über den Stickstoff-Kreislauf der sandigen Waldböden der ung. Tiefebene. (Erdészeti Kísérletek, Forstliche Versuche XXXII. I. 1930.)

FEHÉR: Untersuchungen über die zeitlichen Änderungen der Acidität und des Humusgehaltes des Waldbodens. (Wiss. Archiv f. Landwirtschaft Abt. A. Bd. 4. H. I. S. 74—87. 1930.)

FEHÉR: Vizsgálatok az erdőtalaj egyes biológiai tényezőinek időszaki változásairól. — Untersuchungen über die zeitlichen Änderungen einiger biologischen Faktoren. (Mat. és Természettud. Értesítő XLVII. k. 617—651. old. 1930.)

FEHÉR: Untersuchungen über die zeitlichen Änderungen der Bodenacidität. (Wiss. Archiv f. Landwirtschaft.)

FEHÉR—BOKOR: Vizsgálatok az alföldi homokos erdőtalajok biológiai tevékenységéről. — Biochemische Untersuchungen über die biologische Tätigkeit der Waldböden auf der ungarischen Tiefebene. (Mat. és Természettud. Értesítő XLVI. köt. 127—170. 1929.)

FEHÉR—BOKOR: Vizsgálatok a magyarországi szikes talajok mikrobiológiai tevékenységéről. — Untersuchungen über die mikrobiologische Tätigkeit der soloncartigen Alkaliböden (Szikböden) der Hortobágy-Steppe. (Matematikai és Természettud. Ért. XLVII. kötet 270—336. oldal. 1930.)

II. VÁGI—FEHÉR: A talajtan elemei, különös tekintettel a talaj biológiájára és genetikájára. 1931.

III. BERGEY: Manual of Determinative Bacteriology. 1925.

IV. LEHMANN und NEUMANN: Bakteriologische Diagnostik. 1927.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1932. febr. 16-án tartott üléséből.)

DIE REGIONALE VERBREITUNG DER BAKTERIEN DES WALDBODENS.

Von D. FEHÉR.

(Aus dem bot. Institut d. k. ung. Hochschule f. Berg- und Forstingenieure.)

Einleitung.

Im Laufe der bisherigen bodenbiologischen Forschungen des Institutes haben wir entsprechend dem schon vor Jahren aufgestellten umfassenden Programm zunächst die jahreszeitlich bedingten quantitativen Änderungen der Bakterien des Waldbodens mit ihren wichtigsten Stoffumsetzungen und Biofaktoren untersucht. Es ist uns gelungen in dieser Beziehung grundlegende Gesetzmässigkeiten zu erforschen.

Infolge des obigen Zustandes haben wir die Zeit als angebracht erachtet auch die Artenzusammensetzung der Bakterienflora der Waldböden zu erforschen.

Zu diesem Behufe haben wir von dem 46. Breitegrade bis zum 70. Breitegrade eine Reihe von Versuchsflächen in Ungarn, Deutschland, Schweden, Norwegen und Finnland organisiert und zusammengestellt. Der Zweck war das Problem regional in ihrem bioklimatischen Zusammenhange zu untersuchen. Auf diesen Versuchsflächen haben wir die Untersuchungen im den Hauptjahreszeiten d. h. im Frühjahr (März—April), in Sommer (Juli—August), im Herbst (Oktober—November) und im Winter (Dezember—Januar) vorgenommen.

Während dieser Forschungen beschränkten wir uns keinesfalls allein auf die Untersuchung der Artenzusammensetzung, vielmehr hatten wir auch alle übrige wichtige Biofaktoren und Stoffumsetz-

zungen des Waldbodens periodisch untersucht und auch ihre wechselseitige korrelative Wirkung beachtet.

Die Arbeiten haben beinahe 2 Jahre, Winter 1930 — Winter 1932 in Anspruch genommen. Sie waren auch organisatorisch und technisch recht schwierig. Fast ständig hatten wir 2000—3000 Gläser (Eprouvetten, Kolben, Burri-Röhre etc.) in Arbeit. Ich denke hier mit dem Ausdruck besonderes Dankgefühl der heimatischen und ausländischen forstlichen Versuchsanstalten und lokalen Behörden, welche durch ihre hilfbereite Unterstützung die Vollendung unserer Arbeit ermöglichten.

Die Beschreibung der Versuchsflächen.

Die Beschreibung der Versuchsflächen enthält die Tabelle 1. und die Übersicht über dieselben die Abbildung 1.

Kurze Beschreibung der Untersuchungsmethoden.

Bei unseren bisherigen Untersuchungen führten wir die Detaillforschungen in kürzeren Zeitintervallen: zweiwöchentlich, oder meistens monatlich aus. Infolge der umständlichen und zeitraubenden Untersuchungsverfahren waren wir jedoch benötigt die Forschungen nur auf die Hauptjahreszeiten, wie es schon in der Einleitung betont wurde, zu beschränken.

Die Entnahme der Bodenproben erfolgte folgenderweise: In den Versuchswäldern haben wir zwecks Probeentnahme kleinere (1000 qm) genau begrenzte Probeflächen aufgenommen. Auf diesen Probeflächen haben wir sodann durch die ganze Zeit die Bodenproben eingesammelt. Um gute Durchschnittsresultate zu erhalten, haben wir gewöhnlich auf jeder der Probeflächen von 10 bis 15 verschiedenen Stellen Bodenproben genommen, dieselben gut durchgemischt und nach entsprechendem Trocknen untersucht. Die Proben wurden immer von einer Tiefe von 5 bis 10 cm entnommen, nachdem die Laub- und Rohhumusdecke sorgfältig entfernt worden war.

Die Bodenproben aus dem fernen Norden wurden teilweise auf der Eisenbahn (Namdalseid, Oslo, Hallands-Väderö), teilweise

kombiniert per Schiff und Bahn (Elvenes, Petsamo, Kivalo, Raivola) transportiert. Wie unsere Voruntersuchungen es zeigten, ist es mit gewissen Verschiebungen in dem biologischen Gleichgewicht wenigstens teilweise zu rechnen. Dies gilt vornehmlich für die Gestaltung der Gesamtbakterienzahl, die namentlich im Winter, wo die Transporte oft 2—3 Tage lang dauern, in den geheizten Posträumen der Schiffe und Bahnen befördert werden. Die übrigen Faktoren erfahren nach unseren Versuchen, von geringen Änderungen abgesehen, keine grundlegende Verschiebung. Das Gesagte gilt auch für Transporte, welche erfahrungsgemäss länger als 4 Tage dauerten (Elvenes, Petsamo, Kivalo).

Bezüglich der Artenzusammensetzung war — wie es schon betont worden ist — strenge Sterilität bewahrt. Neue Einkömlinge wurden daher sicher nicht eingeschleppt. Aber in der relativen Artenzusammensetzung waren bei den längeren Transporten gewisse Verschiebungen nicht ausgeschlossen.

Die untersuchten Biofaktoren waren übrigens die Folgenden:

1. Die quantitative und relative Artenzusammensetzung der Bakterienflora und die Änderungen derselben in den einzelnen Jahreszeiten.

2. Die quantitative jahreszeitliche Verteilung der Bakterienflora nach folgenden Gruppen (Siehe hierzu die Schema auf Seite 541 im ungarischen Text):

A) Gesamtbakterienzahl

a) aerobe Bakterien,

b) anaerobe Bakterien.

B) Physiologische Bakteriengruppen

a) nitrifizierende Bakterien,

b) denitrifizierende Bakterien,

c) den freien Stickstoff der Luft bindende aerobe und anaerobe Bakterien,

d) cellulosezersetzende Bakterien (aerob und anaerob).

3. Die Bodenacidität ph.

4. Der Humusgehalt des Waldbodens.

5. Der Gesamt-Stickstoff-Gehalt.

6. Der Nitrat-Stickstoff-Gehalt.

7. Der Wassergehalt des Bodens.

Ad 1. Die für die Agar- und Gelatineplatten notwendige Bodensuspensionen haben wir wie folgt zurecht gemacht: 10 g steril entnommene Bodenprobe wird in 1000 ccm doppeltdestilliertes Wasser geschüttet und sodann in einem widerstandsfähigen Duranglas hergestellten Kolben in dem Schüttelapparat 10—15 Minuten lang häftig geschüttelt. Dann werden mit vorher bereitgestellten rigoros sterilisierten Sicherheitspipetten zunächst 10 ccm von der obigen Verdünnung in 90 ccm steriles Wasser steril übergossen. So entsteht die Verdünnung 2 ($\frac{1}{1000}$ g Boden). 10 cm³ von der Verdünnung 3 in 90 cm³ Wasser ergibt die Verdünnung 4 ($\frac{1}{10.000}$ g Boden) u. sw.

Von diesen Verdünnungen werden nun je 1 cm³ auf Agar-agar, Gelatine und weiter auf Differenzial-Nährböden für die physiologischen Gruppen und für die systematische Bestimmungen durchgeführt.

Die Berechnung der Bakterienzahl und die Bestimmung der Arten erfolgte folgenderweise:

Bekannterweise impfen wir immer von den Verdünnungen 4, 5 und 6 auf Agar-agar und Gelatine in Petri-Schalen. Die anaeroben Kulturen werden aus den gleichen Verdünnungen auf Agar-agar in Burri-Röhren geimpft. Für die quantitative Berechnung werden die Kolonien abgezählt und aus diesen Zahlen auf Grund der jeweiligen Verdünnung die Bakterienzahl berechnet. Für die Artbestimmungen gingen wir von den Agarplatten aus. Wir impften gewöhnlich aus der Verdünnung 4 je 40 Kolonien und aus der Verdünnung 5 je 10 in gleichmässiger Verteilung entnommene Kolonien in Bouillon und von hier haben wir in die übrigen Differenzial Nährböden: Kartoffel, Milch, Agar, Gelatine überimpft und die Arten nach den üblichen Methoden der systematischen Bakteriologie bestimmt. Als Grundlage diente das System von BERGEY, wobei jedoch auch das vorzügliche Werk von LEHMANN und NEUMANN ebenfalls gewissenhaft berücksichtigt wurde. Dabei haben wir als Nomenklatur ausschliesslich die BERGEY'sche Benennungen angenommen.

Nach der Bestimmung der Arten haben wir den prozentuellen Anteil desselben nach den ermittelten Daten berechnet. Einfachheitshalber haben wir grössere systematische Gruppen gebildet:

a) Coccen.

b) Sporenbildende Bakterien die Familie der Bacillaceae des Systems von BERGEY: Bacillus, Clostridium etc.

c) Bakterienarten ohne Sporenbildung, die Arten der Familie Bacteriaceae.

d) Als besondere Gruppe fassten wir schliesslich den Genus Actinomyces.

Ad 2. B. Die Bestimmung der sogenannten physiologischen Bakteriengruppen erfolgte mit ihren Spezialnährböden auf Grund der Verdünnungen.

Ad 3. Die Bodenacidität wurde elektrometrisch mit der Chinhydronelektrode mit dem Apparat nach FEHÉR bestimmt. Alle Proben wurden sofort nach Ankunft in naturfeuchtem Zustand gemessen. Da die Proben in vollkommen verschlossenen sterilen Gefässen verpackt waren, so konnte sie kaum von ihrem ursprünglichen Wassergehalt abgegeben haben.

Ad 4. Der Humusgehalt des Bodens wurde mit dem Kaliumbichromatverfahren bestimmt.

Ad 5. Der Gesamt-Stickstoff-Gehalt wurde nach der Methode von GUNNING—ATTERBERG und

Ad 6. der Nitrat-Stickstoff-Gehalt nach dem Verfahren von WHITING—RICHMOND—SCHOONOWER untersucht.

Ad 7. Den Wassergehalt des Bodens haben wir mit Trocknen auf 105 C° bestimmt.

Die Ergebnisse der Untersuchungen enthalten die Abbildungen 2, 3, 4, und die zugehörigen Tabellen 2, 3/a, b, c, d, 4, 5, 6 und 7.

Die Zusammenfassung der wichtigsten Untersuchungsergebnisse.

1. Die Gesamt-Bakterienzahl erreicht ihr Maximum immer in den Sommermonaten. Diese von FEHÉR schon früher ermittelte Gesetzmässigkeit behält daher auch in der nördlichen, humiden Klimazonen ihre Gültigkeit. Es muss daher hier die Bodentemperatur eine entscheidende Rolle spielen.

2. Für die Änderungen der Gesamtbakterienzahl müssen wir bemerken, dass die sogenannten physiologischen Bakteriengruppen (nitrifizierende, denitrifizierende, cellulosezersetzende, N-bindende

Bakterien etc.), wenn man ihre relative Menge nimmt, im Sommer im Minimum, im Winter und im Frühjahr im Maximum sind. Ihre Anzahl, wahrscheinlich infolge des grossen Anteils der nitrifizierenden und denitrifizierenden Bakterien ändert sich nicht gleichmässig mit der Gesamt-Bakterienzahl. Das Sommermaximum derselben wird daher wahrscheinlich von den keine enger genomene physiologische Funktion ausübenden, von den sogenannten heterotrophen Zersetzungs Bakterien gebildet.

3. Die nitrifizierenden und denitrifizierenden Bakterien zeigen in den einzelnen Jahreszeiten deutliche beiderseits korrelativ verlaufende Änderungen. Dieselben beeinflussen merklich den Nitratstickstoff-Gehalt des Bodens. Derselbe erreicht ihre maximalen Werte in Mittel-Europa im Frühjahr und in Nord-Europa im Sommer. Dieser Befund bestätigt nun die bereits von FEHÉR ermittelten Gesetzmässigkeiten auch für nordeuropäischen Verhältnisse.

4. Der Gesamt-Stickstoff-Gehalt zeigt ungefähr das ebenfalls bereits von FEHÉR früher ermittelte Verhalten. Er ist in Mittel-Europa gewöhnlich im Frühjahr im Maximum und im Herbst im Minimum, während in Nord-Europa erreicht er seine maximalen Werte gewöhnlich im Spätsommer oder im Herbst. Die Erklärung dieser Erscheinung ist wahrscheinlich darin zu suchen, dass die Bodentemperatur im Norden im Frühjahr noch sehr niedrig ist.

5. Die interessantesten und wichtigsten Ergebnisse dieser Untersuchungen bestehen darin, dass es uns zweifellos gelungen ist nachzuweisen, dass die sogenannten nicht sporenbildenden Bakterien (*Flavobacterium*, *Chromobacterium*, *Achromobacter*, *Celulomonas* etc.) mit den sporenbildenden Bakterien im korrelativen Verhältnis stehen. Die ersteren sind im Hochsommer im Minimum, Frühjahr und im Herbst im Maximum. Die letzteren verhalten sich umgekehrt. Genau so, wie die höheren Pflanzen des Waldbodens ihre Artzusammensetzung auf die Wirkung der Jahreszeiten ändern, so ändert sich auch die im Waldboden lebende niedere Pflanzenflora, vor allem die Bakterienflora ihre Artzusammensetzung in den einzelnen Jahreszeiten. Auf diesem Gebiete öffnen sich der weiteren Forschung noch weite, erfolgreiche Gebiete.

6. Die Bakterienflora der untersuchten Waldböden besteht

aus relativ wenig, cca 150—160 Bakterienarten, die grösstenteils kosmopolitisch sind.

7. Von den Coccen kommen in der relativ grössten Menge die Micrococcen vor. Ihre Anzahl ist aber gewöhnlich immer geringer als die Zahl der übrigen Bakteriengruppen.

8. Besonders auffallend ist die starke Verbreitung der Actinomyceten in den Böden der Robinienwälder. Es ist nicht ausgeschlossen, dass hier eine Art symbiotisches Verhältnis mit *Bacillus radicola* mit dem Wurzelsymbionten der Robinie vorliegt. Die Frage bedarf weiterer Untersuchungen.

9. Zwischen den freien Stickstoff der Luft bindenden Bakterien sind in dem Waldboden grösstenteils die anaeroben Formen (*Clostridium*-Gruppe) vertreten. Die aeroben Formen (*Azotobacter*-Gruppen) sind grösstenteils in den Hintergrund gedrängt. Beide erreichen ihr Maximum gewöhnlich erst in den Herbstmonaten. Ihre Anzahl sinkt nach den nördlichen Breitengraden sukzessive. Das gleiche gilt auch für die nitrifizierenden und cellulosezersetzenden Bakterien.

10. Der Nitratstickstoff-Gehalt des Waldbodens sinkt ebenfalls nach dem Norden ganz deutlich. Diese Erscheinung ist schliesslich die Folge der abnehmenden Bodentemperatur, welche in der Herabsetzung der Anzahl der nitrifizierenden Bakterien und in der Verminderung der Intensität der Nitrifikation ihren Ausdruck findet.

11. Die frühere Annahme, dass die ph-Werte nach dem Norden sukzessive abnehmen und die Waldböden immer saurer werden, ist kaum mehr haltbar. Es gibt auch in Mittel-Europa viele Waldböden, die viel tiefere ph-Werte zeigen, wie in Nord-Europa. Die obige Regel ist nur dann haltbar, wenn man Jahresdurchschnittswerte zugrunde legt, da die Dilatationen nach der basischen Seite im Norden auf die Wirkung des humiden Klimas immer geringer werden, dagegen im Süden unter ariden Klima derart grosse Werte annehmen, dass die tieferen Werte im Vergleich bald paralytisch werden. Im übrigen haben auch diese Untersuchungen die von dem Autor bereits erforschte jahreszeitliche Schwankungen der ph-Werte auch für die nordeuropäischen Waldböden deutlich nachgewiesen,

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademia der Wissenschaften vom 16. Feber 1932.)

1. táblázat. — Tabelle 1.

A kísérleti területek leírása. — Kurze Beschreibung der Versuchsflächen.

A kísérleti terület száma Nr. der Versuchsfäche	A kísérleti terület megjelölése Kurze Ortsbeschreibung der Versuchsfächen	Geológiai altalaj Geol. Untergrund	Fafaj — Elegearány Záródás Baumart — Mischungsverhältnis Bestandesschluss	Kor Tengerszintfeletti magasság Alter Höhe ü. Msp. m	Kitettség Exposition
<i>1. Középeurópai kísérleti területek. — Die Versuchsfächen von Mittel-Europa.</i>					
1	Lenti 46°30'	—	Fagus silvatica	Középkorú Mittelalterig	—
2	Lenti 46°30'	—	Pinus silvestris	Középkorú Mittelalterig	—
5	Szeged 46°15'	Homoktalaj Sandboden	Robinia pseudacacia 1·0 0·9	19	—
6	Szeged 46°15'	»	Pinus nigra 1·0 0·9	45	—
7	Kecskemét 46°55'	»	Robinia pseudacacia 1·0 szórványosan : Populus tremula 0·8 zerstreut :	14	—
8	Kecskemét 46°55'	»	Robinia pseudacacia 1·0 szórványosan : Populus tremula 0·9 zerstreut :	25	—
11	Sopron 47°47'	Brennbergi rétegek Schichten von Brennberg	Carp. bet. 0·9, Bet. verr. Querc. sess., Pin. silv. 0·1 0·7	300	DNy SW
14	Sopron 47°47'	.	Picea e. 0·8, Larix. decid. Pin. silv. Carp. betulus 0·2 1·0	303	DNy SW

III

36

1. Táblázat. (Folytatás.) — Tabelle 1. (Fortsetzung.)

A kísérleti terület száma Nr. der Versuchsfäche	A kísérleti terület megjelölése Kurze Ortsbeschreibung der Versuchsfächen	Geológiai altalaj Geol. Untergrund	Fafaj — Elegyarány Záródás Baumart — Mischungsverhältnis Bestandesschluss	Kor Tengerszintfeletti magasság Alter Höhe ü. Msp. m	Kitettség Exposition
15	Sopron 47°47'	Brennbergi rétegek Schichten von Brennberg	Picea e. 0·5, Carp. bet. 0·3, Pin. nigra 0·1, Larix e. 0·1 1·0	30 339	Ny W
19	Sopron 47°47'	Homok, kavics és konglomerat Sand, Schotter und Konglomerat	Robinia pseudacacia 1·0 0·5	25 200	DNy SW
20	Sopron 47°47'	Muskovitgneis	Robinia pseudacacia 0·9	30 250	ÉK NO
21	Sopron 47°47'	Éles kavics Windkanter	Tarvágás Kahlschlag	— 310	DNy SW
<i>2. Északewópai kísérleti területek. — Versuchsfächen in Nord-Europa.</i>					
31	Eberswalde 52°40'	Friss, diluviális homok Frischer Diluvialsand	Fagus silvaticus 0·8	119 —	—
32	Eberswalde 52°40'	"	Pinus silvestris elszórta : Fagus silv. vereinzelt : Betula alba	75 —	—
33	Hallands-Väderö 57°	Gneis	Fagus silv. 0·9	100 —	—
34	Hallands-Väderö 57°	"	Pinus silvestris 0·7—0·8	70—80 —	—

35	Hallands-Väderö 57°	Gneis	Aln. glut. 0·9, Sorbus auc. 0·08, Querc. ped. 0·02 0·7—0·8	60—80 —	—
36	Oslo 59°43'	—	Picea excelsa	60 —	—
37	Raivola 60°17'	Moránás agyagtalaj Moränen-Lehmboden	Pinus silv., Picea exc. szórványosan: Betula odorata vereinzelt: 0·9	110 —	DNy SW
38	Raivola 60°17'	,	Picea exc. Betula odorata 0·7	110 —	—
39	Namdalseid 63°40'	Tipikus podsolprofil Typ. Podsolprofil	Picea excelsa	102 120	—
40	Kivalo 66°50'	Moránatalaj Moränenboden	Picea exc. 0·9, Bet. od. 0·1 0·7	200 280	É N
41	Kivalo 66°50'	,	Picea exc. Betula odorata 0·7	200 270	ÉNy NW
42	Kivalo 66°50'	Homokos moránatalaj Sandiger Moränenboden	Pinus silvestris 1·0 0·8	80 220	—
43	Kivalo 66°50'	Alluviális homok száraz Alluvialer Sandheide trocken	Pinus silvestris 0·8	— 200	—
44	Petsamo 69°20'	Alluviális homok Alluvialer Sandheide	Bet. od. 0·9, Pin. silv. 0·1 0·3	— 75	—
45	Petsamo 69°20'	Agyagos-homokos moránatalaj Lehmiger-Sandiger Moränenboden	Betula od. 1·0 0·6	— 75	—
46	Petsamo 69°20'	Glaciális agyagtalaj Glacialer Lehmboden	Betula od. 1·0 0·6	100 70	—
47	Elvenes 69°30'	Moránás gneisztalaj Moränen-Gneisarten	Betula od. 0·6—0·8	75 30—44	DNy SW

2. Táblázat. — Tabelle 2.

*A baktériumfajok eloszlása az egyes kísérleti területeken.**
*Die Verteilung der Bakterienarten auf den einzelnen Versuchsflächen.**

Sorszám — Nr.	Baktériumfaj Bakterienart	Elterjedési szám Verbreitungszahl	Víz- tartalom		p _H		Elterjedés szélességi fokban Verbreitung in Breiten- grade	Fenyőerdőben Nadelwälder	Lomberdőben Laubwälder	A kísérleti terület száma, amelyen a baktérium előfordult Nr. d. Versuchs- fläche	Időpont Zeitpunkt	
			Wasser- gehalt %	Max.	Min.	Max.						Min.
1	Micrococcus albus	6·5	64·3	64·3	4·20	4·20	57°		+	33	1	
2	" candidans	240·0	31·2	1·8	4·01	7·94	46°30'—69°30'		+	1, 2, 5, 6, 11, 15, 20, 21, 31, 32, 33, 34	1, 2, 3, 4, 5	
3	" candidus	286·0	37·8	1·8	4·73	7·96	46°15'—57°		+	5, 7, 15, 20, 21, 33	1, 2, 3	
4	" luteus	127·0	64·3	1·8	4·20	7·98	46°15'—66°50'			5, 7, 33	1, 2	
5	" percitreus	14·8	13·9	13·9	6·10	6·10	52°40'		+	1	2	
6	" perflavus	14·8	13·9	13·9	6·10	6·10	46°30'		+	1	2	
7	" sensibilis	30·6	9·9	9·9	5·36	5·36	52°40'		+	31	3	
8	" subflavescens	20·6	15·7	15·7	4·61	4·61	52°40'		+	31	4	
9	" subflavus	17·1	5·7	5·7	6·02	6·07	46°15'		+	6	5	
10	" sulfureus	123·0	64·3	6·1	4·20	5·84	46°15'—57°		+	5, 6, 33	1	
11	" ureae	179·0	16·4	9·9	4·61	6·23	46°30'—52°40'		+	1, 15, 19, 20, 31	2, 3, 5	
12	Sarcina flava	15·3	9·9	9·9	5·36	5·36	52°40'		+	31	3	
13	" subflava	15·3	9·9	9·9	5·36	5·36	52°40'		+	31	3	
14	Vibrio liquefaciens	15·3	69·2	69·2	4·76	4·76	57°		+	35	5	
15	Serratia rubrica	14·8	16·9	16·9	4·64	4·64	52°40'		+	32	4	
16	Flavobacterium " antenniformis	14·8	26·8	22·7	5·09	5·40	47°47'			21	4, 5	

17	Flavobacterium										
	« aurantianum	23·6	2·7	3·7	5·56	5·56	46°15'	+		6	3
18	« aurescens	198·0	37·2	5·7	5·40	6·23	46°30'—66°50'	+	+	1, 2, 6, 8, 21, 35	1, 2, 3, 5
19	« denitrificans	87·3	16·4	5·7	4·94	6·96	46°30'—47°47'	+	+	2, 5, 7, 19	2, 4, 5
20	« diffusum	4·07	6·4	6·4	5·62	5·62	46°15'	+		6	1
21	« fulvum	17·1	5·7	5·7	6·02	6·02	46°15'—69°30'	+		6	5
22	« fuscum	23·6	2·7	2·7	5·56	5·56	46°15'	+		6	3
23	« lacunatum	40·1	14·3	11·6	3·96	4·84	45°55'—69°30'	+		14, 34	4
24	« lutescens	65·0	37·2	3·5	5·90	6·46	46°30'—57°	+	+	2, 7, 35	3
25	« ovalis	14·8	14·2	14·2	5·97	5·97	46°30'	+		2	2
26	« plicatum	37·2	26·8	26·8	5·40	5·40	47°47'			21	5
27	« rigensis	27·2	26·8	15·5	5·40	6·99	46°15'—47°47'		+	20, 21	3, 5
28	« sulfureum	47·3	2·7	2·7	5·56	5·56	46°15'	+		6	3
29	« tremelloides	4·07	6·4	6·4	5·62	5·62	46°15'—69°30'	+		6	1
30	Chromobacterium janthinum	19·5	23·9	23·9	5·96	5·96	46°30'		+	1	5
31	Pseudomonas ceurifugans	185·0	69·2	5·7	4·01	6·96	46°15'—57°	+	+	5, 6, 14, 19, 31, 33, 35	4, 5
32	« denitrificans	296·0	63·1	14·6	4·49	6·46	47°47'—57°	+	+	1, 2, 19, 21, 31, 33	3, 4, 5
33	« fluorescens	207·0	23·6	5·7	3·96	5·96	46°15'—69°20'	+	+	6, 7, 14, 15, 19, 20, 31, 32, 34	1, 4, 5
34	« incognita	74·0	71·8	5·7	3·99	6·02	46°15'—57°	+	+	6, 20, 35	4, 5
35	« liquefaciens	15·9	11·6	11·6	4·84	4·84	47°47'	+		14	4
36	« ovalis	15·35	69·2	69·2	4·76	4·76	57°		+	35	4
37	« schuykilliensis	25·4	19·2	19·2	5·86	5·86	46°30'	+		2	5
38	« striata	296·0	69·2	11·6	4·49	5·21	46°30'—69°30'	+	+	2, 14, 20, 31, 33, 35	4

* A szélességi fokok szerinti elterjedésnél a 43. 44. és 47. sz. kísérleti területek adatait, melyek egyébként a 7. sz. táblázatban külön vannak egyesítve, tekintetbe vettük.

* Es wurden bei der Angabe der Breitengraden die Daten der Versuchsflächen 43, 44 und 47, welche in der Tabelle 7. zusammengefasst sind, ergänzend berücksichtigt.

2. Táblázat. (Folytatás.) — Tabelle 2. (Fortsetzung.)

Sorszám — Nr.	Baktériumfaj Bakterienart	Elterjedési szám Verbreitungszahl	Viz- tartalom		p		Elterjedés szélességi fokban Verbreitung in Breiten- grade	Fenyőerdőben Nadelwälder	Lomberdőben Laubwälder	A kísérleti terület száma, amelyen a baktérium előfordult Nr. d. Versuchs- fläche	Időpont Zeitpunkt	
			Wasser- gehalt %	Max.	Min.	Max.						Min.
39	<i>Pseudomonas rugosa</i> —	597·0	69·2	5·07	3·96	6·96	46°30'—57°	+	+	1, 2, 5, 6, 11, 20 31, 32, 33, 34, 35	4, 5	
40	<i>Cellulomonas albida</i> —	99·1	37·2	14·3	3·96	7·22	47°47'—69°30'	+	+	11, 21, 34, 35	3, 5	
41	“ <i>arguata</i> —	111·8	34·1	5·7	3·96	6·99	46°15'—57°	+	+	5, 6, 19, 20, 34	3, 4, 5	
42	“ <i>aurogenes</i> —	13·6	6·4	6·4	5·62	5·62	46°15'	+		6	1	
43	“ <i>biazotea</i> —	469·0	66·7	3·5	4·01	6·99	46°15'—57°	+	+	5, 6, 7, 11, 14, 15, 19, 20, 21, 31, 32, 33, 34, 35	1, 2, 3, 4, 5	
44	“ <i>bibula</i> —	34·2	5·7	5·7	6·02	6·02	46°15'—69°30'	+		6	5	
45	“ <i>cellasea</i> —	56·4	23·9	5·9	5·05	6·96	46°30'—69°30'		+	1, 5, 11	5	
46	“ <i>ferruginea</i> —	58·0	37·2	15·5	5·96	6·99	46°30'—69°20'		+	1, 20, 35	3, 5	
47	“ <i>gelida</i> —	15·9	13·7	13·7	7·22	7·22	47°47'—69°20'			21	3	
48	“ <i>gilva</i> —	42·5	16·2	5·9	5·92	6·96	46°15'—69°20'		+	5, 19	5	
49	“ <i>idonea</i> —	23·0	37·2	37·2	5·98	5·98	57°		+	35	3	
50	“ <i>iugis</i> —	23·0	37·2	37·2	5·98	5·98	57°		+	35	3	
51	“ <i>minuscula</i> —	276·0	64·3	3·5	4·01	7·22	46°55'—69°20'	+	+	7, 11, 21, 31, 32, 33, 35	1, 3, 5	
52	“ <i>mira</i> —	360·1	37·2	9·1	4·01	6·99	46°30'—69°30'	+	+	1, 2, 7, 14, 15, 19, 20, 31, 35	3, 4, 5	

AZ ERDŐTÁLAJ BAKTÉRIUMAINAK REGIONÁLIS ELTERJEDÉSE. 567

53	<i>Cellulomonas nigra</i>	17-2	6-1	5-7	4-97	6-02	46°15'	+	6	4, 5	1	3, 4	3	3, 4, 5	+	6, 7, 11, 14, 19, 21, 31, 32, 33, 35	5, 7, 21, 31	2, 14, 34	6	4, 5
54	<i>peritida</i>	13-6	6-4	5-62	5-62	46°15'	+	+	6	3, 4	1	3, 4	3	3, 4, 5	+	21	21	2, 14, 34	6	4, 5
55	<i>rossica</i>	722-0	19-8	11-2	4-84	6-46	47°47'—57°	+	6	3, 4	1	3, 4	3	3, 4, 5	+	21	21	2, 14, 34	6	4, 5
56	<i>subcreta</i>	15-9	13-7	7-22	7-22	47°47'—69°30'	+	+	2	3	3	3	3	3, 4, 5	+	6, 7, 11, 14, 19, 21, 31, 32, 33, 35	5, 7, 21, 31	2, 14, 34	6	4, 5
57	<i>Achromobacter ambiguum</i>	242-0	63-1	5-7	4-01	7-22	46°15'—66°50'	+	+	3, 4, 5	2, 4	3	3	3, 4, 5	+	6, 7, 11, 14, 19, 21, 31, 32, 33, 35	5, 7, 21, 31	2, 14, 34	3, 4, 5	4
58	<i>agile</i>	236-0	15-7	5-7	4-61	4-97	46°15'—66°50'	+	+	2, 4	15	1	3	3, 4, 5	+	21, 31, 32, 33, 35	5, 7, 21, 31	2, 14, 34	3, 4, 5	4
59	<i>album</i>	8-85	21-4	6-67	6-67	47°47'—52°40'	+	+	15	1	15	1	3	3, 4, 5	+	21, 31, 32, 33, 35	5, 7, 21, 31	2, 14, 34	3, 4, 5	4
60	<i>condonatum</i>	15-3	15-5	6-99	6-99	47°47'	+	+	20	3	3	3	3	3, 4, 5	+	21, 31, 32, 33, 35	5, 7, 21, 31	2, 14, 34	3, 4, 5	4
61	<i>condonatum</i>	25-4	19-2	5-86	5-86	46°30'	+	+	2	3	3	3	3	3, 4, 5	+	21, 31, 32, 33, 35	5, 7, 21, 31	2, 14, 34	3, 4, 5	4
62	<i>centropunctatum</i>	23-0	37-2	5-98	5-98	57°—66°50'	+	+	35	3	3	3	3	3, 4, 5	+	21, 31, 32, 33, 35	5, 7, 21, 31	2, 14, 34	3, 4, 5	4
63	<i>delicatulum</i>	571-0	71-8	3-96	7-22	46°30'—57°	+	+	15, 20, 21, 33, 34, 35	2, 3, 4, 5	2, 3, 4, 5	2, 3	3, 4, 5	+	15, 20, 21, 31, 32, 33, 35	5, 7, 21, 31	2, 14, 34	2, 3, 4, 5	4	
64	<i>dentriticans</i>	29-5	23-9	5-05	5-96	46°30'—47°47'	+	+	34, 35	2, 3	2, 3	2, 3	3, 4, 5	+	34, 35	5, 7, 21, 31	2, 14, 34	2, 3, 4, 5	4	
65	<i>fairmontiensis</i>	23-0	37-2	5-98	5-98	57°	+	+	1, 11	2, 3	2, 3	2, 3	3, 4, 5	+	1, 11	5, 7, 21, 31	2, 14, 34	2, 3, 4, 5	4	
66	<i>fermentationis</i>	100-0	37-2	5-7	4-94	46°30'—66°50'	+	+	1, 5, 7, 11, 35	3, 4, 5	3, 4, 5	3, 4, 5	3, 4, 5	+	1, 5, 7, 11, 35	5, 7, 21, 31	2, 14, 34	3, 4, 5	4	
67	<i>formosum</i>	106-0	64-3	5-7	4-20	46°30'—57°	+	+	21, 33	1, 4, 5	1, 4, 5	1, 4, 5	3, 4, 5	+	1, 6, 11, 15,	5, 7, 21, 31	2, 14, 34	1, 4, 5	4	
68	<i>fradii</i>	20-6	14-6	6-46	6-46	46°30'	+	+	2	3	3	3	3	3, 4, 5	+	2	5, 7, 21, 31	2, 14, 34	3, 4, 5	4
69	<i>geminum</i>	27-9	37-8	7-2	4-01	46°30'—57°	+	+	1, 2, 7, 8, 15, 19,	1, 3, 5	1, 3, 5	1, 3, 5	1, 3, 5	+	1, 2, 7, 8, 15, 19,	5, 7, 21, 31	2, 14, 34	1, 3, 5	4	
70	<i>geniculatum</i>	194-0	37-2	4-24	6-23	46°30'—57°	+	+	20, 31, 32, 33, 35	2, 3	2, 3	2, 3	3, 4, 5	+	20, 31, 32, 33, 35	5, 7, 21, 31	2, 14, 34	2, 3	4	
71	<i>gutatum</i>	22-4	37-8	5-66	5-66	57°	+	+	1, 6, 7, 32, 34, 35	2, 3	2, 3	2, 3	3, 4, 5	+	1, 6, 7, 32, 34, 35	5, 7, 21, 31	2, 14, 34	2, 3	4	
72	<i>hartlebii</i>	379-0	71-8	3-99	6-76	46°30'—66°50'	+	+	1, 2, 5, 6, 7, 15,	1, 2, 3	1, 2, 3	1, 2, 3	3, 4, 5	+	1, 2, 5, 6, 7, 15,	5, 7, 21, 31	2, 14, 34	1, 2, 3	4	
73	<i>hialinum</i>	130-6	22-8	5-05	6-02	46°15'—69°30'	+	+	6, 11, 14, 15,	3, 4, 5	3, 4, 5	3, 4, 5	3, 4, 5	+	6, 11, 14, 15,	5, 7, 21, 31	2, 14, 34	3, 4, 5	4	
74	<i>liquefaciens</i>	89-5	26-8	4-02	5-40	46°15'—57°	+	+	5, 7, 21, 34	3, 4, 5	3, 4, 5	3, 4, 5	3, 4, 5	+	5, 7, 21, 34	5, 7, 21, 31	2, 14, 34	3, 4, 5	4	

2. Táblázat. (Folytatás.) — Tabelle 2. (Fortsetzung.)

Sorszám — Nr.	Baktériumfaj Bakterienart	Elterjedési szám Verbreitungszahl	Víz- tartalom		P _{II}		Elterjedés szélességi fokban Verbreitung in Breiten- grade	Fenyőerdőben Nadelwälder	Lomberdőben Lanwälder	A kísérleti terület száma, amelyen a baktérium is előfordul Nr. d. Versuchs- fläche	Időpont Zeitpunkt
			Wasser- gehalt %		Max.	Min.					
			Max.	Min.							
75	<i>Achromobacter liquidum</i> ...	17·1	6·1	6·1	4·97	4·97	46°15'	+		6	4
76	« <i>multistriatum</i> ...	161·7	66·7	10·6	3·96	6·37	47°47'—57°	+	+	11, 15, 19, 33, 34	3, 4, 5
77	« <i>nitrificans</i> ...	353·0	37·8	1·8	4·01	6·46	46°30'—57°	+	+	1, 2, 5, 6, 15, 19, 20, 21, 31, 32, 33, 35	1, 2, 3, 4, 5
78	« <i>pinnatum</i> ...	116·5	22·8	20·6	4·49	6·57	46°30'—69°30'	+	+	1, 2, 11, 15, 20, 32	2, 3, 4, 5
79	« <i>punctatum</i> ...	24·8	23·3	23·3	4·90	4·90	47°47'—69°30'		+	11	4
80	« <i>ravaneli</i> ...	62·5	16·2	11·2	4·39	5·92	47°47'—52°40'	+	+	19, 32	5
81	« <i>reticularum</i> ...	54·5	71·8	5·9	3·99	6·96	46°15'—57°	+	+	5, 15, 35	5
82	« <i>sinosum</i> ...	48·4	66·7	5·7	4·02	6·02	46°15'—57°	+	+	6, 33	5
83	« <i>staerophilum</i> ...	15·9	2·7	2·7	7·98	7·98	46°15'		+	5	2
84	« <i>stoloniferum</i> ...	22·4	11·2	11·2	4·39	4·39	52°40'	+		32	5
85	« <i>ubiquitum</i> ...	34·2	6·1	6·1	4·97	4·97	46°15'	+		6	4
86	« <i>venosum</i> ...	40·1	11·2	10·8	4·01	4·39	52°40'	+	+	31, 32	5
87	<i>Bacillus adhaerens</i> ...	17·7	19·0	19·0	5·78	5·78	47°47'	+		14	5
88	« <i>albolactis</i> ...	923·0	69·2	1·8	3·96	6·99	46°30'—69°30'	+	+	1, 5, 6, 7, 8, 11, 14, 15, 19, 20, 21, 31, 32, 33, 34, 35	1, 2, 3, 4, 5

89	<i>Bacillus aterrimus</i>	7·31	19·2	13·9	5·40	6·10	46°30'—47°47'	+	+	1, 2, 11, 19	2, 4, 5
90	« <i>calidus</i>	65·0	34·1	1·8	4·99	6·02	46°15'—57°	+	+	1, 5, 11, 35	2, 3
91	« <i>centrosporus</i>	27·8	15·5	15·5	6·99	6·99	47°47'	+	+	20	3
92	« <i>cereus</i>	1092·0	71·8	1·8	3·99	7·96	46°30'—57°	+	+	1, 2, 5, 6, 7, 8, 11, 15, 19, 20, 21, 31, 32, 33, 34, 35	1, 2, 3, 4, 5
93	« <i>circulans</i>	470·0	66·7	5·7	4·01	7·94	46°30'—57°	+	+	1, 2, 5, 6, 11, 15, 19, 20, 21, 31, 32, 33, 34, 35	1, 2, 3, 4, 5
94	« <i>cohaerens</i>	17·2	16·2	16·2	5·92	5·92	47°47'	+	+	19	5
95	« <i>cylindricus</i>	537·0	31·2	1·8	4·24	6·46	46°30'—69°30'	+	+	1, 2, 5, 6, 11, 15, 20, 32, 33, 34	2, 3, 4, 5
96	« <i>cytaseus</i>	366·0	66·7	8·0	3·98	6·46	46°30'—57°	+	+	1, 2, 14, 15, 21, 32, 33, 34, 35	1, 2, 3, 4, 5
97	« <i>danicus</i>	114·8	66·7	6·1	4·02	6·76	46°15'—57°	+	+	6, 7, 11, 15, 33	4, 5
98	« <i>ellenbachiensis</i>	429·0	69·2	1·8	4·20	7·22	46°30'—57°	+	+	2, 5, 6, 11, 14, 15, 19, 20, 21, 32, 33, 34, 35	1, 2, 3, 4, 5
99	« <i>fluorescens</i>	102·8	66·7	11·6	4·02	5·92	47°47'—57°	+	+	11, 14, 19, 32, 33	4, 5
100	« <i>freudenreichii</i>	827·0	64·3	1·8	3·98	7·96	46°30'—57°	+	+	1, 2, 5, 6, 7, 11, 14, 15, 19, 20, 21, 31, 32, 33, 34, 35	1, 2, 3, 4, 5
101	« <i>fusiformis</i>	56·4	66·7	17·3	4·02	6·02	52°40'—57°	+	+	11, 32, 33	2, 5
102	« <i>geniculatum</i>	13·6	15·2	15·2	5·40	5·40	47°47'	+	+	19	4
103	« <i>globigii</i>	287·0	69·2	11·6	4·64	6·02	46°30'—57°	+	+	1, 6, 11, 14, 15, 21, 32, 35	4, 5
104	« <i>imminutus</i>	41·3	66·7	9·3	4·02	6·46	47°47'—57°	+	+	2, 19, 33	2, 3, 5
105	« <i>lacticolus</i>	13·6	15·2	15·2	5·40	5·40	47°47'	+	+	19	4
106	« <i>lactimorbus</i>	283·0	66·7	8·0	4·02	5·76	52°40'—57°	+	+	32, 33	3, 5
107	« <i>laterosporus</i>	10·1	22·8	22·8	5·52	5·52	47°47'	+	+	15	5
108	« <i>luteus</i>	81·0	66·7	11·6	4·02	5·15	47°47'—57°	+	+	14, 20, 33	1, 4, 5

2. Táblázat. (Folytatás.) Tabelle 2. (Fortsetzung.)

Sorszám — Nr.	Baktériumtáj Bakterienart	Elterjedési szám Verbreitungszahl	Víz- tartalom		p _H		Elterjedés szélességi fokban Verbreitung in Breiten- grade	Fenyőerdőben Nadelwälder	Lomb-erdőben Laubwälder	A kísérleti terület száma, amelyen a baktérium is előfordul Nr. d. Versuchs- fläche	Időpont Zeitpunkt		
			Wasser- gehalt %		Max.	Min.						Max.	Min.
			Max.	Min.	Max.	Min.							
109	Bacillus megaterium	81·9	69·2	1·8	4·49	7·96	46°30'—57°	+	+	1, 2, 5, 6, 7, 11, 14, 15, 19, 20, 21, 31, 32, 33, 34, 35	1, 2, 3, 4, 5		
110	« mesentericus	47·2	34·1	11·2	4·99	6·1	57°	+	+	34, 35	2, 3		
111	« mycoides	578·0	64·3	2·7	4·20	6·57	46°30'—69°30'	+	+	1, 2, 5, 6, 7, 11, 14, 20, 21, 32, 33, 34	1, 2, 3, 4, 5		
112	« niger	227·5	66·7	2·7	4·02	6·76	46°15'—57°		+	5, 7, 8, 20, 33	1, 2, 5		
113	« parvus	122·0	34·1	3·4	4·97	7·94	46°30'—69°20'	+	+	1, 2, 5, 6, 35	1, 2, 4		
114	« petasites	72·1	22·8	9·3	4·02	5·52	47°47'—57°	+	+	15, 19, 34	1, 2, 5		
115	« pumulus	60·2	21·4	1·8	5·98	6·67	46°15'—47°47'	+	+	5, 15	1, 3		
116	« prausnitzii	248·0	69·2	2·7	4·64	6·96	46°15'—57°	+	+	5, 6, 7, 11, 15, 19, 20, 21, 32, 35	1, 2, 3, 4, 5		
117	« pseudoanthracis	238·0	69·2	6·1	4·02	6·02	46°30'—57°	+	+	1, 5, 11, 14, 15, 32, 33, 34, 35	1, 2, 4, 5		
118	« pseudoteticus	382·0	34·1	3·4	4·24	7·94	46°39'—69°30'	+	+	2, 5, 6, 7, 8, 11, 15, 21, 32, 34, 35	1, 2, 3, 4, 5		
119	« pyogenes	35·4	37·8	6·4	5·56	5·62	46°15'—57°	+	+	6, 33	1, 3		

120	<i>Bacillus robur</i> _ _ _ _	618·0	64·3	5·7	4·20	7·96	46°30'—69°30'	+	+	1, 2, 5, 6, 7, 11, 14, 15, 19, 20, 21, 32, 33, 34	1, 2, 3, 4, 5
121	« <i>robustus</i> _ _ _ _	627·0	37·2	1·8	4·76	7·94	46°30'—57°	+	+	2, 5, 6, 7, 11, 15, 19, 20, 21, 31, 33, 34, 35	2, 3, 4, 5
122	« <i>ruminatus</i> _ _ _ _	810·0	69·2	2·7	4·01	7·22	46°30'—69°30'	+	+	1, 2, 5, 6, 7, 11, 14, 15, 19, 20, 21, 31, 32, 33, 34, 35	2, 3, 4, 5
123	« <i>silvaticus</i> _ _ _ _	893·0	69·2	3·4	4·01	7·94	46°30'—69°20'	+	+	1, 2, 5, 6, 7, 11, 14, 15, 19, 21, 31, 32, 33, 34, 35	2, 3, 4, 5
124	« <i>simplex</i> _ _ _ _	79·5	71·8	17·3	3·99	5·40	47°47'—57°	+	+	21, 32, 35	2, 5
125	« <i>sphaericus</i> _ _ _ _	602·0	69·2	5·7	4·01	6·99	46°30'—57°	+	+	1, 2, 5, 7, 11, 15, 19, 20, 21, 31, 32, 33, 34, 35	2, 3, 4, 5
126	« <i>subtilis</i> _ _ _ _	402·0	23·9	1·8	4·61	6·76	46°30'—69°30'	+	+	1, 2, 5, 7, 11, 14, 15, 19, 20, 21, 31, 32	1, 2, 3, 4, 5
127	« <i>syncyanus</i> _ _ _ _	15·3	69·2	69·2	4·76	4·76	57°		+	35	4
128	« <i>terres</i> _ _ _ _	73·0	23·6	8·0	4·89	6·67	47°47'—52°40'	+	+	11, 15, 19, 32	1, 3, 4, 5
129	» <i>terminalis</i> _ _ _ _	64·6	64·3	7·2	4·20	5·69	46°55'—57°	+	+	8, 15, 33	1, 5
130	« <i>venosus</i> _ _ _ _	35·2	64·3	21·4	4·20	6·67	47°47'—57°	+	+	15, 21, 33	1
131	« <i>vulgatus</i> _ _ _ _	620·0	71·8	3·4	3·99	7·96	46°30'—57°	+	+	1, 2, 5, 6, 7, 8, 11, 14, 15, 19, 20, 21, 31, 32, 33, 34, 35	1, 2, 3, 4, 5
	<i>Clostridium</i>										
132	« <i>aerofaetidium</i> _ _	138·0	66·7	5·9	4·02	6·99	46°15'—57°		+	5, 19, 20, 21, 33	3, 4, 5
133	« <i>centrosporogenes</i>	194·0	69·2	8·0	4·24	5·96	46°30'—69°20'	+	+	1, 2, 15, 21, 32, 35	2, 3, 4, 5

2. Táblázat. (Folytatás.) — Tabelle 2. (Fortsetzung.)

Sorszám — Nr.	Baktériumfaj Bakterienart	Elterjedési szám Verbreitungszahl	Víz-tartalom		P _H		Elterjedés szélességi fokban Verbreitung in Breiten-grade	Fenyőerdőben Nadelwälder	Lomberdőben Laubwälder	A kísérleti terület száma, amelyen a baktérium is előfordul Nr. d. Versuchsfläche	Időpont Zeitpunkt
			Wassergehalt %								
			Max.	Min.	Max.	Min.					
134	<i>Clostridium cochlearum</i> — —	625·0	69·2	2·7	4·01	7·94	46°30'—57°	+	+	2, 5, 6, 7, 11, 14, 15, 19, 20, 21, 31, 32, 33, 34, 35	2, 3, 4, 5
135	« <i>multifermentans</i> —	244·0	63·1	1·8	4·53	7·22	46°30'—57°	+	+	1, 2, 5, 15, 20, 21, 31, 32, 33	2, 3, 4, 5
136	« <i>regularis</i> — — —	44·7	71·8	16·7	3·90	4·71	57°	+	+	34, 35	4, 5
137	« <i>spermoides</i> — — —	390·0	71·8	3·4	3·96	7·94	46°30'—57°	+	+	1, 6, 15, 19, 21, 32, 34, 35	2, 4, 5
138	« <i>sphenoides</i> — —	430·0	69·2	5·9	3·96	6·96	46°15'—69°20'	+	+	5, 7, 11, 14, 15, 19, 20, 21, 31, 33, 34, 35	4, 5
139	« <i>sporogenes</i> — — —	99·2	71·8	14·5	3·99	6·46	47°47'—69°30'	+	+	15, 19, 33, 35	2, 4, 5
140	« <i>tetanomorphum</i>	115·2	63·1	5·7	4·49	7·22	46°30'—57°	+	+	1, 6, 8, 15, 21, 33	1, 3, 4, 5
141	<i>Actinomyces alboflavus</i> —	144·0	66·7	2·7	4·02	7·96	46°30'—57'	+	+	2, 6, 7, 19, 33	1, 2, 3, 4, 5
142	« <i>albus</i> — — — —	377·0	64·3	1·8	4·20	6·67	46°15'—57°	+	+	5, 6, 7, 8, 15, 19, 20, 21, 33, 34	1, 2, 3
143	« <i>albosporeus</i> — —	91·2	23·4	2·7	4·49	6·99	46°30'—52°40'	+	+	2, 6, 14, 15, 20	3, 4, 5

144	<i>Actinomyces cellulosa</i>	153·0	19·8	19·8	4·49	4·49	46°30'	+		2	4
145	« <i>citreus</i>	22·4	3·5	3·5	5·90	5·90	46°55'		+	7	3
146	« <i>diastatochromogen.</i>	17·3	6·1	6·1	4·97	4·97	46°15'	+		6	4
147	« <i>exfoliatus</i>	22·4	3·5	3·5	5·90	5·90	46°55'		+	7	3
148	« <i>melanosporeus</i>	20·6	9·1	9·1	6·76	6·76	46°55'		+	7	5
149	« <i>olivochromogenus</i>	153·0	16·7	3·5	5·63	6·99	46°30'—47°47'		+	1, 5, 7, 19, 20	1, 2, 3, 5
150	« <i>pheochromogenus</i>	336·0	64·3	1·8	4·53	7·96	46°30'—57°		+	1, 5, 6, 7, 8, 15, 19, 20, 21, 33	1, 2, 3, 4, 5
151	« <i>verne</i>	14·2	8·0	8·0	5·76	5·76	52°40'	+		32	3
152	<i>Mixococcus coralloides</i>	13·6	6·4	6·4	5·62	5·62	46°15'	+		6	1

Időpont — Zeitpunkt

- 1 = 1930 I—II.
- 2 = 1930 V—VI.
- 3 = 1930 VIII—IX.
- 4 = 1930 XI—XII.
- 5 = 1931 I—III.

3. a) Táblázat.

Az időszaki vizsgálatok részletes eredményei.
Die Ergebnisse der zeitlichen Untersuchungen.

A kísérleti terület jele Nr. d. Versuchsflächen	A vizsgálat ideje Zeitpunkt der Untersuchungen	P _n	Humusztartalom Humusgehalt %	Vízartalom Wassergehalt %	Összes nitrogén- tartalom Gesamt Nitr. Gehalt g/g	Nitrát-nitrogén- tartalom Nitrat-Nitr.-Gehalt g/g	Baktériumok ¹ Bakterien			
							Aerob	%	Anaerob	%
1	2	6.10	1.65	13.9	0.0004396	0.00003255	12.000,000	94.0	200,000	6.0
	3	6.23	2.64	16.4	4200	2142	6.600,000	85.5	500,000	14.5
	4	4.53	3.12	22.1	2436	3780	3.150,000	88.5	300,000	11.5
	5	5.96	1.96	23.9	4704	5502	3.500,000	83.3	700,000	16.7
	2	5.97	1.78	14.2	0.0003528	0.00003423	15.000,000	99.0	100,000	1.0
2	3	6.46	2.76	14.6	4620	2016	6.500,000	90.0	700,000	10.0
	4	4.49	4.67	19.8	2996	2226	2.200,000	93.6	150,000	6.4
	5	5.86	2.19	19.2	3892	5985	2.400,000	90.5	250,000	9.5
	2	6.02	1.31	17.5	0.0002800	0.00003423	25.400,000	95.0	1.350,000	5.0
11	3	6.57	0.39	10.6	3816	2520	4.600,000	97.9	100,000	2.1
	4	4.90	1.02	23.3	5656	3381	2.500,000	82.0	550,000	18.0
	5	5.05	1.21	18.8	4620	2562	2.000,000	74.2	700,000	25.8
	1	6.67	1.94	21.4	0.0003472	0.00002394	2.400,000	96.9	80,000	3.1
15	2	6.46	2.16	14.5	4964	3864	25.350,000	95.9	1.100,000	4.1
	3	6.01	2.23	11.8	1848	2247	4.300,000	89.6	500,000	10.4
	4	4.89	1.79	23.6	5236	3906	1.600,000	94.0	100,000	6.0
	5	5.52	1.65	22.8	4480	3360	5.300,000	90.5	550,000	9.5
	1	5.84	0.73	6.1	0.0001848	0.00003094	1.230,000	100	—	—
5	2	7.98	0.32	2.7	3024	4116	20.000,000	91.8	900,000	8.2
	3	5.98	0.35	1.8	3724	2940	3.900,000	87.8	540,000	12.2
	4	4.97	0.34	5.7	3696	3486	1.550,000	93.5	100,000	6.5
	5	6.96	0.65	5.9	4396	4053	3.700,000	86.0	600,000	14.0
	1	5.62	0.98	6.4	0.0001512	0.00003822	1.300,000	99.2	1,000	0.8
6	2	7.94	0.56	3.4	2744	3780	22.900,000	95.0	1.150,000	5.0
	3	5.56	0.27	2.7	4564	2688	5.800,000	88.0	700,000	12.0
	4	4.97	0.75	6.1	4284	3801	3.800,000	97.7	90,000	2.3
	5	6.02	0.83	5.7	3808	3927	3.800,000	73.7	1.000,000	26.3

¹ 1 g nedves földben — pro Gramm feuchter Erde.

Tabelle 3. a)

*ményei az egyes kísérleti területeken.
gen auf den einzelnen Versuchsflächen.*

Baktériumok Bakterien	Fiziológiai baktériumcsoportok ¹ Physiologische Bakteriengruppen				Cocensok Cocceen	Spóraképző Bakt. ohne Sporenbildung	Spóraképzők Sporenbildenden	Heterotrophok Heterotrophen	Mixococcusok Mixococceen					
	Összesen Zusammen	N.-kötők N.-bin- dende	Nitri- fikáló Nitri- fizierende	Denitri- fikáló Denitri- fizierende						%	%	%	%	%
12-200,000	10,000	100,000	100,000	1.7	19.5	9.8	68.4	2.3	--					
7-100,000	20,000	100,000	1,000,000	15.8	2.4	19.5	78.1	--	--					
3-450,000	--	10,000	100,000	3.2	--	38.4	61.6	--	--					
4-200,000	1,000	100,000	100,000	4.8	3.3	33.4	60.0	3.3	--					
15-100,000	20,000	10,000	100,000	0.7	5.0	12.5	82.5	--	--					
7-200,000	11,000	10,000	1,000,000	15.4	--	30.9	69.1	--	--					
2-350,000	--	1,000	100,000	4.5	--	34.2	57.9	7.9	--					
2-650,000	100	100,000	100,000	7.5	4.4	26.8	69.5	--	--					
26-750,000	20,000	100,000	1,000,000	4.2	3.2	--	96.8	--	--					
4-700,000	110,000	10,000	1,000,000	23.4	--	25.0	75.0	--	--					
3-050,000	--	100,000	1,000,000	36.0	--	20.7	79.3	--	--					
2-700,000	1,000	30,000	1,000,000	38.0	2.2	30.6	67.2	--	--					
2-480,000	100	1,000	1,000,000	46.0	7.3	5.9	78.0	8.8	--					
26-450,000	11,000	10,000	10,000	0.4	--	5.3	94.7	--	--					
4-800,000	110,000	10,000	100,000	2.3	3.0	36.5	57.5	3.0	--					
1-700,000	--	100,000	1,000,000	65.0	3.0	19.4	77.6	--	--					
5-850,000	11,000	100,000	100,000	3.6	1.7	13.8	82.8	1.7	--					
1-230,000	--	10,000	1,000,000	82.0	28.2	5.2	56.4	10.2	--					
20-900,000	11,000	100,000	100,000	8.3	10.8	10.8	67.6	10.3	--					
4-440,000	11,000	10,000	100,000	2.7	13.9	5.6	66.6	13.9	--					
1-650,000	--	100,000	100,000	12.0	--	33.3	66.7	--	--					
4-300,000	--	100,000	100,000	4.7	--	37.4	45.9	16.7	--					
1-301,000	--	10,000	1,000,000	77.0	9.3	65.1	16.3	7.0	2.3					
24-050,000	20,000	100,000	1,000,000	4.7	10.6	--	89.4	--	--					
6-500,000	20,000	10,000	100,000	2.0	16.0	4.0	60.0	20.0	--					
3-890,000	100	10,000	1,000,000	27.8	--	23.6	64.6	11.8	--					
4-800,000	100	100,000	10,000	2.3	2.9	62.8	34.3	--	--					

3. b) Táblázat.

Az időszaki vizsgálatok részletes eredményei.
Die Ergebnisse der zeitlichen Untersuchungen.

A kísérlet terület jele Nr. d. Versuchsfeldchen	A vizsgálat ideje Zeitpunkt der Untersuchungen	pH	Humus-tartalom Humusgehalt %	Víz-tartalom Wassergehalt %	Összes nitrogén- tartalom Gesamt Nitr.-Gehalt g/g	Nitrát-nitrogén- tartalom Nitrat-Nitr.-Gehalt g/g	Baktériumok Bakterien			
							Aerob		Anærob	
								%		%
7	1	5.54	0.56	7.8	0.0002268	0.00002704	1.070,000	94.8	60,000	5.2
	2	7.96	0.36	4.1	3192	4032	23.900,000	96.9	760,000	3.1
	3	5.90	0.14	3.5	4704	3276	9.200,000	95.6	420,000	4.4
	4	4.94	0.49	8.8	3136	3213	1.800,000	97.2	50,000	2.8
	5	6.76	0.65	9.1	5192	3486	3.100,000	90.3	300,000	9.7
8	1	5.09	0.64	7.2	0.0004552	0.00003094	890,000	94.7	50,000	5.3
19	1	5.63	3.33	16.7	0.0002324	0.00002394	11.400,000	99.1	10,000	0.9
	2	5.48	3.45	9.3	4648	3420	27.600,000	93.5	1.900,000	6.5
	3	6.46	2.86	14.0	1848	1974	7.500,000	92.6	600,000	7.4
	4	5.40	3.15	15.2	5096	2646	4.000,000	89.0	500,000	11.0
	5	5.92	3.33	16.2	5712	3570	4.100,000	84.0	800,000	16.0
20	1	5.15	1.23	20.2	0.0005764	0.00002331	14.400,000	99.2	60,000	0.8
	2	4.33	1.38	14.3	3640	3150	25.600,000	95.0	2.000,000	5.0
	3	6.99	0.21	15.5	4284	2142	7.300,000	96.6	440,000	3.4
	4	5.21	2.17	23.4	5376	4421	2.400,000	88.2	320,000	11.8
21	1	5.04	1.52	28.3	0.0006188	0.00005902	1.500,000	98.7	20,000	1.3
	2	4.73	1.18	14.5	3556	4200	18.900,000	92.6	1.500,000	7.4
	3	7.22	0.37	13.7	4956	3066	5.500,000	88.0	760,000	12.0
	4	5.09	1.04	22.7	4256	3234	3.700,000	88.0	500,000	12.0
	5	5.40	0.46	26.8	4396	3444	4.100,000	95.4	200,000	4.6
14	4	4.84	1.65	11.6	0.0003920	0.00003339	1.600,000	94.0	100,000	6.0
	5	5.78	2.43	19.0	4956	2793	2.600,000	88.0	350,000	12.0
31	2	4.61	1.43	14.9	0.0003422	0.00003102	19.200,000	99.5	10,000	0.5
	3	5.36	1.76	9.9	4564	2961	6.300,000	90.0	700,000	10.0
	4	4.61	0.47	15.7	1456	1974	2.050,000	90.2	200,000	9.8
	5	4.01	0.34	10.8	3136	2068	4.300,000	97.7	100,000	2.3

Tabelle 3. b)

*ményei az egyes kísérleti területeken.
gen auf den einzelnen Versuchsfächen.*

Baktériumok Bakterien	Fiziológiai baktériumcsoportok Physiologischen Bakteriengruppen				Coccosok Cocceen	Spóránélk. bakt. Bakt. ohne Sporenbildung	Spóráképzők Sporenbildenden	Heterotrophok Heterotrophen	Mixococcosok Mixococceen					
	Összesen Zusammen	N.-kötők N.-bin- dende	Nitri- fikálók Nitri- fizierende	Denitri- fikálók Denitri- fizierende						%	%	%	%	%
											%	%	%	%
1.130,000	100	10,000	1.000,000	76·5	13·8	13·8	62·0	10·4	—					
24.660,000	2,000	100,000	100,000	0·9	13·0	—	67·0	20·0	—					
9.620,000	20,000	10,000	1.000,000	10·7	—	30·7	38·5	30·8	—					
1.850,000	—	10,000	100,000	6·0	—	33·3	66·7	—	—					
3.400,000	—	100,000	100,000	8·8	—	37·9	58·6	3·5	—					
940,000	—	10,000	100,000	11·7	—	8·0	64·0	2·8	—					
11.410,000	—	10,000	1.000,000	8·9	—	6·4	64·5	29·1	—					
29.500,000	2,000	10,000	1.000,000	3·4	—	4·8	85·7	9·5	—					
8.100,000	20,000	100,000	1.000,000	14·0	—	18·5	66·7	14·8	—					
4.500,000	—	10,000	1.000,000	22·5	—	18·2	81·8	—	—					
4.900,000	—	100,000	1.000,000	22·4	—	26·3	73·7	—	—					
14.460,000	—	10,000	1.000,000	7·8	8·6	8·6	74·2	8·6	—					
27.600,000	10,000	10,000	100,000	0·4	9·4	4·7	81·2	4·7	—					
7.740,000	2,000	100,000	1.000,000	14·0	3·5	18·9	60·3	17·3	—					
2.720,000	—	1,000	1.000,000	37·0	—	22·2	72·2	5·6	—					
1.520,000	—	10,000	100,000	7·2	—	3·7	92·6	3·7	—					
20.400,000	1,100	10,000	100,000	0·5	15·0	5·0	80·0	—	—					
6.260,000	20,000	10,000	100,000	2·1	—	27·0	73·0	—	—					
4.200,000	1000	10,000	1.000,000	24·0	—	6·0	94·0	—	—					
4.300,000	—	100,000	100,000	4·6	—	33·4	66·6	—	—					
1.700,000	—	100,000	200,000	18·2	—	16·3	83·7	—	—					
2.950,000	1,100	100,000	1.000,000	37·6	—	24·2	72·8	3·0	—					
19.210,000	1,100	100,000	100,000	1·0	16·7	11·0	72·3	—	—					
7.000,000	20,000	10,000	1.000,000	14·0	36·0	8·0	56·0	—	—					
2.250,000	—	100,000	1.000,000	50·0	7·1	75·0	17·9	—	—					
4.400,000	1,000	100,000	1.000,000	25·0	6·0	45·6	48·4	—	—					

3. c) Táblázat.

Az időszaki vizsgálatok részletes eredménye
Die Ergebnisse der zeitlichen Untersuchungen

A kísérlet terület jele Nr. d. Versuchsflächen	A vizsgálat ideje Zeitpunkt der Untersuchungen	P _H	Humusztartalom Humusgehalt %	Viztartalom Wassergehalt %	Összes nitrogén- tartalom Gesamt Nitr.-Gehalt g/g	Nitrát-nitrogén- tartalom Nitrat-Nitr.-Gehalt g/g	Baktériumok Bakterien			
							Aerob	%	Anaerob	%
32	2	4.24	1.74	17.3	0.0003317	0.00002930	16.800,000	99.4	10,000	0.6
	3	5.76	2.32	8.0	4284	2625	9.200,000	95.8	400,000	4.2
	4	4.64	0.73	16.9	1344	1348	2.050,000	93.1	150,000	6.9
	5	4.39	0.11	11.2	2772	1827	4.000,000	96.9	600,000	13.7
33	1	4.20	1.31	64.3	0.0008568	0.00009620	1.980,000	89.9	200,000	10.1
	2	4.96	1.22	31.2	4368	4326	22.500,000	96.9	700,000	3.1
	3	5.56	0.96	37.8	5124	2394	5.400,000	95.5	250,000	4.5
	4	4.62	4.76	63.1	1484	1911	2.250,000	92.4	170,000	7.6
	5	4.02	2.18	66.7	3472	1623	3.700,000	88.1	500,000	11.9
34	1	4.02	2.25	18.5	0.0009464	0.00007410	1.120,000	98.6	20,000	1.4
	2	4.76	1.36	12.4	3612	3969	23.000,000	96.4	900,000	3.6
	3	6.01	1.28	11.2	4816	3024	3.400,000	82.4	600,000	17.6
	4	4.71	1.84	16.7	1932	1386	1.870,000	86.2	290,000	13.8
	5	3.96	1.43	14.3	2772	1680	2.500,000	92.6	200,000	7.4
35	2	4.99	0.93	34.1	0.0003836	0.00003780	22.000,000	97.4	600,000	2.6
	3	5.98	0.72	37.2	4396	2877	2.400,000	94.1	150,000	5.9
	4	4.76	1.23	69.2	1232	2121	2.290,000	91.2	220,000	8.8
	5	3.99	1.06	71.8	3388	1848	3.200,000	90.6	300,000	9.4

Tabelle 3. c)

*ményei az egyes kísérleti területeken.
gen auf den einzelnen Versuchsfächen.*

Baktériumok Bakterien	Fiziológiai baktériumesoportok Physiologischen Bakteriengruppen				Coccusok Coccen	Spóránélk. bakt. Bakt. ohne Sporenbildung	Spóráképzők Sporenbildenden	Heterotrophok Heterotrophen	Mixococcusok Mixococcen					
	Összesen Zusammen	N.-kötők N.-bin- dende	Nitri- fikálók Nitri- fizierende	Denitri- fikálók Denitri- fizierende						%	%	%	%	%
											%	%	%	%
16.810,000	2,000	100,000	100,000	1.3	—	17.0	83.0	—	—					
9.600,000	20,000	100,000	1.000,000	11.6	2.5	2.5	92.5	2.5	—					
2.200,000	—	100,000	1.000,000	55.0	—	7.5	92.5	—	—					
4.600,000	1,100	100,000	1.000,000	25.2	3.8	53.9	42.3	—	—					
1.980,000	—	10,000	100,000	5.5	5.4	8.7	83.7	2.2	—					
23.400,000	1,100	10,000	100,000	0.5	6.6	6.6	86.8	—	—					
5.650,000	11,000	100,000	100,000	3.8	7.6	19.5	72.9	—	—					
2.420,000	—	100,000	100,000	8.3	—	24.3	75.7	—	—					
4.200,000	1,100	100,000	1.000,000	26.2	17.0	80.6	2.4	—	—					
1.140,000	—	10,000	10,000	1.4	2.0	6.0	80.0	12.0	—					
23.900,000	2,000	10,000	100,000	0.5	—	—	100	—	—					
4.000,000	11,000	10,000	100,000	3.3	—	33.3	66.7	—	—					
2.160,000	—	10,000	100,000	5.2	—	12.5	87.5	—	—					
2.700,000	200	100,000	1.000,000	4.1	—	57.1	42.9	—	—					
22.600,000	11,000	10,000	100,000	0.5	—	—	100	—	—					
2.550,000	20,000	10,000	100,000	5.1	—	97.0	3.0	—	—					
2,510,000	—	10,000	100,000	4.4	—	44.0	56.0	—	—					
3.500,000	200	100,000	1.000,000	3.2	—	27.6	72.4	—	—					

4. Táblázat.
A megvizsgált kísérleti
Jahresdurchschnittswerte der

A kísérl. ter. jele Nr. d. Versuchslf.	A kísérl. ter. helye és szél. foka	Fafaj		Össz. baktérium- szám ¹			Cellu- löze- bontók	N-kötők		Nitri- fikáló	Denitri- fikáló				
		Baumart	Gesamt- Bakterien ¹		Aerob	Anaerob		N-bindende				Nitri- fizie- rende	Denitri- fizierende		
								lomb Leub	fenyő Nadelholz					Aerob	Anaerob
Ort u. Breitengrade d. Vfl.															
5	Szeged (46°15')	+		7.900,000	89·8	10·2	* 100	500	5,000	80,000	100,000				
6	"		+	10.060,000	88·6	11·4	* 100	5.600	5,000	32,500	550,000				
7	Kecskemét (46°55')	+		9.880,000	95·0	5·0	* 100	2,750	2,750	55,000	325,000				
8	"			* 940,000	94·4	5·6	* 100	—	—	10,000	100,000				
1	Lenti (46°30')	+		6.740,000	87·8	12·2	* 100	3,000	5,000	80,000	325,000				
2	"		+	6.825,000	93·3	6·7	* 100	3,000	5,000	30,000	325,000				
11	Sopron (47°47')	+		9.300,000	87·3	12·7	* 100	4,000	28,000	60,000	1.000,000				
15	"		+	9.470,000	92·5	7·5	* 100	3,000	27,000	55,000	325,000				
19	"	+		11.750,000	89·8	10·2	* 600	2,500	3,000	55,000	1.000,000				
20	"	+		13,050,000	94·8	5·2	* 600	2,700	300	30,000	775,000				
21	"		Tarvágás Kahlschlag	8.790,000	91·0	9·0	* 100	2,500	2,750	32,500	325,000				
14	"		+	*2.365,000	93·1	6·9	—	100	1,000	100,000	600,000				
31	Eberswalde (52°40')	+		8.215,000	94·3	5·7	* 100	2,500	3,000	77,500	775,000				
32	"		+	8,300,000	93·8	6·2	* 10	2,750	3,000	100,000	775,000				
33	Hallands-Väderö (57°—')	+		8.920,000	93·2	6·8	* 600	500	2,750	77,500	325,000				
34	"		+	8.690,000	89·4	10·6	* 600	500	2,750	32,500	325,000				
35	"	+		7.790,000	93·3	6·7	* 100	2,750	5,000	32,500	325,000				
36	Oslo (59°43')	*	+	8.310,000	98·7	1·3	10	3,000	10,000	10,000	100,000				
37	Rajvola (60°17')	*	+	5.580,000	96·0	14·0	10	1,000	30,000	18,000	100,000				
38	"	*	+	5.740,000	88·8	11·2	100	1,000	18,000	30,000	1.000,000				
39	Namdalseid (63°40')	*	+	7.200,000	94·4	5·6	10	3,000	180,000	300,000	1.000,000				
40	Kivalo (66°50')	*	+	3.000,000	86·7	13·3	10	3,000	10,000	10,000	1.000,000				
41	"	*	+	10.200,000	92·2	7·8	—	1,000	30,000	30,000	300,000				
42	"	*	+	6.600,000	80·4	10·6	—	300	30,000	—	120,000				
43	"	*	+	7.300,000	76·8	23·2	10	100	100,000	10,000	30,000				
44	Petsamo (69°20')	*	+	8.200,000	87·8	12·2	10	100	10,000	40,000	185,000				
45	"	*	+	7.500,000	88·0	12·0	10	100	10,000	4,000	100,000				
46	"	*	+	4.900,000	85·7	14·3	—	10,000	30,000	18,000	100,000				
47	Kirkenes (69°30')	*	+	6.100,000	85·3	14·7	30	30	1,000	10,000	185,000				

A * jelöltek két mérés átlagadatai, esetleg egy mérés eredménye. —

¹ 1 g nedves földben — pro Gramm feuchter Erde.

Tabelle 4.

*területek évi átlagadatai.
untersuchten Versuchsfächen.*

Coccusok Coccen	Spóránélküli Ohne Sporenbildung	Spóráképző Sporenbildende	Actinomyces Actinomyceen	Összes-N-tartalom Gesamt-N-Gehalt g/g	Nitrát-N-tartalom Nitrat-N-Gehalt g/g	p _H	Humusztartalom % Humusgehalt	Vízirtalom % Wassergehalt	A vizsgálat ideje Zeitpunkt der Untersuchung
%									
6·2	21·8	61·7	10·3	0·0003710	0·00003648	6·22	0·42	4·1	1930. I, VI, VIII, XII, 1931. III.
7·4	22·6	62·1	7·9	3850	3549	6·12	0·60	4·5	„ „
3·6	25·5	57·7	13·6	4056	3502	6·39	0·41	6·6	„ „
—	4·0	64·0	28·0	4552	3094	5·69	0·64	7·2	„ „
6·3	25·3	67·0	1·4	3934	3669	5·70	2·34	19·1	1930. V, VIII, XII, 1931. III.
2·3	26·0	69·7	2·0	3759	3662	5·69	2·85	17·4	„ „
1·3	19·1	79·6	—	4233	3971	5·63	0·98	17·5	1930. I, VI, VIII, XII. 1931. III.
1·9	18·7	78·2	1·2	4132	3366	5·72	1·46	18·2	„ „
—	17·0	76·9	6·1	4301	2903	5·80	3·19	16·2	„ „
5·4	13·6	71·9	9·1	4766	3011	5·42	1·75	15·8	„ „
3·7	17·9	78·4	—	4291	3736	5·61	0·76	14·4	„ „
—	21·7	78·3	—	4438	3066	5·31	2·04	15·3	1930. XII, — 1931. III.
16·5	34·9	48·6	—	3144	2526	4·65	1·0	12·8	1930. V, VIII, XII, 1931. III.
1·6	20·2	75·6	0·6	2927	2305	4·76	1·22	15·9	„ „
4·0	32·8	63·2	—	3612	2564	4·79	2·28	49·7	1931. II, VI, IX, XII. 1931. III.
—	25·7	74·1	—	3133	2565	4·86	1·48	16·2	„ „
—	42·2	57·8	—	3215	2656	4·93	4·93	53·1	„ „
—	—	—	—	16716	4500	4·82	—	36·0	1930. VIII.
—	—	—	—	2864	1555	4·97	1·99	18·9	„ „
—	—	—	—	2100	2331	4·80	—	22·2	„ „
—	—	—	—	2430	3045	4·12	0·66	13·8	„ VII.
—	—	—	—	2572	1953	4·90	—	11·3	„ VIII.
—	—	—	—	3360	1478	5·20	1·79	16·1	„ „
—	—	—	—	2774	1680	5·14	—	12·6	„ „
4·0	88·0	4·0	4·0	1036	1470	5·13	—	12·4	„ „
2·8	77·6	19·6	—	0952	1659	5·96	0·78	38·8	„ „
—	—	—	—	2072	1946	5·86	—	28·6	„ „
—	—	—	—	2696	1596	5·40	—	6·1	„ „
3·0	67·0	30·0	—	1520	1092	5·57	1·75	23·3	„ „

Die mit * bezeichneten sind Mittelwerte von 2 Messungen, resp. Daten einer Messung.

5. a) Táblázat. — Tabelle 5. c)

Középeurópai kísérleti területek átlagadatai.

Durchschnittswerte der Versuchsfleichen von Mittel-Europa.

Borszám — Nr.		2	3	4	5
		1930 VI—VII.	1930 VIII—IX.	1930 XI—XII.	1931 II—III.
1	Összes baktérium ¹ — — Gesamt Bakterien — —	22.760,000	6.646,000	2.820,000	4.005,000
2	N-kötő baktériumok ¹ — — N-bindende Bakt. — —	12,500	34,200	20	400
3	Nitrifikáló bakt. ¹ — — — — Nitrifizierende Bakt. — —	55,000	28,000	50,000	85,000
4	Denitrifikáló Bakt. ¹ — — — — Dinitrifizierende Bakt. — —	451,000	550,000	600,000	420,000
5	Összes N. g — g Gesamt N.	0·0003649	0·0003856	0·0004105	0·0006435
6	Nitrát N. g — g Nitrat N.	0·00003666	0·00002501	0·00003495	0·00003917
7	P _H — — — — — — — —	6·21	6·28	4·93	5·92
8	Humusztartalom % — — — — Humusgehalt — — — — — —	1·40	1·34	1·66	1·60
9	Víz tartalom % — — — — — — Wassergehalt — — — — — —	11·4	10·3	15·8	17·3

5. b) Táblázat. — Tabelle 5. b)

Észak-európai kísérleti területek átlagadatai.

Durchschnittswerte der Versuchsfleichen von Nord-Europa.

1	Összes baktérium ¹ — — Gesamt Bakterien — —	21.200,000	5.740,000	2.310.000	3.880,000
2	N-kötő baktériumok — — N-bindende Bakt. — —	5,800	16,400	—	700
3	Nitrifikáló bakt. — — — — Nitrifizierende Bakt. — —	46,400	46,000	64,000	100,000
4	Denitrifikáló bakt. — — — — Denitrifizierende Bakt. — —	100,000	460,000	460,000	1.000,000
5	Összes N. g — g Gesamt N.	0·0003705	0·0004637	0·0001492	0·0003096
6	Nitrát N. g — g Nitrat N.	0·00003608	0·00002773	0·00001852	0·00001810
7	P _H — — — — — — — —	4·63	5·34	4·66	4·06
8	Humusztartalom % — — — — Humusgehalt — — — — — —	1·33	1·43	1·81	1·02
9	Víz tartalom % — — — — — — Wassergehalt — — — — — —	20·6	20·0	36·2	34·8

¹ 1 g nedves földben. — pro Gramm feuchter Erde.

6. Táblázat. — Tabelle 6.

A baktériumfajok időszaki változásai az összes megvizsgált területeken.

Die zeitlichen Änderungen der Bakterienarten auf den untersuchten Versuchsf lächen.

Sorszám — Nr.		2	3	4	5
		1930 VI—VII.	1930 VIII—IX.	1930 XI—XII.	1931 II—III.
1	Baktérium szám ¹ — — — — Gesamt Bakterien — — — —	21.600,000	6.320,000	2.662,000	4.230,000
2	Aerob % — — — — — —	95·9	91·3	91·1	87·4
3	Anaerob % — — — — — —	4·1	8·7	8·9	12·6
4	Fiziológiai csoportok % Physiologische Gruppen	2·3	10·5	23·9	13·3
5	Coccusok % — — — — — — Coccen — — — — — —	7·4	3·9	0·9	2·8
6	Spóranélküli baktériumok Bakterien ohne Sporenbildung % — — — — — —	5·9	25·1	26·8	38·8
7	Spórás baktériumok % — Sporenbildende Bakterien	83·5	64·2	70·7	46·5
8	Actinomyces % — — — — Actinomyceten — — — —	3·1	6·8	1·6	1·9
9	P _H — — — — — — — —	6·64	6·15	4·95	4·98
10	Humusztartalom % — — — Humusgehalt — — — — —	1·36	1·29	1·70	1·28
11	Viztartalom % — — — — — Wassergehalt — — — — —	16·7	14·6	22·6	21·4

¹ 1 g nedves földben. — pro Gramm feuchter Erde.

7. Táblázat. — Tabelle 7.

A 43. (Kivalo), 44. (Petsamo) és 47. sz. (Elvenes) kísérleti területek adatai.

Die Daten der Versuchsflächen 43 (Kivalo), 44 (Petsamo) und 47 (Elvenes).

Sorszám — Nr.	Baktérium-faj Bakterien-art	Szélességi fok	66°50'	69°20'	69°30'	Fafaj		Az elterjedés max. szélességi foka Max. Breitengrade d. Verbreitung
		Breintegrade				Baumart		
		Kísérleti terület jele Nr. d. Versuchsf.	43	44	47			
		P _H	5.13	5.96	5.53	lomb Laub	fenyő Nadelholz	
	Víztartalom % Wassergehalt	12.4	38.8	23.3				
	Micrococcus							
1	candicans		+	+	+	+		69°30'
2	luteus	+					+	66°50'
	Flavobacterium							
3	aurescens	+					+	66°50'
4	fulvum				+		+	69°30'
5	lacunatum				+		+	69°30'
6	ochraceum			+		+		69°20'
7	radiatum				+		+	69°30'
8	tremelloides				+			69°30'
	Pseudomonas							
9	fluorescens			+		+		69°20'
10	striata				+		+	69°30'
	Cellulomonas							
11	albida	+	+	+	+	+		69°30'
12	bibula				+		+	69°30'
13	cellasea				+		+	69°30'
14	ferruginea			+		+		69°20'
15	gelida	+	+		+	+		69°20'
16	gilva			+		+		69°20'
17	minuscula			+		+		69°20'
18	mira	+	+	+	+	+		69°30'
19	subereta	+		+		+		69°30'

7. Táblázat. (Folytatás.) — Tabelle 7. (Fortsetzung.)

Sorszám — Nr.	Baktérium- faj Bakterien- art	Szélességi fok	66°50'	69°20'	69°30'	Fafaj		Az elterjedés max. szélességi foka Max. Breitengrade d. Verbreitung
		Breitengrade	43	44	47	Baumart		
		Kísérleti terület Jele Nr. d. Versuchsf.	5·13	5·96	5·53	lomb Laub	fenyő Nadel- holz	
		P _H	12·4	38·8	23·3			
	Achromobacter							
20	agile		+				+	66°50'
21	ambiguum		+				+	66°50'
22	centropunctatum		+				+	66°50'
23	fermentationis		+				+	66°50'
24	hartlebii		+				+	66°50'
25	hialinum				+	+		69°30'
26	pinnatum				+	+		69°30'
27	punctatum				+	+		69°30'
	Bacillus							
28	albolactis				+	+		69°30'
29	cylindricus				+	+		69°30'
30	mycoides			+	+	+		69°30'
31	parvus			+	+	+		69°20'
32	pseudotetanicus	+		+	+	+	+	69°30'
33	robur			+	+	+		69°30'
34	ruminatus				+	+		69°30'
35	silvaticus			+	+	+		69°20'
36	subtilis				+	+		69°30'
	Clostridium							
37	centrosporogenes			+	-	+		69°20'
38	sphenoides			+		+		69°20'
39	sporogenes			+	+	+		69°30'

EÖTVÖS-FÉLE TORZIÓS INGA ZAVARAIRÓL. II.

RYBÁR ISTVÁN r. tagtól.

Ismeretes, hogy az Eötvös-féle torziós ingában bizonyos zavarok lépnek fel, különösen a szabadban történő észlelések alkalmával. Már Eötvös megállapította, hogy e zavarokat a külső hőmérsékletváltozáskor az ingaházban előálló légáramok és egyéb hatások okozzák. Ezért Eötvös a készüléket jó hőszigetelő falakból készült sátorral védte meg a külső hőmérsékletváltozástól s azóta az Eötvös-féle torziós ingákkal kivétel nélkül mindig jó hőszigetelő sátorban észlelnek. Az Eötvös-féle inga azonban ily viszonyok között is kisebb-nagyobb zavart mutat. E zavar abban áll, hogyha a hőmérséklet megváltozik, akkor az inga egyensúlyi helyzetéből kitér és egy más egyensúlyi állást foglal el.

E zavarok okainak kiderítésével és a zavar megszüntetésével hosszú ideje behatóan foglalkoztam s e kérdésre vonatkozó vizsgálataim eredményeit kétízben is volt szerencsém a Tekintetes Akadémia elé terjeszteni.

Első dolgozatomban¹ megállapítottam, hogy «a zavart a gyors hőmérsékletváltozáskor a készülékben előálló *légáramok* okozzák, amennyiben e *légáramok* az ingára forgatónyomatékok gyakorolnak, amely a különben működő forgatónyomatékokhoz hozzájárul». Ismertettem azt a tényt, hogy e zavar megszüntetésének legegyszerűbb módja az volna, hogy a készülékből a levegőt eltávolítjuk vagy erősen ritkítjuk. Közöltem egyszersmind azt is, hogy e módszer miért nem válik be. Ismertettem, hogy «a külföldi gyárak a *légáramok* hatását csaknem kivétel nélkül azzal óhajtják csökkenteni, hogy az ingát jó hőszigetelő anyaggal kitöltött fém-

¹ Math. és Természettud. Értesítő XLVI. 705—709. old. 1929.

házbá építik be». Rámutattam az eljárás hátrányára, hogy «a hőszigetelővel állandóan körülvett inga belső hőmérséklete állandóan és rendszerint igen nagy mértékben eltér a külső hőmérséklettől, ami semmiesetre sem előnyös, mert pl. ha a külső hőmérséklet állandóvá válik, hosszú ideig tart, míg a belső hőmérséklet is állandó értéket vesz fel s így a készülék belsejében *légáramok* vannak még akkor is, amikor különben a hőszigetelés nélküli ingákban a *légáramok* már rég megszűntek volna». Ezek után ahhoz a megállapításhoz jutottam, hogy «a helyes eljárás az, hogy megkeressük a zavarok okát és ez okokat megszüntetve vagy csökkentve, *az ingát úgy készítjük el*, hogy e zavarok a lehető legkisebb értékűek legyenek. Az így készült inga minden különös hőszigetelés nélkül sokkal jobb értéket fog nyújtani, mint az az inga, amelynél az optimális feltétel nem teljesül, hanem a hőmérséklet mester-séges hőszigeteléssel van kibebbítve».

Célom az volt, hogy oly ingát szerkesszek meg, amely már eredetileg jó, azaz amely már eredetileg a légáramok iránt érzéketlen, nem pedig oly ingát készítek, amely eredetileg érzékeny a légáramokra és amelyet azután hőszigeteléssel, vagy más módon kell javítani, úgyhogy az inga az észlelések céljára használható legyen. E célból a *légáramok hatását beható tanulmányozás alá vettem*.

Sikerült a zavarok okait megállapítani és azokat egymástól szétválasztani. Említett dolgozatomban két tipikus zavart észleltem, amelyekből az eredő zavar összetevődik. Ezek egyike az ingát kitérített állásában mindig kifelé tolja, még pedig kis kitérések esetén közelítésben a kitérés szögével arányos mértékben; a másik ezzel ellentétes irányú.¹ Kiderült, hogy az első zavart a lelógó csőben létrejövő légáramlás okozza azáltal, hogy e felszálló légáram az ingarúdnak a lelógó cső fölött lévő részét kifelé tolja; a második hatás pedig részben a lengőrendszer többi részére működő légáramhatásból származik, részben pedig azon oknál fogva jön létre, mert a lengő rendszert körülvévő levegő hőmérséklete nem állandó, hanem a temperaturának gradiense van. E temperatura-különbség főként a levegőben létrejövő hővezetés folytán származik.

¹ Math. és Természettud. Ért. XLVI. 709. 1929.

E tapasztalatok alapján sikerült megtalálnom azt a módot, miként kell az ingát megkonstruálnom úgy, hogy az inga már eredetileg a légáramok iránt lehetőleg érzéketlen legyen.

Ily ingát volt szerencsém az ülésen bemutatnom, amelyben még jelenlevő csekély légáramhatást az inga belsejében elhelyezett légkorlátokkal kompenzáltam. Később e légkorlátokat is sikerült mellőznöm, mert az ingaház és lengőrendszer csekély változtatásával elértem azt, hogy a légáram hatása, különösen a lelógó csőben felszálló légáram hatása elhanyagolhatóan kicsiny.

A hővezetés zavarával a Tekintetes Akadémiának betervezett második dolgozatomban foglalkoztam.¹ Kiindultam abból a megállapításomból, hogy az inga zavarai három hatásból tevődnek össze: még pedig a *hősugárzás*, a *konvekció* (azaz *légáram*) és a *hővezetés* hatásából. Mivel a hősugárzás hatása az előforduló csekély hőmérséklet különbség miatt elenyésző csekély, továbbá mivel az ingaház és lengőrendszer kellő méretezésével elérhetjük, hogy a légáramok hatása is elhanyagolható, dolgozatomban kimondotam, hogy elméleti fejtegetéseimben a *hősugárzás és a konvekció hatásától eltekintek*.²

Ugyancsak feltételeztem azt, «hogy a lengőrendszert körülvevő fémház hőmérséklete *lassan* emelkedik, de mindig úgy, hogy ugyanazon időpillanatban e fémház minden részének egyenlő a hőmérséklete.»³ E feltevést azzal indokoltam, hogy mivel a készülék legbelső (az ingát közvetlenül körülvevő) vastagfalú vörösréz ingaházát még kettősfalú fémburok veszi körül, mivel továbbá a vörösréz kitűnő hővezető, közelítésben feltehető, hogy a készülék melegekedésekor a legbelső fémszekrény és a hozzáforrasztott lelógó vörösrézcső ugyanazon időpontban mindig ugyanazon hőmérsékletű.

Elméleti meggondolásomban tehát két feltevésből indultam ki: 1. hogy a konvekció hatása elhanyagolható; 2. hogy a legbelső ingaház hőmérséklete *lassan* emelkedik, de mindig úgy, hogy ugyanazon időpillanatban e fémház minden részének egyenlő hő-

¹ Math. és Természettud. Értesítő XLVIII. 147—184. old. 1931.

² Math. és Természettud. Értesítő XLVIII. 151., 154. és 181. old. 1931.

³ Math. és Természettud. Értesítő XLVIII. 150., 154. old. 1931.

mérséklete van. Az első feltevést indokolttá teszi először az a körülmény, hogy mint fennebb láttuk, készíthető oly inga, amelyben a légáramok hatása a gyakorlatban előforduló esetekben elhanyagolható kicsiny, másodszor, mert csakis egyéb hatások kizárásával vizsgálható meg a hővezetés közvetlen hatása. A második feltevés pedig jogosult azért, mert az inga hármassfalú kitűnő hővezető anyagból készült fémházban van és hőszigetelő falakkal ellátott sátorban melegszik a külső hőmérsékletemelkedésre.

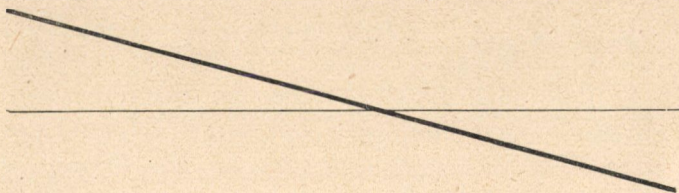
Elméleti megfontolásaimat általánosságban végeztem. *Ez általánosság az említett feltételek mellett*¹ *azonban csupán a lengőrendszer tetszőleges alakjára vonatkozott.* Felvettem, hogy a tetszés szerinti alakú jó hővezető P merev test torziós fonalon lóg úgy, hogy vízszintes irányban szabadon lenghet. E merev testet ugyancsak jó hővezető Q burokkal vesszük teljesen körül. A két test közötti teret gáz tölti ki. A Q test kívülről lassan melegedik, de mindig úgy, hogy ugyanazon időpillanatban a Q test minden pontjának ugyanaz a hőmérséklete legyen. A Q és P test közötti hőmérsékletkülönbség folytán a két test közötti gáztérben hővezetés jön létre, amely a melegebb hőmérsékletű Q testből energiát szállít az alacsonyabb hőmérsékletű P testre. Ez okból a P test falával érintkező gázmolekulák kinetikus energiája megnövekszik, miáltal a P test falára működő gáznyomás megváltozik. Általában a gáznyomás a P test felületelemeire különböző, minek következtében a P testre forgatónyomaték hat, amely a P testet egyensúlyi állásából elforgatja. E forgatónyomatékokat a kinetikus gázelmélet és a statisztikai mechanika alaptörvényeivel meghatároztam.

Ez alapon dolgozatomban kimondottam, hogy «ha egy lengőrendszer felületével érintkező gáztérben a hőmérséklet nem állandó, hanem a hőmérsékletnek gradiense van, akkor a lengőrendszerre forgatónyomaték működik».

Ez elméletet az Eörvös-féle torziós ingára alkalmaztam és megállapítottam, hogy a hővezetés folytán az ingára forgatónyomaték hat, azaz, hogy a hővezetés az ingában zavart létesít. E zavar rúd alakú ingarúd esetében, amelynél a felső súly a rúd végére van erősítve, az ingarúd középső, az ingaház oldalfalaival

¹ Math. és Természettud. Értesítő XLVIII. 154. old. 1931.

párhuzamos állásában ($= 0$) zérus, az ingarúd kitérített állapotában azonban zérustól különbözik, még pedig a zavar a kitérés irányával ellentétes irányú és kis kitérések esetében (a gyakorlatban csak ilyenek szerepelnek) közelítésben a kitérés szögével arányos. Ezek szerint a hővezetés folytán származó zavart kis kitérések esetében az 1. ábra tünteti elő, amelyben a pozitív irányú zavart felfelé mérjük. E zavarnak existenciája a kinetikus gázelméletből matematikai szigorúsággal következik. E zavar megállapításakor, az elmélet kifejtésekor feltételeztük azt (amit több helyen is kiemel-



1. ábra.

tünk), hogy elméletünk arra az esetre vonatkozik, amelyben minden más hatás, így a konvekció hatása is elhanyagolható a hővezetés hatásához képest.

Ha azonban akár a melegítési mód, akár az inga szerkesztése folytán a légáram (konvekció) hatása el nem hanyagolható, akkor ez a hatás az előbbi hatáshoz hozzájárul.

E légáram oly módon jön létre, hogy melegedés esetén az ingaház melegedő falával, vagy a falnak melegedő részével érintkező levegő felmelegszik, kisebb sűrűsége folytán felszáll s helyét hidegebb levegő foglalja el. Ez oknál fogva az ingaház belsejében folytonos légáramlás jön létre: a levegő a melegebb fal környezetében felemelkedik, a hidegebb fal mellett lefolyik, az ingaház belsejében pedig a falaktól távolabb a termikus és hidrodinamikusan viszonyoknak megfelelően egyszerűbb, vagy bonyolultabb áramlások jönnek létre, sőt örvények is előállhatnak.

Az üres ingaházban előálló légáramok módosulnak, ha az ingaházban valamilyen test, pl. az ingarúd van, amennyiben a test közelében az áramlás sebessége megváltozik, sőt a test közelében az eredetileg lamelláris áramlás örvénylésbe is mehet át. A test körül történő áramlás sebessége a test felületének különböző

pontjában más és más lehet, minek folytán, miként a hidrodinamikából ismeretes, az áramló gáz a testre eredő erőt és eredő forgatónyomatékokot fejt ki. Ez okból a légáram az Eötvös-ingát elforgatja.

A légáramlás függ a melegítés módjától, nagyságától, de lényegesen függ az ingaház úgyszintén az ingaházban lógó inga alakjától és méreteitől. Az ingaház kellő méreteinek megválasztásával elérhető, hogy az egész inga egyenletes melegítésekor az ú. n. természetes melegedésekor, a légáramlás igen kiscokú, egyszerű és ha ezenkívül az inga alakját és méreteit is kellően választjuk meg, akkor elérhetjük, hogy az inga a légáramok iránt érzéketlen, legalábbis a gyakorlatban előforduló melegedési esetekben.

Az Eötvös-féle torziós inga zavarait tehát két okra vezettem vissza: a hővezetés és a konvekció hatására. A hővezetés hatásának matematikai elméletét kifejtettem, a konvekció hatását még nem, csak általánosságban jellemeztem e hatást. A két zavart eddig olyannak tekintettem, mintha a két zavar egymástól független volna és a két zavar e kettőből egymástól függetlenül tevődik össze. Ez azonban szigorúan nem áll. Ezért az Eötvös-féle torziós inga zavarainak általános elméletét akkor nyerjük, ha e két hatást nem tekintjük függetlennek egymástól, hanem a köztük fennálló kapcsolatokat figyelembe vételével matematikailag oldjuk meg e problémát.

1. A hővezetés hatására vonatkozó elméletemet, amelyet fentebb röviden ismertettem, PEKÁR DEZSŐ levelező tag úr kritika tárgyává tette.¹ Bizonyos kísérleteket gondolt ki és hajtott végre, amelyekkel mesterséges zavarokat hozott létre az Eötvös-féle torziós ingában. Az így létrehozott zavarokat vonatkozásba vélte hozni az általam kifejtett elmélettel. Mivel azt találta, hogy észlelési eredményei nem egyeznek meg azokkal a zavarokkal, amelyeknek az általa megvalósított kísérleti feltételek esetében *szerinte* elméletem értelmében lennie kellene, kimondotta, hogy elméletem nem egyezik meg az ő tapasztalataival, sőt «nem helytállónak, a valósággal ellenkezőnek» nevezte elméletem «alapfeltevését, amiből az egész teoria kiindult»: ² Ez alapfeltevések a kinetikai gázelmélet és a statisztikai mechanika alapfeltevésai.

¹ Math. és Természettud. Ért. I. kötet, 301—326. 1934.

² Math. és Természettud. Ért. I. kötet, 323. old. 1934.

Arról, hogy a kinetikus gázelmélet és a statisztikai mechanika alapfeltevései helytállók-e, nem vitatkozom, mert ez elméletek alapfeltevései ma már számtalan kísérleti tapasztalattal igazolva vannak és annyira közismertek, hogy e feltevések helyessége és a tapasztalattal való megegyezése minden vitán felül áll. Az általam levezetett hatás ennek a szilárd alapokon nyugvó elméletnek szigorú következménye. Ez a hatás meg van s mint dolgozatomban kimutattam, a hatás a tapasztalattal teljesen megegyezik. Ha ez elmélet PEKÁR szerint ellenkezik észleléseivel, akkor valahol hibának vagy félreértésnek kell lennie.

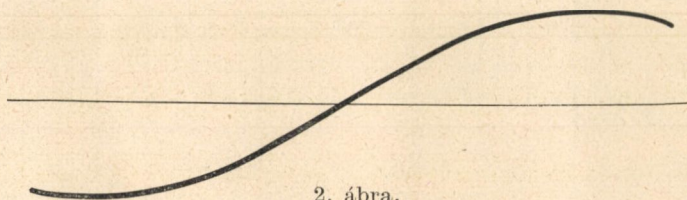
PEKÁR valamennyi kísérletében egy sajátos melegítési módot használ. Közvetlenül az Eötvös-féle inga lógó csöve alá helyezett elektromos fűtőtesttel vagy a lógócső egy részét körülvevő elektromos fűtőtekerccsel, mint maga mondja; *a lógó csövet, illetve annak egy részét brutálisan felmelegítette, az ingaház többi részét azonban nem.*

Ez a melegítési mód azonban ellenkezik az inga tényleges, természetes melegedési módjával, amelynél az ingát használjuk, és ellenkezik azzal a melegedési móddal, amelyre vonatkozólag elméletemet kifejtettem. Az inga tudvalevően a szabadban történő észlelések alkalmával sátorban áll. Ha a sátoron kívüli hőmérséklet megváltozik, pl. a nap kisüt és erősen süti a sátor tetejét és oldalfalait, akkor a sátor teteje és oldalfalai közelében levő levegő felmelegszik. E melegebb levegő a sátorban felemelkedik, úgyhogy a sátor belsejében, éppúgy, mint egy fűtött szobában, a melegebb levegő felül, az alacsonyabb hőmérsékletű levegő alul helyezkedik el. Ez a hőmérsékletkülönbség erős felmelegedéskor oly nagy, hogy azt, ha a sátorba belépünk, szubjektíve is megérezzük. Ebben a levegőben a sátor közepén áll az Eötvös-féle torziós inga, amelynek külső fala telát felül melegebb, alul pedig hidegebb levegővel érintkezik. Mivel az inga hármassal van körülvéve és a legbelső ingaház kitűnő hővezető vastagfalú vörösrézről készül, a hőmérsékletkülönbség többé-kevésbé kiegyenlítődik s ha az inga *helyesen van méretezve*, az inga legbelső vörösréz házának fala a gyakorlat szempontjából mindenütt ugyanazon hőmérsékletű vagy legfeljebb felül valamivel magasabb, de nem alacsonyabb, mint alul. Látható tehát, hogy a PEKÁR által hasz-

nált melegítési mód, homlokegyenest ellenkező azzal, amely a valóságban előáll.

Az inga zavara alatt pedig az inga egyensúlyi állásában való ama eltérést értjük, amely az inga tényleges használatakor előálló melegedési viszonyok esetén létrejön, nem pedig azt, amelyet PEKÁR a valósággal homlokegyenest ellenkező melegítési eljárással az ingában létrehoz.

De a PEKÁR-féle melegítési módszer nemcsak a valósággal, hanem elméletem alapfeltevésével is homlokegyenest ellenkezik. Elméletem kifejtésekor, mint láttuk, a tényleges viszonyoknak megfelelő ama feltevést állítottam fel, hogy «a lengőrendszert körülvevő fémház hőmérséklete lassan emelkedik, de mindig úgy, hogy ugyanazon időpillanatban a fémház minden részének egyenlő a hőmérséklete.»¹



2. ábra.

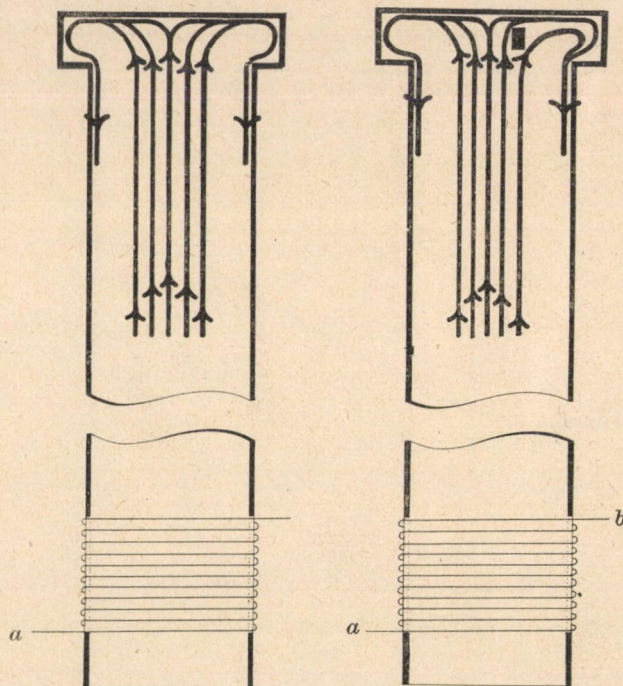
PEKÁR azzal, hogy a lógó csövet, illetve annak egy részét felmelegítette, az inga csövében felszálló légáramot hozott létre, mert a csőben felmelegített levegő felemelkedik s helyét az inga felső, nem melegített részében levő hidegebb levegő foglalja el. Világos tehát, hogy a zavart, amelyet PEKÁR észlelt, a mesterségesen létrehozott légáramok okozzák.

Mint fentebb láttuk, elméleti fejtegetéseimben azonban mindennemű légáramot kizártam. *Teljes tárgyilagossággal megállapítható tehát, hogy PEKÁR azzal vélte elméletemet megdönteni és azt bebizonyítani, hogy a kinetikus gázelméletből levezetett hatás nem létezik, hogy elméletem feltételeivel homlokegyenest ellenkező kísérleti feltételekkel éppen azokat a hatásokat állította elő az ingában, amelyeket elméletem feltételei teljesen kizárnak.* Légáramokat állítottam elő, hogy a hővezetés hatását nem létezőnek kimutathassa. *Ha pedig egy elmélet feltételeit nem teljesítjük, hanem azokkal ellenkező feltételeket*

¹ Math. és Természettud. Ért. XLVIII. 154. old. 1931.

valósítunk meg, akkor nem várhatjuk, hogy az eredmények megegyezzenek, sőt sok esetben az eredmények egymással vonatkozásba sem hozhatók. Ezzel PEKÁR kritikája teljes egészében összeomlik.

Az, amit e kritikáról általánosságban megállapítottam, e kritika valamennyi kísérletére nézve külön-külön is fennáll. Éppen ez okból feleslegesnek tartom, hogy az ott szereplő kísérletekkel



3. ábra.

részletesen foglalkozzam, csupán néhány, különösen fontosnak nevezett észlelési eredményt ragadok ki.

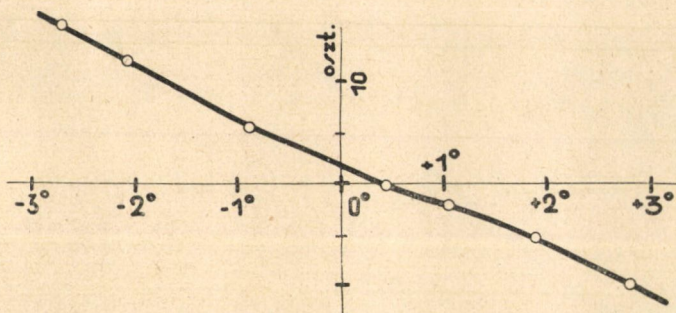
2. PEKÁR meghatározta az inga zavarait az inga különböző állásában. Eredményeit a (2.) ábrában előtüntetett görbével ábrázolta. Észlelései alapján a következőket mondotta:

«Különösen hangsúlyozva ki kell emelnem, hogy a torziós rúd kitérített helyzetében *melegedés esetén* a rúd mindenkor még jobban kifelé, a szekrény fala felé tér ki.» Majd később azt állítja,

hogy «különösen ki kell emelnem azt az általános érvényű tényt, azt az alapjelenséget, amely szerint a járás a valóságban ellentett azzal, mint amilyen irányúnak az új elmélet szerint lennie kellene».

Ez eltérésnek oka a melegítés különbözőségében rejlik. Én az ingát a tényleges viszonyoknak megfelelően melegítettem, ПЕКАР ellenben az inga melegedéséről szól ugyan, de mégis kizáróan az inga lógó csövét, illetve annak egy részét melegítette. E melegítési eljárással az ingában erős légáramot hozott létre.

Az (3.) ábrában e melegítési viszonyoknak megfelelő áramlást vázlatosan tüntettem elő. Az ábrában *a*, *b* jelenti az inga lógó csövét körülvevő fűtőtekerceset. A tekeres felett elég nagy távolságban az áramlás a cső közepén felfelé irányul, sebessége a cső

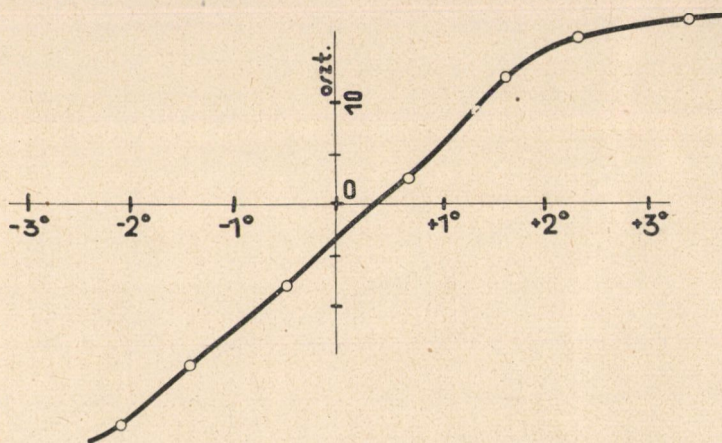


4. ábra.

közepe felé növekszik, a szekrénybe érve szétterjed, majd az ingaház szélén megfordul és a lógó cső hidegebb fala mellett lefelé halad. Az ingarúd jelenlétele módosítja ez áramlást. Az áramfonalak a rúd közelében még jobban szétterjednek, a rúd ellenkező oldalán megfordulnak, sőt itt örvény is jöhet létre. Ennek folytán az ingarúd végét körül folyó légáramlás az ingára eredő erőt és eredő forgató nyomatékot fejt ki, amely az ingát kifelé, a szekrény fala felé tolja el.

Az általa megadott görbe (2. ábra) tehát azokat a zavarokat tünteti elő, amelyeket az inga lógó csövének melegítésével az ingában létrejövő légáramok okoznak. Ezek azonban nem azok a zavarok, amelyek a tényleges viszonyok közt létrejönnek. Ezt a következő kísérleti tény igazolja.

Az ingát sátorba helyeztem és a sátrat úgy, amint az a valóságban történik, kívülről erősen felmelegítettem. A melegítés oly nagy volt, hogy az inga belseje 45 perc alatt kb. $9\text{ C}^\circ\text{k}$ -al emelkedett. Az észlelt zavarokat a (4.) ábrában tüntettem elő. Ez a görbe megegyezik elméletem által meghatározott görbével (lásd 1. ábra). Ezután ugyanezt az ingát a PEKÁR-féle módszer szerint úgy melegítettem, hogy annak kizárólag a lelógó csőve melegedett, a többi része azonban nem. Meghatározva az inga zavarait, az



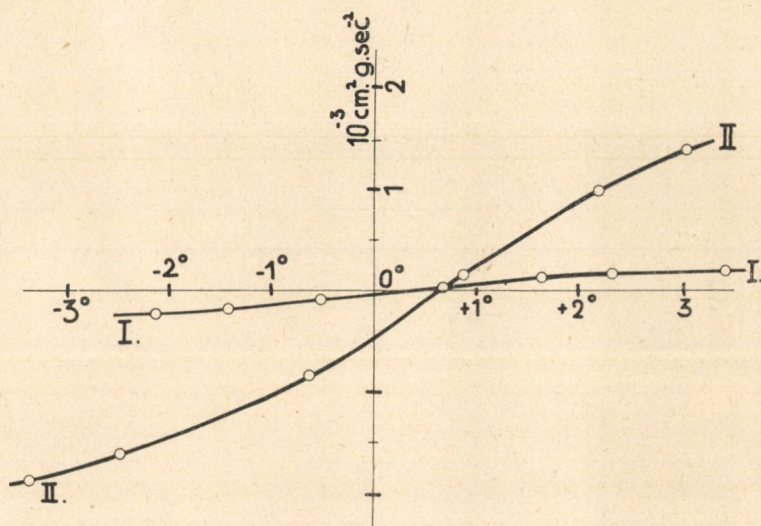
5. ábra.

(5.) ábrában előtüntetett zavarokat észleltem. Ezek ugyanolyanok, mint amelyeket PEKÁR észlelt és amelyek a fenti légárammagyarázatnak megfelelnek. E zavarok tehát homlokegyenest ellenkező irányúak azzal, mint amelyen zavarok az inga természetes melegedése esetén előállanak. A tényleges melegedés esetében észlelt zavarokat tehát nem a lógó csőben felemelkedő légáram okozza, mert e légáram ellenkező irányú kitérést okoz, mint amelyen a tényleges zavar iránya.

Mivel PEKÁR azt tapasztalta, hogy a lelógó cső melegítésével előállított zavarok ellenkező irányúak, mint amelyeknek azoknak elméletem szerint lennie kell akkor, ha az ingát egészében melegítjük, kimondotta, hogy elméletem homlokegyenest ellenkezik a tapasztalattal. Ezzel szemben a fenti kísérleti tényekből

megállapítható, hogy a természetes zavarok pontosan ugyanolyan irányúak, mint amilyeneknek azoknak elméletem értelmében lennie kell.

Teljes határozottsággal megállapítható tehát, hogy elméletem alapján meghatározott zavargörbe (1. ábra) szigorúan megegyezik a tényleges zavargörbével (4. ábra). Nem áll tehát PEKÁR-nak az az állítása, hogy a járás a valóságban ellentett azzal, mint a milyennek elméletem szerint lennie kellene. Ugyancsak minden kétséget kizáróan megállapítható, hogy PEKÁR elméletemet hibásan alkalmazta,



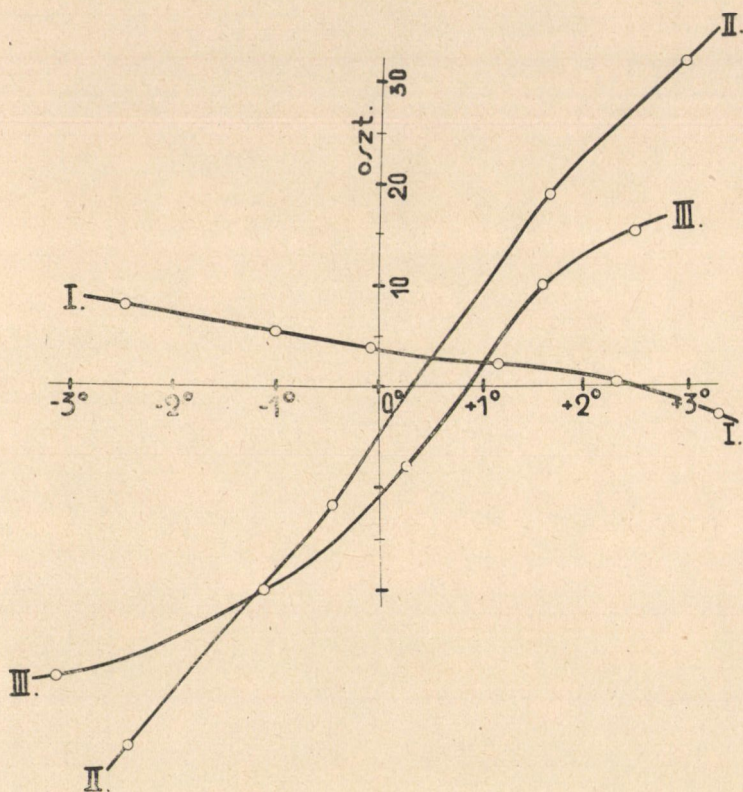
6. ábra.

mert az általa előállított zavarokat elméletem oly következtetéseivel hasonlította össze, amelyek ellenkező kísérleti feltételeknek felelnek meg.

3. Mindezeket a kísérleteket az általam szerkesztett Eötvös-féle ingákkal végeztem. Tekintettel arra, hogy PEKÁR más típusú ingákkal kísérletezett, szükségesnek tartottam, hogy a fenti vizsgálatot az általa szerkesztett ingával is elvégezzem.

Ha a PEKÁR-féle legújabb típusú inga lelógó csövét melegítjük, akkor ugyanolyan típusú görbét kapunk, mint amilyent ugyanilyen melegítéskor az általam szerkesztett ingákban is észleltem, azzal a különbséggel, hogy az előbbi görbe jóval mere-

dekebb az utóbbinál. A 6. ábrában I görbével előtűntettem azokat a zavarokat, amelyeket a lelógó csőnek melegítésével az általam szerkesztett és II görbével azokat a zavarokat, amelyeket a lelógó csőnek teljes azonos melegítésével a PEKÁR által szerkesztett



7. ábra.

ingával észleltem. Látható, hogy azok az ingák, amelyeket PEKÁR kísérleteihez felhasznált, a légáramok iránt sokszorta érzékenyebb, mint az általam szerkesztett inga.

Ennek folytán a PEKÁR-féle ingák valószínűleg még akkor is érzékenyek maradnak a légáramok iránt, amikor a légáramlást nem mesterségesen, a lelógó cső melegítésével állítjuk elő, hanem amikor az inga sátor alatt a természetes viszonyoknak megfelelően melegszik.

Ennek a kérdésnek megvizsgálása céljából a következő kísérleteket végeztem:

A készülékből az eredeti torziós ingát kivettem és a torziós szárla oly ingarudat függesztettem, amelynek alakja és méretei az eredeti ingarúddal megegyezett, csak lógó súlya hiányzott. Ez okból természetesen az ingarúd különböző részei, így a felső lapos súly és az ellenkező oldalon lévő ingakar egy része különböző sűrűségű anyagból készültek, hogy az ingarúd a torziószárla függesztve az ingaház szekrényében vízszintesen lógjon. Ezután a készüléket sátorba helyezve, a sátort kívülről felmelegítettem és az inga zavarait meghatároztam: I. amikor a készülék lelógó, a szekrénybe torkoló csövet parafadugóval és az erre helyezett vörösréz-lappal légmentesen elzártam, II. amikor a lelógó csőből a parafadugó hiányzott. A ПЕКÁР-féle ingával végzett észlelési eredményeimet az (7.) ábrában I-gyel jelzett görbe az elzárt, a II-vel jelölt görbe pedig nyitott lelógó cső esetében észlelt zavarokat tünteti elő az inga különböző állásában. Az I. esetben a lelógó csőben felemelkedő légáram nem éri az ingát, mert a cső felül a parafadugóval légmentesen el volt zárva, a II. esetben azonban igen, mert a cső nyitva volt.

Az I. esetben az ingarúdra számbajöhető légáram nem hat és így a hővezetés hatására vonatkozó elméletem feltételei teljesülnek. Látható, hogy az észlelt görbe megegyezik az elméleti vonallal. Az abszcisszával való metszéspontja el van tolódva, mely eltolódás a készülék egyenetlen melegedéséből származott.

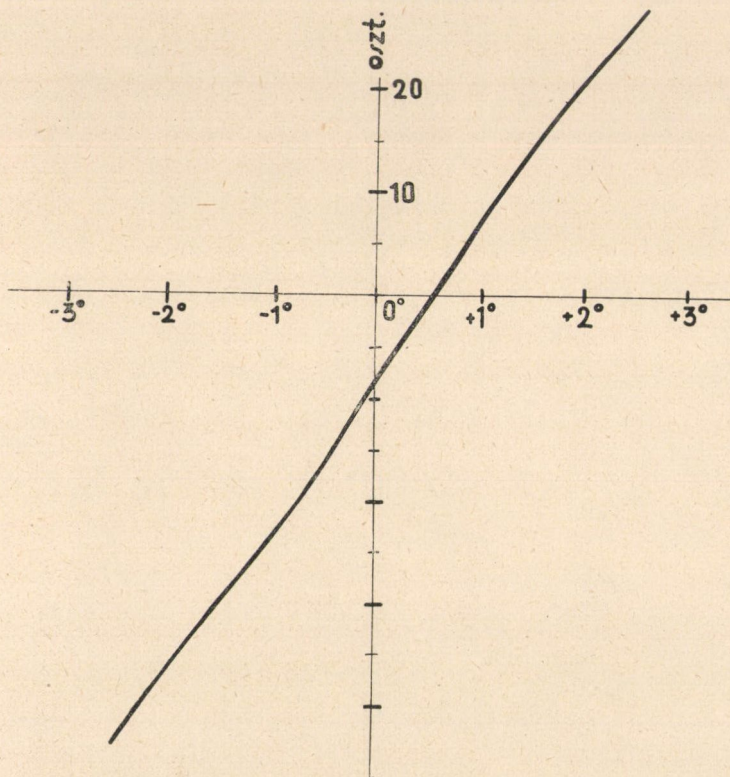
A II. eset az I-től abban tér el, hogy lelógó csőve nyitva volt és így a rudat a csőben felemelkedő légáram is éri. Ennek folytán az előző hatáshoz e légáram hatása hozzájárul. A légáram hatását e két görbe különbsége a 8. ábrában jelölt görbe adja, amely, mint látható, a készülék természetes melegedésekor is igen nagy.

E két kísérleten kívül egy III. kísérletet is végeztem. A készülékbe visszahelyeztem a lógó súllyal ellátott eredeti ingát. Ekkor ugyanazon melegítésmódszerrel meghatározva a zavarokat, a 7. ábrában III-mal megjelölt görbét észleltem.

A III. görbével ábrázolt zavarok kisebbek, mint a lelógó súly nélküli ingakarra működő és II. görbével előtüntetett zavarok,

tehát a melegebb *csőfal látszólag taszítja a lógósúlyt, nem pedig vonzza, miként azt PEKÁR állítja.*

A III. görbe azt is mutatja, hogy az inga a tényleges viszonyoknak megfelelő melegedésnél is érzékeny marad a légáramok



8. ábra.

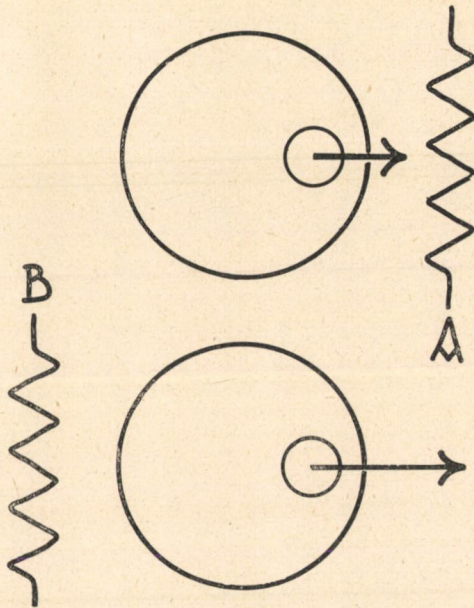
iránt, amit valószínűnek tartottunk. Ez az oka annak, hogy PEKÁR azt észlelte, hogy melegítéskor az ingarúd az eszköz fala felé tér ki.

A fenti kísérleti tények igazolják elméletem helyességét. A hővezetés hatását a PEKÁR-féle ingában is kimutattam, egyszerűen oly módon, hogy ez ingában előálló erős légáramoknak a szekrénybe való beáramlását a lelógó eső légmentes elzárásával megakadályoztam.



4. Ezekután még foglalkoznom kell PEKÁRnak a lelógó cső egyoldalú melegítésével végzett kísérletével és az ebből vont következtetéseivel.

Kísérlete a következő volt: A lelógó cső mellett, a torziós rúddal párhuzamosan nagy lapos fűtőtestet helyezett el akként, hogy annak közepe a lógó fémhengerrel egy magasságban volt. A torziós rudat kitérített helyzetbe hozva, meghatározta a járást.



9. ábra.

Ezután a fűtőtestet a lelógó cső másik oldalán attól ugyanakkora távolságban helyezte el és a járást újból meghatározta. A 9. ábrában a hármasmalú lelógó cső keresztmetszetét egyetlen körrel ábrázoltam, benne a lógó hengeres súly keresztmetszetével. A zegzugos vonal a fűtőtestet jelöli. A felső ábrában a fűtőtest az *A* helyzetben, az alsóban a fűtőtest a *B* helyzetben van. PEKÁR két kísérletet végzett, egy nagyobb és egy kisebb fűtőáramerőséggel. Az első esetben az *A* helyzetben a járás $+55.2$, a *B* helyzetben pedig $+64.3$ volt. A második esetben kisebb áramerős-

séggel melegítve, a lelógó csövet az A helyzetben $+ 36.9$, a B -ben pedig $+ 44.9$ járást talált. PEKÁR észleléseiből megállapítható, hogy a fűtőtestnek úgy az A , mint a B helyzetében a járás ugyanolyan irányú, mégpedig kifelé, a cső fala felé irányul. A két járás azonban különböző nagy: a fűtőtest B helyzetében a járás az első esetben 17% -kal, a másodikban 22% -kal nagyobb, mint az A helyzetben. Ezeknek megfelelően az ábrában a járást az A helyzetben rövidebb, a B helyzetben hosszabb nyíllal ábrázoltam.

Bár a fűtőtest A és B helyzetéhez tartozó járáások közötti különbség óriási nagy az Eötvös-féle ingával elérhető pontossághoz képest, PEKÁR a két járást mégis kb. egyformának nevezte. Ezt a felvételt azzal indokolta, hogy a B helyzetben a melegítő hatás nagyobb, mert a fűtőtest a kettős gravitációs eszköz szélesebb középső szekrénye alá kerül, ami a felmelegített levegő szabad, felfelé való áramlását akadályozza. Ez a megállapítása azonban téves, amiről meggyőződhetünk úgy, hogy a torziós rudat az ellenkező oldalra kitérített állásba hozva, meghatározzuk a járást. Ekkor ugyanis azt tapasztaljuk, hogy a járás ellenkező irányú az előbbivel és most a fűtőtest A helyzetében a járás nagyobb, mint B helyzetben. Már pedig, ha PEKÁR szerint a járáások közötti különbséget az okozná, hogy a fűtőtest a B helyzetben jobban melegíti a lelógó csövet, akkor a torziósrúd eme állásában is a B helyzetben kellene a járásnak nagyobbak lennie. Ennek a különbségnek egészen más oka van. E kísérleti megfigyelések PEKÁR szerint ellentmondanak elmélettel. Ez állítását a következőképp indokolja:

Mindenekelőtt azt állítja,¹ hogy ha a lelógó csövet a lógó súly magasságában melegítjük, akkor a járás ugyanazon irányú és nagyságú független attól, hogy a melegítés melyik oldalon történik. Azután a következőket mondja: «az új elmélet szerint a fűtőtest áthelyezésekor tulajdonképpen az előzővel ellentett irányú és mindenesetre lényegesen eltérő járást kellene kapnunk. A valóságban pedig a járás közel ugyanez, sőt a közvetlen kísérleti adatok alapján még valamivel kisebb abban az esetben, amikor a kitérített lógó súly közelebb van a fűtőtesthez, illetve a

¹ Math. és Természettud. Ért. L. 321. old. 1934.

melegebb csőfalhoz. *Különösen ki kell emelnem, hogy az utóbbi esetben, amikor a kisebb távolság miatt a melegítés hatásának mindenesetre nagyobbnak kell lennie, a kitérített lógó súly még jobban kifelé, a melegebb csőfal felé, mozdul el. Szóval a valóságban a melegebb csőfal látszólag magához vonza a lógó súlyt, míg az új elmélet szerint taszítania kellene. Szóval a lógó súly tényleges elmozdulásának iránya ellentett az elmélet szerintivel.*

PEKÁRnak itt szószerint idézett állításaiban bizonytalanság, ellentmondás és helytelen következtetés foglaltatik.

A bizonytalanság abban van, hogy először azt állítja, hogy a járás ugyanazon nagyságú és irányú függetlenül attól, hogy a melegítés melyik oldalon történik. Utána pedig már az foglaltatik, hogy a közvetlen kísérleti adatok alapján a járás valamivel kisebb, amikor a kitérített lógó súly közelebb van a melegebb csőfalhoz. Az, amit PEKÁR valamivel kisebbnek nevez, csekélynek egyáltalán nem nevezhető, mert e különbség kb. 20 %-ot tesz ki. A közvetlen következő mondatban, amit különösen kiemel, homlokegyenest az ellenkezőt állítja, mint előbb. Az előbbiben az foglaltatik, hogy ha a lógó súly közelebb van a melegebb csőfalhoz, akkor a járás kisebb, az utóbbiban pedig ennek homlokegyenest ellenkezőjét állítja, hogy ha a lógó súly közelebb van a melegebb csőfalhoz, a lógósúly még jobban tér ki a melegebb csőfal felé, azaz a járás nagyobb. Ez utóbbi állításával PEKÁR ellentmond önmagának és saját kísérleti adataival is ellenkező ténymegállapítást állít. Láttuk ugyanis PEKÁR saját észleléseiből, hogy a járás kb. 20 %-kal *kisebb, nem pedig nagyobb*, ha a lógó súly a melegebb csőfalhoz van közelebb, amit az a 9. ábrában szereplő nyilak összehasonlítása közvetlenül is bizonyít. E saját észlelési adataival homlokegyenest ellenkező megállapítás alapján azt állítja, hogy *«a valóságban a csőfal látszólag magához vonza a lógó súlyt, míg az új elmélet szerint taszítania kellene»*. E következtetése *téves*, mert a premissa, amiből következtetett, a valósággal homlokegyenest ellenkezik és így következik, hogy PEKÁR állításának éppen ellenkezője felel meg a tényeknek, az, hogy a *melegebb csőfal látszólag taszítja a lógó súlyt, úgy, miként elméletem kívánja*. Ezt a tényt az ábrából is közvetlenül ki is olvashatjuk.

Ha ugyanis a fűtőtestet (lásd 9. ábra) az *A* helyzetből a *B*

helyzetbe áttesszük, akkor a járás megnagyobbodik, azaz a fűtőtest, illetve a melegebb csőfal látszólag taszítja a lógó súlyt.

A jelenségnek magyarázata a következő:

A lelógó cső mellé helyezett fűtőtest a lelógó csövet erősen felmelegíti, a készülék többi részét azonban nem, vagy csak igen csekély mértékben. Ez okból a lelógó csőben erős légáram jön létre. E légáram, mint fentebb kimutattuk, az ingarudat kifelé, a szekrény fala felé tolja el. E hatás különösen nagy a légáramok iránt érzékeny készülékekben, mint amilyent ПЕКÁР kísérletéhez használt. Mivel a fűtőtest a lógó súllyal egy magasságban, tehát a cső felső végétől távol van, e légáramnak az ingarúdra kifejtett hatása, függetlenül attól, hogy a fűtőtest az A vagy a B helyzetben van, az ingarúdra ugyanazt a hatást gyakorolja. E légáramhatáshoz hozzájárul a melegebb csőfalnak a lógó súlyra való *taszító* hatása. E taszító erő a fűtőtest A helyzetében a fentemlített légáramlással ellentett irányú, tehát azt kisebbíti, a B helyzetben azonban azzal egyirányú, azaz azt nagyobbítja. Tehát ha a fűtőtest az A helyzetben van, akkor a járásnak kisebbnek kell lennie, mint akkor, amikor a fűtőtest a B helyzetben van. Ez a magyarázata annak, hogy ПЕКÁР a fűtőtest A helyzetében jóval kisebb járást észlelt, mint a B helyzetében. Ha azonban ПЕКÁР állítása szerint a melegebb csőfal látszólag magához vonzaná a lógó súlyt, akkor ez az erő a fűtőtest A helyzetében a légáramhatással egyező, a B helyzetében pedig azzal ellentett irányú volna, azaz a járásnak a fűtőtest A helyzetében nagyobb, a B helyzetében pedig kisebbnek kellene lennie, ami pedig ПЕКÁР saját észleléseivel homlokegyenest ellenkezik.

5. Az itt ismertetett elmélet további kísérleti igazolása céljából a következő kísérletet végeztem.

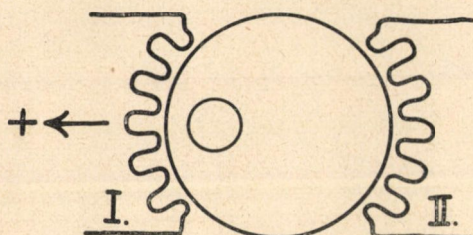
Az általam szerkesztett Eötvös-féle torziós inga legbelső vörösrézcsövére tőle csillámlemezzel elszigetelve, egymással szemben a lógó súly mozgásának irányában két teljesen egyforma laposan tekercselt ellenállást erősítettem. A két tekercs ellenállása pontosan egyforma volt. A lapos tekercsek mindegyike a cső kerületének negyedét fedte be, s ugyanolyan magas volt, mint a lógósúly s azzal egy magasságban volt a csőre erősítve. A 10. ábrában a legbelső csőnek és lógó súlynak keresztmetszetét látjuk; I. és II.

a lapos tekercseket ábrázolják. A tekercsek két-két drótvégét a lelógó csövet körülvevő két külső csövön át alul kivezettem, miáltal lehetővé vált e tekercsek egyikén vagy másikon elektromos áramot átvezetve, a csőnek egyik vagy másik oldalát melegíteni.

Kísérletem abban állt, hogy megállapítottam az inga zavarát az inga különböző állásában, amelyet az I. fűtőtekercs és azt, amelyet a II. fűtőtekercs melegítése okoz. A 10. ábrában a nyíl irányában történő kitérést pozitívnek, az ellenkező irányút negatívnek vettük.

A 11. ábrában az I. görbe az I. fűtőtekercs, II. pedig a II. fűtőtekercs melegítése által okozott zavarokat tünteti elő.

Jelöljük a légáram hatását az ingarúd bizonyos, pl. a 10. ábrában előtüntetett helyzetében, L -lel, mely, mivel az ingarúd a



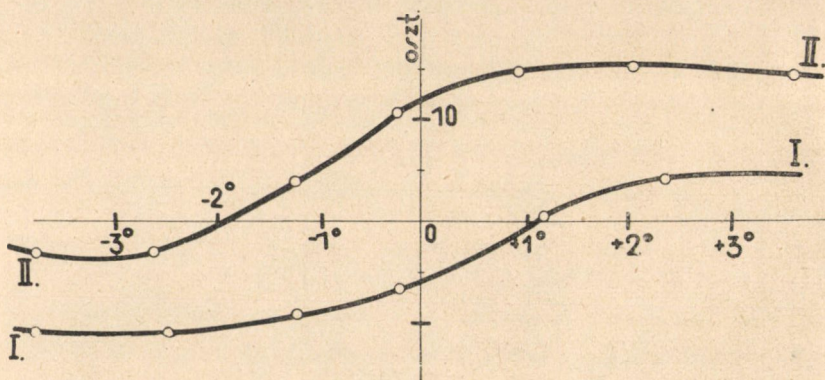
10. ábra.

I. fal felé van kitérítve, pozitív; jelöljük továbbá a csőfalnak *taszító* hatását, ha az I. oldal melegebb $-H_I$, ha pedig a II. oldal a melegebb, $+H_{II}$. A taszítás miatt az első negatív, a második pozitív. És így az ingára működő eredő hatás, ha az I. fűtőtekercs melegít $Z_I = L - H_I$, ha pedig a II. tekercs fűt, $Z_{II} = L + H_{II}$. Látható tehát, hogy az inga minden állásában $Z_I < Z_{II}$, azaz az I. görbének a II-höz képest a negatív irányban kell eltolva lennie, ami a fenti észlelési eredményekkel (lásd 11. ábra) kitűnően meg egyezik. *E tapasztalati tény elméletemnek fényes igazolása: a melegebb csőfal látszólag taszítja a lógó súlyt, nem pedig vonza, mint azt PEKÁR állítja.*

6. Hátra vannak PEKÁRnak a torziósrúd eltolására és a készülék fűtésére vonatkozó kísérletei. E kísérletekkel az előzőek után felesleges foglalkoznom, elégséges csak ráutalnom arra, hogy hol

követte el a hibát. PEKÁR a lelógó csövet erősen felmelegítette, a készülék többi részét és így a szekrény falát nem. Mégis az ily módon előállított erős légáram zavarait összehasonlította elméletem oly következményeivel, amely a szekrény falának kívülről történő felmelegedése esetén érvényes volna. Világos, hogy PEKÁR ismét egy elmélet érvényességének megvizsgálásában, kísérletének eredményeit az elmélet oly eredményével hasonlította össze, amely egészen más kísérleti feltételeknek felel meg.

7. PEKÁR dolgozatában foglalkozik az általam szerkesztett



11. ábra.

ingával is. E fejtegetéseiben azt állítja, hogy ez inga melegedéskor belülről kifelé melegszik, szerinte azért, mert a készülékben úgy a külső, mint középső vastagfalú fémszekrény alul kb. 7 cm. átmérőjű kör területén át van törve és e nyílások csupán üveglapokkal vannak elzárva.

Mind a két állítása helytelen. Az inga nem melegszik belülről kifelé, hanem a fizikai törvényeknek megfelelőleg, kívülről befelé, amiről észleléseim alkalmával a készülékben lévő két (külső és belső) hőmérővel számtalanszor meggyőződtem. Hogy PEKÁR ennek ellenkezőjét észlelte, annak oka az, hogy a fűtőtestet a készülék alá helyezte, minek folytán a fűtőtestről felszálló meleg légáram csupán a készülék regisztráló csövében levő levegőt melegítette fel, mely e csőben felemelkedve, a készülék közepét melegítette; a készülék többi részét azonban nem érte,

mert a készülék alsó részén az automatikus forgató szerkezetet körülzáró zárt henger megakadályozta azt, hogy a fűtőtestről felszálló légáram az inga lelógó csöveit és készülék külső felületét is érje.

Világos, hogy e melegítőeljárással PEKÁR nem az egész készüléket, hanem annak csakis a belsejét melegítette és így természetes, hogy ekkor a melegedés belülről kifelé történik. Ezek után világos, hogy hibás PEKÁRnak az a megállapítása is, hogy ezt a «saját-szerű» melegedést az okozza, hogy a készülék középső és külső fala alul át van törve és csakis üveglapokkal van elzárva. Az üveg tudvalevőleg rosszabb hővezető, mint a fém és így az üveglapok a külső melegedés ellen még jobban védenek, mint a fémlapok. Különben is e térrészt még a regisztráló vastagfalú csöve is védi. Ha igaz volna PEKÁR állítása, akkor mennyivel inkább okoznának ily hatást a vizuális ingák ablaküvegei, melyeken át a tükrölvasás történik, mert ezeknél nemcsak a középső és külső, hanem a legbelső szekrény is át van törve és «csakis» üveglapokkal vannak elzárva. Azonkívül a külső szekrény üveglapja közvetlenül a külső szabad levegővel érintkezik és nincs elzárva vastagfalú fémhengerrel, mint PEKÁR által kifogásolt üveglapok az automatikus ingánál. Fenti állításomat a következő kísérleti tény is igazolja. A szóban forgó üveglapot kivettem s helyébe vastag parafalemezt, majd 5 cm vastag fémlamezt helyeztem. Meghatározva az inga zavarait, pontosan ugyanazokat az értékeket kaptam, függetlenül attól, hogy e nyílás üveglappal, parafalemezzel vagy fémlamezzel van elzárva.

Mindezekután világos, hogy mindaz, amit PEKÁR a járési görbéről mond, az az említett egyoldalú melegedésből származik, amelynek természetesen az elméletem szerint is olyannak kell lenni, hogy «a kitérített torziósrúd az egyik oldalon kifelé, a másikon pedig befelé tér ki».

Nem áll PEKÁRnak az az állítása sem, hogy a szekrény fenekén levő lépcsőszerű kiemelkedés és a torziósrúdon lévő beszögelő egyenletlenség a légáramok szabályos lefutását módosítják. Elég az előzőkben közölt észlelési görbékre tekinteni, amelyeket igen erős légáramokkal vettem fel, hogy meggyőződjünk arról, hogy ezek semmiféle szabálytalanságot nem okoznak. Mindenesetre a

légáramok sokkal kevésbé befolyásolják e vékony, a szekrény magasságának $\frac{1}{5}$ -ét kitevő hengeralakú torziósrudat, mint a PEKÁR-féle ingákban lévő és a szekrény magasságának felét kitevő lapos rudat, amit az azonos viszonyok között észlelt grafikonok összehasonlítása is bizonyít.

8. Ugyancsak kifogásolja és hasznavehetetlennek nevezi PEKÁR a hővezetés okozta zavar kisebbitésére, illetve megszüntetésére szolgáló légkorlátokat, amelyeket gyakorlatilag teljes sikerrel alkalmaztam és alkalmazom. Mint ismeretes, öt évvel ezelőtt betervezett dolgozatomban a *légáramok szabályozása* céljából az inga szekrényében a torziósrúd közelében elhelyezett szabályozó felületeket ú. n. légkorlátokat vezettem be és alkalmaztam,¹ Később, amikor sikerült az ingát oly módon megkonstruálni, hogy az inga a légáramok iránt érzéketlenné vált és kiderült, hogy a hővezetésből származó zavarok még megmaradtak, kísérleteket végeztem, vajjon nem lehetséges-e a légkorlátokat e zavarok eliminálására szintén felhasználni? Sikerült megtalálnom a légkorlátoknak azt az alakját és azt az elhelyezést az inga szekrényében, amellyel e célt elértem. Bár dolgozatomban világosan kiemeltem, hogy az ott ismertetett légkorlátok a *hővezetés zavarainak* megszüntetésére valók és közöltem e légkorlátok funkcióját, sőt ezt rajzban is előttüntettem, továbbá bár magából e légkorlátok elhelyezéséből is világos, hogy ezek nem a lelógó csőben felszálló légáramok szabályozására valók, mert hiszen ezek nem a lelógó cső torkolata körül, hanem éppen az ellenkező oldalon, a felső súly közelében vannak elhelyezve, ahol a lelógó csőben felszálló légáramok egyáltalában nincsenek, PEKÁR mégis azt vizsgálta meg, vajjon e légkorlátok a lelógó csőben felszálló légáramok szabályozásra alkalmasak-e? Mivel azt találta, hogy e légkorlátok e légáramok zavarait csak kis mértékben változtatják — ami természetes is, mert ezek más célt, a hővezetés zavarainak megszüntetését szolgálják — azt állította, hogy az általam használt légkorlátok hasznavehetetlenek. Világos tehát, hogy PEKÁR e légkorlátokat más célra akarta felhasználni, mint amire azok rendelve voltak. Ugyanúgy mintha

¹ Math. és Természettud. Ért. XLVI. 709. old. 1929.

valaki egy bizonyos betegség ellen szolgáló gyógyszert egy teljesen más betegség gyógyítására akarna felhasználni.

Dolgozatom lényege a hővezetés hatásának felismerésében és ama matematikai megfontolásokban van, amelyekkel e hatást a kinetikai gázelmélet és a statisztikai mechanika modern eredményeinek felhasználásával meghatároztam. Azt várná az ember, hogy ha valaki e dolgot kritizálni óhajtja, ez elmélet, ennek matematikai kifejtéséhez fog hozzászólni. PEKÁR ezt a kérdést kerüli s csak egyetlen egy pontban érinti, amikor azt állítja, hogy elméletemből az következik, hogy a torziósrúd kitérítését fokozva, a járási görbének egyre meredekebbnek kell lennie és majdnem asymptotikusan az eszköz belső falát jelző ordinátába átmenni. Azaz *végtelennek* kell lennie, amit szóbeli előadásában különösen hangsúlyozott. Ez a megállapítás hibás. Ha megtekintjük a (9.) alatti elméleti formulát,¹ látjuk, hogy a járás végtelen sohasem lehet. A hibát PEKÁR ott követte el, hogy szerinte a szélek felé haladva, a temperaturagradiens asymptotikusan közeledik a végtelen felé, mert a faltól való távolság csökken. PEKÁR nem veszi észre, hogy hővezetésről lévén szó, a távolsággal a temperatura-differencia is csökken és így a kettő viszonyának határértéke nemcsak a nevezőtől, hanem a számlálótól is függ. Tekintve azt, hogy a temperatura mindenütt a határokon is folytonos, korlátos és differenciálható függvény, azért differenciálhányadosa: a temperaturagradiens sehol végtelen nem lehet, sőt a határokon sem, mert a temperatura folytonosan megy át a fémház, illetve a lengőszerkezet hőmérsékletébe. Ez állítás számos kutató által kísérletileg is igazolva van.

PEKÁR azt állítja, hogy én a légáramlásos elméletet alapjában helytelennek tartom. Főlöszleg ennek ellenkezőjét részletesen bizonyítani, elégséges hivatkoznom öt év előtt megjelent dolgozatomra, amelynek egyes részletét e dolgozatom bevezető részében szó szerint idéztem, melyek telve vannak a légáramok tanulmányozására vonatkozó vizsgálatokkal, de talán senmmi sem bizonyítja jobban ennek ellenkezőjét, mint az a tény, hogy mint öt év előtt megjelent dolgozatomban is már említettem, sikerült a «légáramok

¹ Math. és Természettud. Értesítő, XLVIII. 160. old. 1932.

hatását beható tanulmányozás alá véve,¹ céltudatosan megkonstruálnom oly ingát, mely a légáramok iránt érzéketlennek tekinthető, mely tény e dolgozatomban kísérletileg is igazoltam.

A fentiekben a legszigorúbb exaktsággal megállapítottam, hogy PEKÁR kísérletei között egyetlen egy sincs, amely elméletem helytelenségét a legcsekélyebb mértékben is igazolná. Sőt e kísérletek között, mint kimutattuk, több olyan van, amelyek éppen elméletem érvényességét bizonyítják. Hogy csak egyet is említsek fel, hivatkozom éppen arra, amelyről különösen hangsúlyozza, hogy elméletemmel homlokegyenest ellenkezik: a lelógó cső egyoldalú melegítésével végzett kísérleteire. Láttuk, hogy e kísérletek a legteljesebb határozottsággal bizonyítják, hogy a melegebb csőfál látszólag taszítja a lógó súlyt, nem pedig vonzza, amint PEKÁR állítja, amely következtetésre saját észleléseivel homlokegyenest ellenkező premissából jutott.

Megállapítható, hogy PEKÁR DEZSŐ levelező tag úr félreértette elméletemet, mert oly mesterséges zavarokat hozott létre az Eötvös-féle torziós ingában, amelyet elméletem kifejtésekor *expressis verbis* is kizártam; tévesen alkalmazta elméletemet, mert az általa létrehozott zavarokat elméletem oly következményeivel hasonlította össze, amelyek egészen más, homlokegyenest ellenkező kísérleti feltételnek felelnek meg; tévesen interpretálta elméletemet, sőt saját észleléseit is.

Mivel PEKÁR DEZSŐ tagtárs úr kritikája semmi újat nem hozott, továbbá mivel a szóbanforgó kérdést az előzőkben teljesen megvilágítottam, magam részéről PEKÁR tagtárs úrral minden további vitát befejezettek nyilvánítok és további vitába nem bocsátkozom.

¹ Math. és Természettud. Értesítő, XLVI. 707. old. 1929.

ÜBER DIE STÖRUNGEN DER EÖTVÖS'SCHEN DREHWAGE. II.

Von ST. RYBÁR, ord. Mitglied der Akademie.

In zwei vorangehenden Arbeiten¹ wurde von mir gezeigt dass die bei der Eötvös'schen Drehwage infolge einer Temperaturänderung auftretenden Störungen auf zwei Ursachen zurückgeführt werden können, u. zw. auf die Konvektion und auf die Wärmeleitung der Luft im Gehäuse.

Ich habe in der erwähnten ersten Abhandlung festgestellt, dass die Störungen durch Luftströmungen (durch Konvektion der Luft) verursacht werden. Ich habe die Einflüsse dieser Luftströmungen ausführlich untersucht und ihre Beseitigung erörtert. Bei diesen Untersuchungen machte ich die Erfahrung, dass infolge der Temperaturdifferenzen der den Balken umgebenden Luftschichten zu der Störung der Konvektion noch eine zweite Störung hinzukommt. Mit diesen, durch die Wärmeleitung der Luft verursachten Störungen beschäftigte ich mich in meiner zweiten Abhandlung, und zwar, wie es dort ausdrücklich betont war, behandelte ich den Fall, in dem die von der Konvektion herrührende Störung gegenüber der von der Wärmeleitung verursachten Störung vernachlässigt werden kann.

Diese Arbeit wurde von Herrn D. PEKÁR, korrespondierendes Mitglied der Akademie, einer Kritik unterworfen.² Ich habe in der

¹ Math. és Természettud. Értesítő. XLVI. 698—722. 1929.

Math. és Természettud. Értesítő. XLVIII. 147—184. 1932.

² Math. és Természettud. Értesítő. L. 301—326. 1934.

vorliegenden Arbeit bewiesen, dass Herr PEKÁR meine Theorie unrichtig angewendet hat, da er zur Untersuchung der Gültigkeit dieser Theorie in der Eörvös'schen Drehwage solche Störungen, und zwar starke Luftströmungen erzeugt hat, welche bei der Ableitung meiner Theorie expressis verbis ausgeschlossen waren.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 11. Juni 1934.)

ERLÄUTERUNGEN DER GESETZMÄSSIGKEITEN IM ABLAUF DER LEBENSERSCHEINUNGEN LEBENDER WESEN.¹

Von FRANZ KÖVESSI (Sopron—Budapest.)

V. Mitteilung.

Angaben zum experimentellen Nachweis der aperiodischen und periodischen gedämpften Schwingungen, die bei der Entwicklung der Gärungspilze (*Saccharomyces spec.*) sich zeigen.

1. Allgemeine Überlegung.

In meiner letzten (IV.) Publikation² wies ich auf die allgemeine Erfahrung, dass Zellteilung und Regeneration einander regelmässig folgen und aus der hierbei ersichtlichen periodischen Erscheinung folgerte ich, dass die Grösse der in der Zelle wirkenden biomotorischen Kraft resp. damit im Zusammenhange, die Arbeitsfähigkeit (Potentiale) der sich teilenden Zellen eine *periodische Schwankung* zeigen muss, welche letztere Erscheinung mit der Funktion der periodisch gedämpften Schwingung ausdrückbar ist, und auf Grund dessen kann der Teilungsvorgang der Zellen

¹ Vorgelegt der III. Klasse der ung. Akademie der Wissenschaften in der Sitzung vom 15. Januar 1934 durch A. MÁGOCY-DIETZ ord. Mitglied der Akademie.

² Matematikai és Természettudományi Értesítő XLVI. kötet 1929. év 458—486. lap. Budapest, Franklin-nyomda. — Mathematische und Naturwissenschaftliche Berichte aus Ungarn Bd. XXXVII. 1930. p. 143. Budapest, Franklin-nyomda. — Erdészeti Kísérletek 1931. XXXIII. évfolyam 135. lap. Sopron. Főiskola.

mit der in der I., II., III. Publikation gezeigten, eine aperiodische Schwingungsbahn einhaltenden ontogenetischen Entwicklungserscheinung in engem Zusammenhang gebracht werden. In der IV. Publikation sahen wir auch, dass der Unterschied in der Entwicklung, periodische und aperiodische Erscheinungen zeigender Zellen verursacht wird durch die relative Grösse des Koeffizienten w^2 der biomotorischen Kraft einerseits und des Koeffizienten r^2 , der die Dämpfung veranlasst, anderseits. Die über grosse biomotorische Kraft verfügende sich teilende Zelle hat einen grossen w^2 und einen kleinen r^2 Koeffizienten, also $r^2 < w^2$, während es bei den zur Teilung unfähigen und nur eine ontogenetische Entwicklung zeigenden Zellen umgekehrt ist, $r^2 > w^2$.

Gegenwärtige Studie hat den Zweck, dass ich diese zweierlei Formen der Schwingungsbewegungen, im Ablaufe der Entwicklung der einzelligen Lebewesen, experimentell nachweise. Die allgemeine Überlegung führt dazu, dass es zur Durchführung dieser Untersuchungen am zweckmässigsten sein wird, einen einfachen Organismus zu wählen, als welchen wir zum Beispiel den Gärungspilz *Saccharomyces* kennen.

Bei der Konstruktion des Experimentes ist das Wesen unserer Überlegung, dass: *wenn während der Zellteilung die Grösse der biomotorischen Kraft, beziehungsweise die Arbeitsfähigkeit der biomotorischen Kraft tatsächlich periodisch schwankt, und wenn der Nachkomme eine Arbeitsfähigkeit erbt, die proportionell oder gleich der Arbeitsfähigkeit der Mutterzelle im Moment der Zellteilung ist, so wird die Arbeitsfähigkeit der im Laufe der Zeit nacheinander entstehenden Nachkommen, resp. deren tatsächlich geleistete Arbeit auch eine periodische Schwankung aufweisen müssen.*

Auf Grund dieser Überlegung können wir die periodischen Schwankungen experimentell nachweisen, wenn wir z. B. den Gärungsvorgang mit einer einzelnen Gärungszelle beginnen und aus dieser so entstandenen Mutterkultur von Zeit zu Zeit neue Kulturen anlegen, die wir unter den gleichen physikalischen, chemischen und biologischen Verhältnissen halten, wie die Mutterkultur. Inzwischen messen wir irgend eine Lebenserscheinung, wie z. B. Vermehrung, Wachstum der Zellen, oder ihr Gesamtvolumen, oder ihren Zuckerkonsum, oder die Kohlensäure-, Alkohol-, Glycerin-

zunahme, sowohl der Mutterkultur als auch der Nachkommenkulturen.

Auf Grund meiner I., II. und III. Publikation ist voraus-
zusehen, dass bei jeder Kultur sämtliche oben genannten Lebens-
erscheinungen in ihrem zeitlichen Ablauf, von kleinen Wellen-
bewegungen abgesehen, eine *S*-förmige Kurve ergeben werden,
deren Differentialquotient (wenn wir vorläufig die kleinen Wellen-
bewegungen nicht in Betracht ziehen, sondern nach dem aus-
geglichenen Mittelwert *S* arbeiten) gleich sein wird der mit *s* be-
zeichneten Kurve der aperiodischen Schwingungsbewegung. Infolge
des stetigen Wechsels in der Grösse der biomotorischen Kraft der
Mutterkultur werden die Nachkommenkulturen nicht gleich
arbeitsfähig sein. Also auch unter gleichen biologischen Verhält-
nissen werden sie auch nicht gleiche Anzahl von Zellen oder Zell-
massen gleichen Volumens ergeben, sie werden in gleich grosser
Zeit nicht dieselbe Menge Zucker aufbrauchen, nicht dieselbe
Menge Kohlendioxyd, Alkohol, Glycerin, Bernsteinsäure etc. er-
zeugen, sondern eine ihrer mitgeborenen Arbeitsfähigkeit propor-
tionelle Menge. Es ist klar zu erschen, dass die *S*-förmigen Kurven,
*welche den Entwicklungsgang der Nachkommen zeigen, nicht gleich
steil ansteigend sein werden.*

Um mich deutlicher auszudrücken: Zeichnen wir den Ablauf
dieser Erscheinung in ein rechtwinkliges Koordinatensystem. Auf
die Abscisse zeichnen wir die laufende Zeit der Mutterkultur, und
zwar die Zeitpunkte, in welchen wir die Nachkommen aus der
Mutterkultur zur Überimpfung entnommen haben, und auf die
Ordinate zeichnen wir die Masszahl irgend einer Lebenserscheinung,
welche die Nachkommen in gleichen Zeitintervallen, etwa in je
30 Tagen, zustande bringen, z. B. das entwickelte Kohlendioxyd
in Grammen ausgedrückt. Ist die Anzahl der Nachkommenkulturen
genug gross, so wird es uns gelingen, die so erzielten Punkte zu
verbinden, so dass wir in dieser Verbindungslinie die Kurve einer
periodischen gedämpften Schwingung erhalten, die in ihrem zeit-
lichen Ablauf proportionell sein muss mit dem zeitlichen Ablauf
des Potentials der biomotorischen Kraft, welche in den sich ver-
mehrenden Zellen der Mutterkultur wirksam ist, resp. im Zusammen-
hange steht mit den Grössen der Grundfaktoren w^2 und τ^2 .

Im ersten Momente möchte man meinen, dass die Ausführung dieses Experimentes mit grossen Schwierigkeiten verbunden sei, da man diese Periodizität bei den Nachkommen nur in jenen Ausnahmefällen nachweisen kann, wenn die aus einer einzigen Mutterzelle sich entwickelnden Nachkommen bei ihrer weiteren Teilung dauernd *synchron* bleiben, d. h. die Original-Phase der Mutterzelle einhalten und bei den Nachkommen weder eine Phasenverschiebung, noch ein Phasenvermischung auftritt. Im Falle einer solchen, sagen wir: *reinen Phase*, werden wir die erwähnte Erscheinung erhalten. Wenn aber bei den Nachkommen aus irgendwelchen äusseren oder inneren biologischen Gründen eine *Phasenverschiebung stattfindet*, oder mehrere Zellengenerationen entstehen, die sich nicht in der gleichen Phase teilen, so wird man in solchen *gemischten Phasen* die Periodizität nicht nachweisen können.

Stellen wir uns nun vor, dass wir in $\frac{1}{2}$ l Traubenmost einen *einzelnen* leistungsfähigen Gärungspilz impfen, der sich nun zu teilen beginnt, so wird er in einigen Tagen sich zu Millionen, in einigen Wochen zu Milliarden vermehren. Die Möglichkeit, dass die Nachkommen eine andere Entwicklungsbahn einschlagen, wie die Mutterzelle, ist nicht nur möglich, sondern auch sicher da. Denn wenn wir annehmen, dass die Arbeitsfähigkeit der Mutterzelle mit der in meiner IV. Publikation Fig. 2 (Berichte 1930. 149. S.) gezeigten grossen w^2 und kleinen r^2 Koeffizienten anhebt, so können bei den Nachkommen sämtliche in den 2—10. Fig. vorgestellten und dazwischen liegenden Möglichkeiten auftreten, je nachdem die gelegentlich der Geburt der Nachkommen vorhandenen absoluten Grössen von w^2 und r^2 und je nach ihren relativen Grössen $r^2 < w^2$, $r^2 = w^2$ oder $r^2 > w^2$.

Auf dieser Basis und auf Grund der Erörterungen in meiner IV. Publikation verstehen wir, dass von den sich weiter entwickelnden Zellen die Kräftigsten sich bis zur Original- oder maximalen Arbeitsfähigkeit, die bei gegebenen biologischen Verhältnissen möglich wird, regenerieren werden und diese werden die *Kultur dominieren, sie werden die Vermehrung anführen*, während die minder arbeitsfähigen Zellen und deren Nachkommen auf eine aperiodische Bahn geraten und vom phylogenetischen Kampfplatz verschwinden und unsere Kulturen so wenig stören, wie jene

Nachkommen, deren Grundfaktoren schon vorher das Verhältnis von $r^2 > w^2$ aufgenommen haben und daher auf einer aperiodischen Bahn sich bewegend, ihre individuelle (ontogenetische) Entwicklung beenden.

Wir können also darauf rechnen, dass in den durch Überimpfung aus der Mutterkultur entstandenen Nachkommen die *arbeitsfähigeren jungen, in Teilung begriffenen Zellen dominieren und die Schwächeren überflügeln, wodurch sie führend werden, so dass das Bild der Kultur im Zeichen der kräftigeren Zellen einheitlich wird.*

In unserer Kultur, die eine Viertelmilliarde Zellen enthält, werden jederzeit einige hundert oder mehrere tausend dominierende Zellen vorhanden sein, zwischen welchen Phasenverschiebungen entstehen können, wodurch die erwartete periodische Erscheinung nachzuweisen schwierig sein wird.

Wieso kann unter gleichen biologischen Verhältnissen eine Kultur Phasenverschiebung aufweisen, trotzdem sie aus einer einzigen Anfangszelle herrührt? Darüber können wir noch nicht sprechen, wir sehen ja auch noch nicht das Verbleiben innerhalb einer Phase bewiesen! Über die Phasenverschiebung will ich später, wenn sie sich während des Experimentes zeigt, Gelegenheit nehmen zu sprechen.

Jetzt hingegen müssen wir vorerst annehmen, dass der grösste Teil der von einer einzigen Mutterzelle stammenden dominierenden Nachkommen in der Phase der Mutterzelle verbleibt und dass nur die Zellen mit schwächerem Potentiale Phasenverschiebung aufweisen werden. Und wenn wir mit der Platinnadel eine kleine Menge Gärungspilze herausnehmen um die Nachkommenkultur in Gang zu setzen, werden wir *wahrscheinlich* auch einige in der Phase verbliebene dominierende Zellen mit übergeimpft haben. Da die Zellen mit grossem Potentiale und abweichender Phase in der Kultur rarer sind, ist auch die *Wahrscheinlichkeit* sie überzuimpfen *geringer*, und sie werden daher unsere Kultur nicht «infizieren». Die neben den dominierendem Zellen massenhaft vorkommenden jungen Zellen mit kleineren Potential oder die in noch grösserer Menge vorhandenen alten oder alternden Zellen bedeuten für die Entwicklung des erwarteten Bildes kaum eine Gefahr.

Bekommen wir trotz jeder Vorsicht bei unserem Experiment, das erwartete Bild, die Wellenkurve, doch nicht, so bedeutet dies, dass die *Mutterkultur gemischtphasig* war. In einem solchen Falle bleibt nichts anderes übrig, als das Experiment von neuem zu beginnen, die Fehlerquelle zu eruieren und zu vermeiden.

Bei mehrfacher Wiederholung unseres Experimentes können wir darauf rechnen, dass wir *auch* eine reinphasige Serie bekommen werden, die einen schlagenden Beweis für die aufgeworfene Frage liefern wird.

Damit sind sämtliche zur Vorbereitung des Versuchsplanes notwendigen Gedanken prinzipieller Bedeutung angegeben. Jedoch die technische Ausführung des Versuches, das Einsammeln der Versuchsergebnisse und deren Verständnis erfordert noch vielerlei Überlegungen und Untersuchungen, die ich in folgenden Kapiteln erörtern will:

2. Auswahl des für den Versuch zweckmässigen Organismus.
3. Beschreibung der für die Kultur der Gärungspilze gebrauchten Nährflüssigkeiten.
4. Beschreibung der für die Kulturen benützten Gefässe.
5. Auswahl einer einzelnen Zelle.
6. Das Thermostatzimmer, Beschreibung der Thermostaten.
7. Beschreibung der Versuche und Tabellen der Ergebnisse.

2. Auswahl des für den Versuch zweckmässigen Organismus.

Zum Schlusse meiner IV. Publikation (Berichte: 1930. S. 167) schrieb ich: Die mit der Zellenteilung verbundene periodische Schwingung der biomotorischen Kraft macht die Herkunft der in vielerlei Form sich offenbarenden rhythmischen Erscheinungen verständlich, dann auch die Gewebeevolution, die Reihenfolge in der Entstehung verschiedener Organe, Knospen, Blätter etc. und ihre Herkunft und Lokalisation», ihrer räumlichen Anordnung die wir bisher nicht erklären konnten. Daraus ist zu verstehen, dass die von uns gesuchte periodische Schwankung der Kraft, resp. der Arbeitsfähigkeit auch bei den sich teilenden Zellen der höheren Pflanzen vorhanden ist, und dass sie sich in erster Linie

bei den Initialzellen der Vegetationskegel zeigen wird; denn bei diesen sehen wir die rascheste Zellteilung. Die Cytologie und biologischen Verhältnisse, ferner die genaue Analyse der physiologischen Erscheinungen zeigen uns ausserordentlich interessante Zusammenhänge und Beweise, von denen ich versprach, über sie in einer späteren Publikation Rechenschaft abzulegen. Zum experimentellen Nachweis der gesuchten Erscheinung sind die Zellen der Vegetationskegel doch wenig geeignet, weil wir den Ablauf der Zellteilung bei unseren heutigen Kenntnissen experimentell nicht zu beeinflussen vermögen. Aber besonders darum sind sie für Versuche ungeeignet, weil wir weder die Initialzellen, noch ihre zu verschiedenen Zeiten entstandenen Nachkommen isoliert weiter zu züchten vermögen, und somit können wir ihre Weiterentwicklung nicht gesondert beobachten. Für solche Versuche scheinen vorderhand die einzelligen Lebewesen am geeignetesten zu sein, wo wir jede Zelle absondern und ihre Entwicklung isoliert beobachten können.

Es ist wichtig zu entscheiden, ob für diese Versuche chlorophyllfreie oder chlorophyllhaltige einzellige Pflanzen am geeignetesten wären.

Schon im Frühjahr und Sommer 1904, als ich noch im Dienste der unter der Leitung des kön. ung. Ackerbaumministeriums stehenden Weinbauversuchs- und ampelologischen Institutes arbeitete, machte ich noch nicht publizierte orientierende Versuche an einzelligen grünen Pflanzen. Ich bereitete aus chemisch reinen anorganischen Stoffen Kulturlösungen, in welche ich die auf Baumrinden lebenden und leicht auffindbaren zu den Chlorophyceen gehörenden *Pleurococcus vulgaris* genannte Algen brachte, die sich angeblich nur auf vegetativem Wege vermehren, und versuchte zur Klärung ihrer Ernährungs-, Wachstums- und Fortpflanzungsfrage sie so zu kultivieren, wie ich dies bei den Gärungspilzen beschreiben werde. Diese Versuche erwiesen sich aber ausserordentlich kompliziert und führten zu keinem Ergebnis, wie auch andere grüne Pflanzen für solche energetische Versuche ungeeignet sind, weil wir die hier sich abspielenden Ernährungsvorgänge nicht verfolgen können. Die grünen Pflanzen bereiten sich selbst ihre organischen Nahrungsmittel, ihre Kohlenhydrate etc., und wir können den Grad der

Entstehung und des Verbrauches nicht messen, ohne die Zellen zu verletzen.

Aus dem Verbrauch der elektromagnetischen Lichtenergie können wir den Grad der Assimilation, den Fortschritt in der Erzeugung der Nährstoffe nicht konstatieren, weil das Licht selbst eine solche Energieerscheinungsform ist, welche auch die Physiker nicht genau messen können. Die Assimilationsleistung des Chlorophylls ist ein noch weniger bekannter Hergang, den wir nicht quantitativ messen und beobachten können, so dass wir auf ihn keine quantitativen Zusammenhänge aufzubauen vermögen. Daher ist es am zweckmässigsten, wenn wir die Arbeit des Chlorophylls aus unserem Experiment ausschliessen. Dadurch vereinfachen sich unsere Untersuchungen und vermindern sich die Schwierigkeiten.

Daher ist es am zweckmässigsten einen solchen *einzelligen chlorophyllfreien Organismus zu wählen, der einen fertigen Nährstoff, z. B. Zucker, konsumiert*. Es ist klar, dass wir zwischen Bakterien und Pilzen zu wählen haben. Von diesen sind auch die empfehlenswerter, deren junge Zellen sich rasch von der Mutter ablösen und sich möglichst der Kugelform nähern. Es sollen genug grosse Zellen sein, auf dass ihre mikroskopische Untersuchung leicht falle, sie sollen leicht kultivierbar sein und ihre Biochemie soll einfach und gut bekannt sein, ferner sollen die physikalischen und chemischen Messungen der Lebensvorgänge rasch und pünktlich ausführbar sein. Auf Grund dieser Überlegungen fiel meine Wahl auf die Gärungspilze, auf die Arten des Genus *Saccharomyces*, die noch den Vorteil haben, dass sie längst bekannte, auch in der Industrie wichtige Organismen sind, mit bekannter Biologie und Chemie. Da sie auf dem Gebiete der Brotbäckerei, bei der Wein- und Biergärung, in der Spiritusbrennerei wichtige Organismen sind, verdienen sie die Mühe, untersucht zu werden. Da sie zur Klärung unseres Problemes Vorteile versprechen, musste ich eben sie wählen.

Zur Ausführung des Versuches sind die zur Wein- oder Biergärung, oder die in der Brotbäckerei gebräuchlichen Hefepilze gleich günstig. Ich benützte zu meinen Versuchen jede Art, doch wählte ich in den meisten Fällen den Gärungspilz, der den Tokajer Most in Gärung bringt, *weil ich mit ihm auf die extremsten Möglichkeiten rechnete*. Zur Gewinnung der wilden Weinhefe liess ich mir

zur Zeit der Lese aus Tokajhegyalja durch die kön. ung. Fachschule für Weinbau und Kellerwirtschaft (Tarczal) 10—10 kg Trauben in mein Laboratorium senden, aus denen ich in der üblichen Weise Most bereitete. Einen Teil davon liess ich gären und die hier gewonnenen Hefepilze dienten dann als Ausgangspunkt für die späteren Versuche.

Die Biologie des Genus *Saccharomyces* ist schon seit langem Gegenstand gründlicher Untersuchung. Es steht eine ausgebreitete Literatur zur Verfügung, die sich mit ihr teils aus praktischen, teils aus theoretischen Gesichtspunkten beschäftigt. Diese älteren Untersuchungen haben ein anderes Ziel wie diese meine Studie, so dass ich diese ansonsten wertvollen Arbeiten für meine Zwecke nur selten gebrauchen konnte. Bei einzelnen Versuchen konnte ich ihre Angaben doch verwerten, ich werde mich auf sie gelegentlich berufen.

3. Beschreibung der für die Kultur der Gärungspilze gebrauchten Nährflüssigkeiten.

Zum Studium der Gärungspilze benützte ich sowohl natürliche wie künstliche Nährstoffe. Natürlicher Nährstoff war der Weinmost und Bierwürze, künstlich war eine aus chemisch reinen Stoffen zusammengestellte sehr einfache Flüssigkeit. Für den Versuch, den ich hier beschreiben will, benützte ich aus Tokajer Trauben hergestellten natürlichen Most. Seine Vorbereitung teile ich hier mit, während ich über die anderen Nährstoffe dann sprechen werde, wenn die mit ihnen gemachten Versuche behandelt werden.

Wie erwähnt, bekam ich zur Herstellung des Traubenmostes die Tokajhegyaljaer Trauben von der Tarczal kön. ung. Weinbauschule. Aus den ausgezeichnet gereiften Trauben machte ich auf gewöhnliche Weise Most, die ich in je 10—10 l fassende Glaskolben füllte. Die Flaschen verstopfte ich mit Watte und um die Verdunstung hintanzuhalten, versah ich sie noch mit Papierkappen, sodann sterilisierte ich sie nach bakteriologischen Regeln bei 97—98 ° C. Auf diese Weise bereitete ich mir noch 2—300 l Reserve-most, damit ich im Laufe der Untersuchung nicht etwa aufgehalten sei.

Gelegentlich der Sterilisierung des Mostes achtete ich darauf,

dass die Erhitzung nicht zu lange wahren soll, da sonst der Zucker karamellisiert und die Flüssigkeit dunkel geworden wäre, was die nachherige Untersuchung vielleicht gestört hätte; ja, in zu oft und zu stark sterilisiertem Most gehen solche Veränderungen vor, die für die Entwicklung der Gärungspilze nicht von Vorteil sind. Die 97—98C°, die ich bei meinen Sterilisationen anwandte, ergaben sich daraus, dass mein Laboratorium in Schemnitz 600 m über den Meeresspiegel lag, einen durchschnittlichen Luftdruck von 700—710 mm hatte, so dass das Wasser im Autoclav bei dieser Temperatur kochte.

Die zu sterilisierende Flüssigkeit liess ich im Autoclav noch 10 Minuten, wenn in ihm das destillierte Wasser schon zu kochen begann. Hatte ich die Absicht den Most länger zu halten, so wiederholte ich sicherheitshalber 2—3-mal die Sterilisation nach 3—4 Tagen, immer darauf achtend, dass der Most nicht etwa durch übermässige Erwärmung braun werde.

Einen derartig behandelten Most muss man bei Beginn des Versuches einer gewissen Behandlung unterziehen. Man muss ihn von den in ihm schwimmenden oder am Boden abgesetzten Eiweiss, welches durch das Kochen sich niederschlug, reinigen. Zu diesem Zwecke filtrierte ich den Most durch 2—3-faches schwedisches Filtrierpapier, und war er durch das Sterilisieren doch zu dunkel geworden, so entfärbte ich ihn mittels Knochenkohle.

Zur Entfärbung benützte ich für je 10 l Most cca 25—50 gr «chemisch reine» Knochenkohle. Diese liess ich mit dem Most zusammengemischt 6—12 Stunden stehen und schüttelte die Mischung wiederholt um, sodann filtrierte ich durch mehrschichtiges schwedisches Filtrierpapier. Ich fand zu diesem Zwecke die im Handel erhältlichen gerippten Trichter gut brauchbar.

Der so behandelte Most war farblos oder genug hell und ergab bei neuer Sterilisation keinen Eiweissniederschlag.

Sodann bestimmte ich den Zuckergehalt der Flüssigkeit mit dem FEHLING'schen Verfahren, das spezifische Gewicht mit dem Pyknometer und verteilte die Flüssigkeit in weiter unten beschriebene Kulturkolben, und wenn im Laufe des Experimentes die Reihe an sie kam, impfte ich sie, die Regeln des Versuches vor Augen haltend und notierte pünktlich die Daten der Untersuchung.

4. Beschreibung der für die Kulturen benützten Gefässe.

Die mit natürlichem Most gemachten Versuche führte ich aus in 1 Liter fassenden von *Schott-Genossen* hergestellten Kolben aus Jenaer Glas.

Da ich mich während des Versuches ständig unterrichten wollte von dem Fortschreiten der Lebensprozesse, konstruierte ich den Apparat so, dass er auf der analytischen Wage bequem gewogen werden konnte. Das bei der Gärung entstehende und aus dem Gefässe entweichende Kohlendioxyd verursacht eine Gewichtsverminderung, welche uns genau über den Lebensvorgang orientiert. Die so gewonnenen Angaben sind so wertvoll, dass ich auf ihre genauere Beschreibung später zurückkommen werde.

Zum Verständnis der Apparatur muss ich noch bemerken, dass die entweichende Kohlensäure Wasserdampf mitträgt. Wenn wir diesen nicht auffangen würden, so würde auch dies eine Gewichtverminderung der Kolben verursachen und dadurch die Pünktlichkeit der Daten stören. Dies zu vermeiden, führte ich das entweichende CO_2 durch ein an die Kolben angesetztes Gastrocknerrohr. Dieses ist ein *U*-förmiges Glasrohr, welches man gewöhnlich ein Chlorcalciumrohr zu nennen pflegt. Ich füllte es mit Chlorcalcium oder mit Bimsstein granulirt, welches mit konzentrierter Schwefelsäure getränkt wird.

Beschreibung der Bestandteile des Apparates (siehe Figur 1):

- a) Das 1 Liter hältige Gefäss aus Jenaer Glas.
- b) Der zweifach durchbohrte Kautschuckstöpsel. Die Bohr-
löcher entsprechen den Maassen der in sie zu steckenden und weiter unten zu erläuternden Röhren.
- c) Zur Entnahme der Proben setzte ich ein Glasrohr ein, dessen Maasse sind: äusserer Durchmesser 10 mm, Wandstärke 1 mm und Länge cca 5.5 cm. Durch diese Röhre entnahm ich die Proben und durch sie führte ich auch die Überimpfung durch.
- d) Das sub. c) beschriebene Rohr verstopfte ich vor Beginn des Experimentes mit Watte, vom Beginne des Versuches an aber mit einem Kork- oder Kautschukpfropfen.
- e) Damit ich die mit dem Pfropfen geschlossene Öffnung vor

Staub und Mikroorganismen und vor Verdunstung schütze, setzte ich noch eine Glaskappe, ähnlich einer kurzen Eprouvette von 1·5 cm Durchmesser auf.

f) In die andere Öffnung des Pfropfens setzte ich die Chlorcalciumröhre ein. Ihr äusserer Durchmesser ist 21 mm, Wandstärke

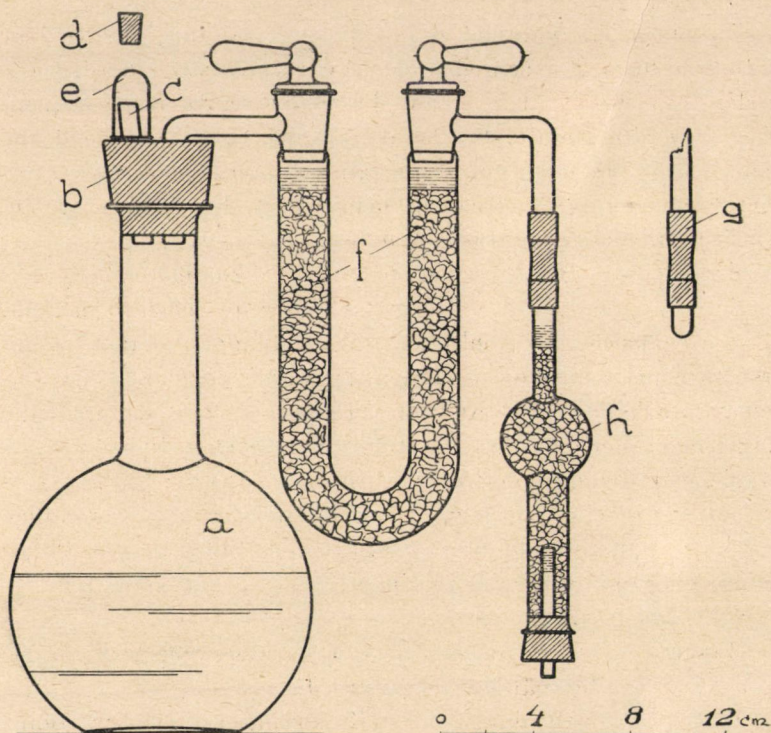


Fig. 1. Konstruktion des Kulturgefässes. (Nähere Angaben sub Punkt 4, im Texte Seite 11—14.)

0·5 mm, Länge 200 mm. Der mit Chlorcalcium oder Schwefelsäure getränkte Bimsstein gefüllte Röhrenteil beträgt beide Äste zusammen, mindestens 35 cm. Damit der absorbierende Stoff in der Röhre nicht zu beweglich sei, presste ich ihn mit $\frac{1}{2}$ cm Asbestwatte nieder. Die U-förmige Röhre kann mit oder ohne Ventile hergestellt werden. Erstere ist vorteilhafter, jedoch teurer. Aber auch die ventillose Trockenröhre ist brauchbar, nur müssen

wir sie über den Korkstöpsel mit einer 0·5—1 cm dicken Paraffinschicht abschliessen, nachdem der Inhalt des Kolben sterilisiert worden ist.

Statt Korkstöpsel und Paraffin könnten wir auch einen Kautschukstöpsel gebrauchen, der aber auch nicht billiger ist wie eine Trockenröhre mit Ventil, ohne deren Vorteile zu besitzen.

g) Sowohl Chlorcalcium als auch die konzentrierte Schwefelsäure zieht das Wasser heftig an sich, nicht nur aus der Ampulle, sondern auch aus der Luft. Mit dem Luftdruckwechsel streicht die Luft in das Gefäss aus und ein, wenn es eine Öffnung hat, und die Feuchtigkeit dieser Luft wird von dem gastrocknenden Stoff absorbiert, wodurch seine Absorptionsfähigkeit leidet, und nach längerer Zeit ganz ausbleibt. Damit dies nicht geschehe, müssen die Trockenröhren versichert werden. Sind Ventile vorhanden, so müssen diese mit Ventilsalbe geschmiert werden, fehlen sie, so werden die hinausführenden Röhren statt der Stöpsel mit an einem Ende geschlossenen Gummiröhren versehen. Diese verwenden wir schon gelegentlich des Sterilisierens der Flüssigkeit und lassen sie bis zum Beginn des Experimentes unberührt.

h) Beim Beginn des Versuches benötigen wir schon die gasausführende Öffnung. Den sub. *g)* erwähnten Gummirohrpfropfen müssen wir mit einer kleineren Trockenröhre austauschen. Diese Ersatztrockenröhren oder Ersatzchlorcalciumröhren dienen dazu, dass während der $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$, manchmal auch ein ganzes Jahr dauernden Versuchszeit, die Feuchtigkeit, welche mit dem Luftdruckwechsel durch die Röhre hineinzieht, aufgefangen werde. Dieses Vorsatzrohr ist ein gerades Rohr von 1·5 cm Durchmesser, welches in der Mitte kugelförmig aufgeblasen ist und dessen Ende zugespitzt ist, damit es mittels einem Kautschukrohres an das Chlorcalciumrohr adaptabel sei. Das Rohr füllen wir mit Chlorcalcium oder mit Schwefelsäure getränkten Bimsstein, sein breiteres Ende verstopfen wir mit Asbestwatte und mit einem Korkstöpsel, der ein dünnes Glasrohr in sich trägt. Nach Beginn des Versuches lassen wir die Ersatztrockenröhre immer auf der Ausführungsöffnung des Kolben, nur bei der Handhabung des Kolben und wenn wir ihr Gewicht bestimmen, entfernen wir sie. Auf diese Art haben wir jede äussere Störung eliminiert.

Damit während der Sterilisation keine Feuchtigkeit zu den Trockenröhren komme, schloss ich den gegen die Nährflüssigkeit gelegenen Hahn der *U*-förmigen Röhre. Auf das andere Ende der *U*-Röhre setzte ich eine mit *h* bezeichnete Ersatztrockenröhre. Hatte die *U*-Röhre keinen Hahn, so schloss ich das freistehende Gasabführungsrohr mit dem sub *g*) beschriebenen Gummipfropfen, der das Eindringen von Dämpfen bis zum nötigen Maasse verhinderte.

Nachdem die Flüssigkeit sterilisiert und abgekühlt ist, werden die Hähne geschlossen, resp. wenn keine vorhanden sind, so wird die Öffnung des Impfkolbens *c*) mit Watta versehen und darüber die kleine schützende Glaskappe gestülpt. Die ins Freie führende Öffnung der Trockenröhre bleibt bis zum Beginn des Versuches mit dem Kautschukstöpsel *g*) bis auf weiteres geschlossen. Hat die Chlorcalciumröhre keinen Hahn, sondern nur einen Korkpfropfen, so wird er nach der Sterilisation mit geschmolzenen Paraffin übergossen. Die derart sterilisierten Lösungen hielt ich bis zum Beginn des Versuches an einem staubfreien, trockenen kühlen Ort, es durfte davon nichts verdunsten. Ihre Impfung und weitere Behandlung werde ich im Kapitel 7 beschreiben.

5. Auswahl einer einzelnen Zelle.

Die im ersten Kapitel dieser Arbeit beschriebenen allgemeinen Überlegungen führten uns darauf, dass wir die gesuchten periodischen Erscheinungen nur in dem Falle erkennen können, wenn die in unserer Kultur gezogenen Zellen in ihrer Vermehrung *reinphasig* sind. Leider haben wir heute noch kein Zeichen, an dem wir die Rein- oder Unreinphasigkeit einer Kultur schon im *voraus* erkennen könnten. Immerhin können wir doch mit Bestimmtheit annehmen, dass wir aus *einer einzelnen Zelle* leichter eine reinphasige Kultur erhalten werden. Darauf begann ich alle meine Versuche mit der Kultivierung von Einzelzellen. Den Grundstein zur Methode der Reinkultur, Einzelzellenkultur legten E. CHR. HANSEN ¹ und R. KOCH ²

¹ HANSEN, E. CHR. Comptes rendus de Carlsberg. 1879. Bd. I. S. 49 u. 197.

² ROB. KOCH. Mitteilung Kais. Ges. Amt. 1881. Bd. 1. S. 27 u. 36.

im Jahre 1879. Viele trugen zu ihrer Entwicklung und Vervollkommung bei, deren Namen anzuführen, ihre Verdienste zu würdigen und ihre Methoden bekanntzugeben nicht Aufgabe dieser Studie ist. Interessenten mögen bei F. HUEPPE,¹ P. LINDER,² C. MEZ,³ L. HEIM⁴ LECHMANN und NEUMANN⁵ S. L. SCHOUTEN,⁶ ALB. KLÖCKER,⁷ FR. LAFAR⁸ nachlesen, wo auch genauere Literaturangaben zu finden sind.

In den Rahmen dieser Studie gehört nur die Beschreibung jener Methode, die ich befolgte.

Ich erwähnte schon, dass ich zu meinen Versuchen die im Tokajer Most lebenden wilden Gärungspilze verwandte, die im Lager des vergorenen Mostes sich befinden. Mein Vorrat war cca $\frac{1}{2}$ l Flüssigkeit, dessen Hälfte Lager war. Zu diesem Vorrat griff ich jedesmal, so oft ich eine Versuchsreihe begann und zu diesem Zwecke eine Einzellenkultur bereiten wollte.

Vor Beginn einer Einzellenkultur frische ich die Lebensfähigkeit der seit Monaten oder Jahren im Lager ruhenden Gärungspilze auf, indem ich sie einer vorbereitenden Kultur unterzog. Diese Vorbereitung nennt PASTEUR eine «*successive Kultur*», BEIJERINCK «*Anhäufungsverfahren*», WINOGRADSKY «*Kulturverfahren*», KLEBS⁹ «*Fraktionierte Kultur*». Damit erzielte ich ausser der Auffrischung des Wachstumsvermögens, durch das oftmalige Überimpfen eine Verminderung der fremden Keime, insbesondere der Essigbakterien und eine Vermehrung der kräftigen Gärungspilze.

¹ HUEPPE, F. Die Methoden der Bacterienforschung. 5. Aufl. Wiesbaden, 1891.

² LINDER, PAUL. Mikroskopische Wasseranalyse in den Gärungsgewerben. 4. Aufl. Berlin, 1905.

³ MEZ, G. Mikroskopische Wasseranalyse. Berlin, 1898.

⁴ HEIM, LUDWIG. Lehrbuch der Bacteriologie etc. Stuttgart, 1898.

⁵ LEHMANN, K. B. und NEUMANN, R. O. Atlas und Grundriss der Bacteriologie und Lehrbuch der speziellen bacteriologischen Diagnostik. I. Teil: Atlas. II. Teil: Text. 3. Aufl. München, 1904.

⁶ SCHOUTEN, S. L. Z. f. Wiss. Mikroskopie. 1905. Bd. 22. S. 10.

⁷ KLÖCKER, ALB. Die Gärungsorganismen. 2. Aufl. Stuttgart, 1906.

⁸ FR. LAFAR. Handbuch der Technischen Mykologie. Bd. I—IV. Jena, 1905. 19. d. 14.

⁹ KLEBS, ARCH. F. Experim. Pathologie. 1873. Bd. I. S. 31.

Zur Überimpfung verwendete ich 50 cm³ grosse FREUDENREICH'sche Flaschen, in welche ich 25 cm³ Tokajer Most gab, den ich bei 97—98 C° 30 Minuten lang sterilisierte. Die Überimpfung geschah mit 0·5 mm dicken, sterilen Platindraht, den ich bis zu $\frac{1}{3}$ höchstens $\frac{2}{3}$ der Flüssigkeit eintauchte. Jeden dritten Tag machte ich aus der jüngsten Kultur eine neue Überimpfung, bei welcher ich die Kultur nicht aufschüttelte, sondern ich nahm mit der Nadel die in der Flüssigkeit schwimmenden *jüngsten* Zellen auf, achtend darauf, dass ich die am Boden des Gefässes liegenden alten Zellen nicht berühre oder aufwühle.

Wir kennen heute die theoretische Erklärung, wieso die Überimpfungen, die Entwicklungsfähigkeit der Zellen steigern, noch nicht, aber die Tatsachen beweisen es und ich nützte diese Erfahrung vorteilhaft aus. Meine späteren Erörterungen werden Licht auf diese Erfahrung werfen.

Eine andere wichtige schon lange bekannte Erfahrung ist, dass die Kulturen durch das mehrmalige Überimpfen in den meisten Fällen von fremden Begleitmikroorganismen gereinigt werden, dass die im Weinlager anwesenden Essiggärung veranlassenden Bakterien fortbleiben, auch andere verunreinigende Mikroorganismen werden in grossem Maasse zurückgedrängt. Aber Reinkulturen können auf diesem Wege nicht erzielt werden! Hingegen sind die auf diese Weise vorbereitete Kulturen geeignet; aus ihnen durch eine verlässliche Methode Reinkulturen herzustellen. Das älteste Verfahren ist die Methode der Verdünnung. Dieses Verfahren (Verdünnungsmethode) benützten BREFFELD¹ (1874), LISTER (1878), FITZ² (1882) zur Herstellung von Reinkulturen verschiedener Mikroorganismen.

Der Reinheit der Kultur können wir aber weder vorher, noch nachher sicher sein. Darum verwandte ich die Verdünnungsmethode bei meinen Versuchen nicht, sondern benützte das vollkommene Sicherheit bietende Verfahren mit festem, durchsichtigem Nährboden.

¹ BREFFELD, OSKAR. Botanische Untersuchungen über Schimmelpilze. 1874. Heft II.

² FITZ, ALBERT. Ber. d. Deutsch. Chem. Ges. 1882. Bd. 15. S. 867.

Die Herstellung von Reinkulturen auf festem Nährboden verdanken wir E. CHR. HANSEN¹ und ROBERT KOCH,² die diese Methode voneinander unabhängig gleichzeitig begannen. Sie besteht im Wesentlichen darin, dass wir sofern es nötig ist, auf der vorher beschriebenen Weise die Lebensfähigkeit der Mikroorganismen verbessern, die Kultur von fremden Keimen reinigen, dann eine geringe Menge von ihr in eine Nährgelatine bringen, welche bei 35—40 C° flüssig wird, so dass die Zellen in sie hineingemischt werden können, welche aber bei Zimmertemperatur (20—25 C°) wieder eine sulzige Masse wird, die die Mikroorganismen an ihren Ort fixiert. Ist die Verdünnung genügend, so können wir die Individuen voneinander gänzlich isolieren. Haben wir die Gelatine auf einer Glasplatte oder Pettrischale ausgebreitet, so können wir die einzeln stehenden Zellen im Mikroskop aufsuchen und auf den entsprechenden Nährboden überimpfen. Falls wir kein Mikroskop verwenden wollen, so können wir nach 2—3 Tagen die mit freiem Auge sichtbaren Kolonien, die sich inzwischen entwickelt haben, aufnehmen, sie in Nährflüssigkeit weiter züchten und sie als eine aus einer einzigen Zelle stammende Kultur für unsere Versuche verwenden.

Um Most, Bouillon, Würze, Milch, Glukoselösung sulzig zu machen, dient eine 10 % Gelatine oder eine 1 1/2 % Agar-Agarlösung. Zu Nährlösungen pflegt man noch zur Förderung der Bakterienentwicklung verschiedene organische und anorganische Stoffe, wie Kochsalz, Fleischextrakt, Pepton etc. zuzusetzen. Ich setzte dem entfärbten und filtrierten tokajer Most nur 10 % reine, durchsichtige, in dünnen Lamellen erhältliche Nährgelatine zu, und ausserdem neutralisierte ich die überschüssige Säure des Mostes mit Kalilauge. Die Gelatine hat nämlich die Eigenschaft, dass wenn sie längere Zeit in saurer Lösung gekocht wird, schwer, resp. erst bei niedriger Temperatur sulzig wird, also leichter flüssig wird. Sie aber unter 25 C° halten ist unzweckmässig, da dies die Behandlung schwerfällig macht. Es ist hier nicht der Platz, dass ich die diesbezüglichen Kenntnisse weiter behandle,

¹ HANSEN, E. CHR. loc. cit.

² ROB. KOCH. loc. cit.

ich verweise daher auf die Arbeiten von C. HEIDE,¹ G. HESS,² W. GAECHTGEUS.³

Manchmal benützte ich zum Starrwerden des Mostes statt der Gelatine eine 1·5 % Agar-Agarlösung. Ihre Erstarrungstemperatur (39 C° und noch mehr) ist jedoch so hoch, dass das Arbeiten mit ihr umständlicher ist, als mit Gelatine. Die höhere Temperatur kann auch die Entwicklungsfähigkeit der Zellen beeinträchtigen, so dass ich lieber Gelatine verwandte. Bezüglich ihrer Herstellung und Behandlung verweise ich auf C. HAEGLER,⁴ C. BLECHER,⁵ H. WALBAUM⁶ und BABUCKE,⁷ LAFAR⁸ (2. Aufl. Bd. I. p. 563) fasst die die Gelatine und Agar betreffenden Kenntnisse gut zusammen.

Zur Herstellung von durchsichtiger Mostgelatine benötigen wir in erster Linie eines durchsichtigen Mostes. Ich habe bereits die Beschreibung dieses Verfahren auf Seite 621 gegeben. Dem entfärbten Moste setzte ich nun 10 % kleingeschnittene reine Nährgelatine zu, liess das ganze bei 50—60 C° 12 Stunden stehen, kochte dann im Autoclav kurz auf und als dann die Quellung vollständig war, filtrierte ich durch schwedisches Filtrierpapier, welches zur Filtration konzentrierter Flüssigkeiten geeignet ist. Diese kristallklare Mostgelatine verteilte ich sofort, so lange sie noch warm war, in vorher sterilisierte FREUDENREICH'sche Flaschen, indem ich in sie je 10 cm³ Mostgelatine mittels vorher erwärmten Pipetten gab. Nun sterilisierte ich im Autoclav 20 Minuten lang bei 97—98 C° und lagerte sie nach Abkühlung auf einen staubfreien kühlen Ort, woselbst die Gelatine erstarrte.

Die aus dem Weinlager genommenen vielen Hefepilze kräftigte ich durch 5—10-maliger nach je drei Tagen ausgeführten Überimpfungen, deren letzte aber nicht in Most, sondern in bei

¹ C. VON DER HEIDE. Arch. F. Hygien. 1897. Bd. 30. S. 82.

² G. HESSE. Z. f. Hyg. 1904. Bd. 46. S. 1.

³ W. GAECHTGEUS. Arch. f. Hyg. 1905. Bd. 52. S. 238.

⁴ C. HAEGLER. Zentralbl. f. Bact. I. Abt. 1895. Bd. 17. S. 588.

⁵ C. BLECHER. Zentralbl. f. Bact. II. Abt. 1905. Bd. 14. S. 415.

⁶ H. WALBAUM. Zentralbl. f. Bact. I. Abt. 1901. Bd. XXX. S. 790.

⁷ BABUCKE. Zentralbl. f. Bact. I. Abt. 1906. Bd. 30. Orig. S. 607.

⁸ LAFAR. Handbuch d. Technischen Mykologie. Bd. 1. S. 563.

25—30 C° flüssig gemachter Mostgelatine geschah. Diese Verflüssigung kann durch Erwärmen an der BUNSEN-Flamme, oder besser und bequemer dadurch erzielt werden, dass wir das Gefäss in einen kleinen auf 35—40 C° geheizten Thermostaten setzen. Die Überimpfung geschieht mit einer 0·5 mm starken, 1 cm tief eingetauchten Platinnadel. Die übergeimpften Zellen werden in der Mostgelatine eine halbe Stunde lang gerüttelt, wobei zu achten ist, dass keine Schaumblasen entstehen. Wir schwenken also nur horizontal.

Nun können wir die Mostgelatine mit den in ihr enthaltenen Zellen auf Glasplatten, Objektträgern oder PETTRI-schalen ausgießen und ausbreiten, um sie im Mikroskop beobachten und die einzeln stehenden bezeichnen zu können, die wir dann zur weiteren Kultur in Most oder in künstliche Nährflüssigkeit überimpfen wollen.

Diesbezüglich machten E. CHR. HANSEN¹ und ALB. KLÖCKER² grundlegende Untersuchungen, in deren Arbeiten die Interessenten die nötigen Ratschläge finden werden. E. CHR. HANSEN's Vorgang besteht darin, dass er in der vorhin beschriebenen Weise die Zellen in der Gelatine durchmischt, einen kleinen Tropfen der Gelatine mit steriler Platinnadel oder Glasstäbchen in warmen Zustande auf ein sterilisiertes Deckglas bringt und ihn in einer 0·2 mm dicke Schichte ausbreitet, so dass die Gelatine einen $\frac{1}{2}$ $\frac{3}{4}$ cm grossen Fleck bildet. Das Deckglas wird nun auf den Ring eines mit Vaseline bestrichenen BÖTTCHER'schen sterilisierten Kammer gelegt, auf dessen Boden man einen Tropfen steriles Wasser legt, um das Austrocknen der Gelatine zu vermeiden.

Wenn nach kurzer Zeit die Gelatinschichte erstarrt ist, so bringen wir das Objekt unter das Mikroskop und durchsuchen es mit 50—100-facher Vergrößerung auf einzeln stehende Hefepilze. Finden wir solche, so prüfen wir sie genauer bei 3—500-facher Vergrößerung darauf, ob sie wirklich Einzelzellen sind, ob in der Nähe keine andere Hefepilze oder die Entwicklung der Kolonie störende Bakterien sich befinden, um dann die gefundene Stelle

¹ HANSEN, E. CHR. Comptes rendus des Carlsberg. 1886. Bd. 2. S. 82.

² ALB. KLÖCKER D. Gärungsorganismen in der Theorie u. Praxis d. Alkoholgärungsgewerbe. Stuttgart, 1900.

mit einem federgezeichneten Kreis oder mit drei Punkten zu markieren, damit sie später leicht wieder gefunden werden können.

Nachdem wir die Zellen bezeichnet haben, können wir die einzelne Zelle sofort überimpfen in eine Weinmost enthaltenden FREUDENREICH'schen Flasche, oder setzen wir die BÖTTCHER'schen Kammern in sterile Glasdosen und diese in einen Thermostat von 20—25 C°, wo die *Kolonien* sich entwickeln und nach 2—3 Tagen mit freiem Auge sichtbar werden. Nun können sie vom Deckglas mit steriler Platinnadel aufgehoben und in sterilem Most oder anderen Nährboden übergeimpft werden.

Die von mir geübte und hier beschriebene Methode entspricht im Wesen der HANSEN'schen Einzelkultur, sie ist nur insofern modifiziert, dass ich im Interesse der besseren Ernährung der

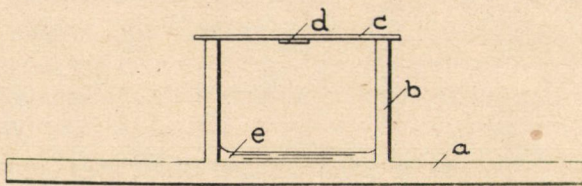


Fig. 2a. BÖTTCHER'sche Kammer.
Instrumente um Einzelzellen auswählen zu können.

Zellen statt der Miniaturkultur Kulturen grösserer Dimension verfertigte, in denen ich dann mit dem Mikroskop die einzelnen Zellen aufsuchte.

Nachdem ich die im tokajer Mostlager lebenden wilden Hefezellen durch fraktioniertes Kultivieren auffrischte, machte ich die 8—10. Überimpfung nicht mehr in Most, sondern in bei 35—40 C° verflüssigter Mostgelatine, die in FREUDENREICH'sche Flaschen gefüllt waren. Die in ihr enthaltenen Zellen verteilte ich in der Flüssigkeit durch halbstündiges Schütteln gleichmässig, worauf ich sie in noch warmen Zustande in 10·5 cm grosse, vorher sterilisierte PETTRI-Schalen goss, in welchen sie, nachdem sie erstarrte, sogleich mikroskopisch untersucht werden konnte.

Ich bestellte meine PETTRI-Schalen in der Glasfabrik so, dass ich sie auch zum Zählen der Zellen benützen konnte; daher liess

ich den Boden der Schale aussen mit geraden, sich kreuzenden Linien in je 0·5 mm Entfernung auf Felder von je 0·25 cm einteilen. Ich wählte Schalen mit nahezu planparallelen 0·5—1 mm dicken Boden. In jede Schale goss ich die 10 cm³ geimpfte und durchgerührte noch flüssige Mostgelatine, so dass die cca 80 cm² grosse Oberfläche von einer 1—1½ mm dicken Schicht bedeckt war. Damit sich die Flüssigkeit auf dem Boden der Schale leicht

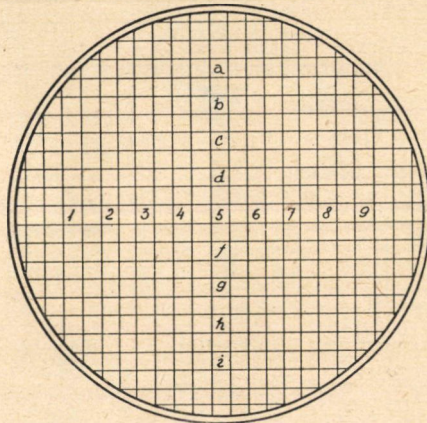
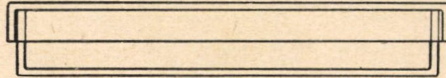


Fig. 2b. oben: PETTRI-Schale (im Durchschnitt).

Fig. 2c. unten: PETTRI-Schale (zur Zellzählung vorbereitet, 0·5 Grösse)

ausbreite, ist es zweckmässig die PETTRI-Schale vorerst auf 35—40 C° vorzuwärmen und die Ausbreitung der Flüssigkeit mit einer 6—8 cm langen sterilen Platinnadel zu fördern.

Stellen wir die PETTRI-Schale auf eine kalte Metall- oder Marmorplatte, so erstarrt die Mostgelatine rasch und wir stürzen nun die Schale um, so dass ihr Boden nach oben sieht und können sofort durch das Mikroskop die einzelnen Zellen heraussuchen. Die Mitte der PETTRI-Schale ist zu dieser Untersuchung am zweckmässigsten, weil hier eine eventuell doch aufgetretene Infektion am wenigsten

wahrscheinlich ist. Das mikroskopische Arbeiten ist so am bequemsten. Ich benützte zur Untersuchung apochromatische Objektive von ZEISS 16, 8 und 4 mm Brennweite und Kompensations-Okulare Nr. 6, 8, 12. Mit der schwächeren 100—500-fachen Vergrößerung suchte ich die in den Quadraten des PETTRI-Schalensbodens befindlichen Zellen, die ich dann bei stärkerer Vergrößerung darauf hin ansah, ob sie auch wirklich alleinstehend seien und ob in ihrer Nähe nicht irgendwelche fremde Mikroorganismen wären. Die grosse Brennweite dieser Objektive macht die Durchsichtung der am Grunde der PETTRI-Schale befindliche 1—1·5—2·0 mm starken Schichte recht bequem.

Die Untersuchung muss rasch von statten gehen, damit nicht inzwischen eine Zellteilung vor sich gehe. Natürlich müssen wir vereinzelt stehende Zellen aufsuchen, die Verdünnung ist so hochgradig, dass eine Berührung von Zellen selten vorkommt. Hingegen ist das Durchsuchen mühsamer.

Ist es uns gelungen bei der mikroskopischen Durchsichtung geeignete Zellen zu finden, so ist es zweckmässig dieselben sofort in eine Nährlösung, eine Weinmost enthaltende FREUDENREICH'sche Flasche überzuimpfen, oder wenn wir die Zellen in Kolonien züchten wollen, ihren Ort mit Tinte, Tausche oder Lackfarbe und einer feinen Feder gezeichneten kleinen Kreis, drei Punkte oder Strich zu bezeichnen, oder auch die Zahl und Buchstaben des Netzwerkes der PETTRI-Schale aufzuschreiben. Im Interesse des Arbeitserfolges ist es vorteilhaft, wenn wir nicht nur eine, sondern 10—20, oder mehrere alleinstehende Zellen bezeichnen, damit wir nach ihrer Entwicklung die allerkräftigsten aussuchen können.

Meine auf diesem Gebiete gemachte Erfahrung zeigt, dass wenn wir die Zelle zufällig in der Zeit der maximalen Teilungsperiode finden, so ist es wegen der raschen Vermehrung schwer, Einzelzellen zu treffen. Können wir die Doppelzelle sicher als Mutter- und Tochterzelle feststellen, so gibt das zu Komplikationen keinen Anlass, da wir sie ja als von einer Zelle stammend betrachten. Wollen wir aber jeden Zweifel ausschliessen und ganz sicher von einer Einzelzelle ausgehen, so ist es bei rascher Zellteilung zu empfehlen, die obenbeschriebene Arbeit, angefangen von der Überimpfung aus dem Most in Mostgelatine, 5—6 stündlich zu wieder-

holen, so lange, bis in der Zellvermehrung ein Stillstand eintritt, in dem wir dann die Auswahl bequem ausführen können.

Wir können mit den ausgewählten Zellen auf zweierlei Art Kulturen erzeugen, entweder so, dass wir die ausgewählten Zellen in der Gelatine belassen, so dass sie dort zu Kolonien auswachsen, deren Schönste wir dann in FREUDENREICH-Flaschen übertragen, oder so, dass wir die einzelnen Zellen sofort aufnehmen und sie in FREUDENREICH-Flaschen, jeden dritten Tag in neuem Most überimpfen. Beide Arten haben ihre Vorteile und Nachteile.

Das erstere Verfahren geht so vor sich, dass wir nach Aufsuchen und Bezeichnen der alleinstehenden Zellen, die PETTRISchale in eine grössere sterile Glasdose geben und diese in einen Thermostat von 20—30 C° setzen. Mein Thermostat war auf 22·5 C° eingestellt, auch die untersuchten Kulturen zog ich bei dieser Temperatur. Bei dieser Temperatur gaben die Zellen am 2—3. Tag mit freiem Auge sichtbare Kolonien. Diese prüfte ich mit dem Mikroskop, ob nicht in ihrer Nähe eine störende Kolonie oder Mikroorganismen wären. Zeigte die kleine Kolonie ein unbeanstandetes Bild, so benützte ich sie für weitere Impfungen. Ich nahm einen kleinen Teil von ihr mit einer 0·5 mm starken Platinnadel auf, und übertrug ihn in eine mit 25 cm³ sterilen Most gefüllten FREUDENREICH-Flasche. Die Kultur überimpfte ich jeden dritten Tag bis zur Ausführung des Hauptversuches. Diese in kurzen Zeiträumen wiederholte mehrmalige Überimpfung ist schon darum von Vorteil, weil wir den Beginn des Hauptexperimentes um 5—10 Tagen bequem aufschieben können. Bei diesem Verfahren kann ein trübendes Moment eintreten. Es kann geschehen, dass wir unsere Hauptkultur statt mit einer reinphasigen, mit einer gemischtphasigen beginnen, wodurch der Erfolg der Versuchsserie vereitelt oder getrübt wird.

In solchen Fällen können die Phasenverschiebungen von ungleichmässigen Kulturverhältnissen auf der Gelatinplatte entstehen. Es ist begreiflich, dass von den viel tausend Zellen, aus der die kugelförmige Kolonie besteht, die aussen liegenden, mit der Gelatineplatte in unmittelbarer Berührung stehenden Zellen vollkommener ernährt werden, als die im Inneren der Kolonie oder auf der Oberfläche der Kultur stehenden. Dadurch

kann eine Verschiebung im zeitlichen Ablauf der Entwicklung entstehen, was mit dem Begriff der Phasenverschiebung identisch ist. *Je dünner die Gelatineschicht, desto leichter kann eine Phasenverschiebung in der Entwicklung der Zellen entstehen. Das ist der Grund, warum ich statt der 0·2 mm dicken Gelatinschicht HANSEN'S die in PETTRI-Schalen gegossene 1·5—2·0 mm dicken Gelatinkulturen benützte.*

Um die Phasenverschiebung zu vermindern, ist es zweckmässiger die oben erwähnte zweite Methode zu benutzen, d. h. *die ausgewählte Einzelzelle von Gelatinplatten sofort auszulösen und sie im FREUDENREICH-Kolben in Most weiter zu kultivieren* und um die Arbeitsfähigkeit der Zellen zu steigern, ist es vorteilhaft, sie jeden dritten Tag in frischen Most zu übertragen. Es ist nicht zu verschweigen, dass auch diese Methode ihre Schattenseiten hat, u. zw. dass wir nicht wissen, ob die von der Gelatin-Platte aufgehobene Zelle sich kräftig entwickeln werde. Dagegen kann man nichts tun, als dass man eben mehrere Einzelzellen aufhebt und kultiviert und dann diejenige auswählt, welche im FREUDENREICH-Kolben, nach mehrmaliger Überimpfung die stärkste Entwicklung zeigt.

Die Stärke der Entwicklung können wir erkennen an der Zahl der in gleichen Zeiten, z. B. in drei Tagen zustande gebrachten Zellen, oder an der Menge des vergorenen Zuckers, oder an der Menge der entstandenen Kohlensäure etc.

Man könnte auch eine *Kolonie*, die aus einer Einzelzelle auf der Gelatinplatte sich entwickelte, in den Kulturkolben impfen und mit der sich hier entwickelnden Kultur die weiter unten zu beschreibenden Untersuchungen vornehmen. Ich machte mit dieser Methode einige Versuche und erhielt fast immer gemischte Phasen, was, wie gesagt, aus der ungleichmässigen Ernährung und anderer biologischen Verhältnisse an der Aussen- und Innenfläche der Kolonien begreiflich ist.

Weniger ist gegen das Verfahren einzuwenden, wenn wir eine Einzelzelle, die wir auf der Gelatinplatte aussuchen, *direkt* zum Hauptversuch verwenden. Eine Phasenverschiebung ist hier weniger wahrscheinlich, aber wir können nicht im Voraus wissen, ob die zufällig ausgewählte Zelle *genügend* *entwicklungsfähig* sein werde.

Wollen wir also sehr streng sein und uns unbedingt versichern, dass unsere Kultur aus einer Einzelzelle stammt, so *wiederholen wir eben mehrmals nacheinander die beschriebene Auswahl der Einzelzelle.*

Zusammenfassend empfehle ich als derzeit Bestes: Wir geben nach mikroskopischer Untersuchung die Zelle sofort in den FREUDENREICH-Kolben, überimpfen dreitägig 5—10-mal, um die Lebhaftigkeit der Entwicklung zu steigern. Gelegentlich der Überimpfungen schütteln wir die kleinen Kolben nicht um, damit wir stets die an der Oberfläche schwimmenden jüngsten Zellen in die Kultur übertragen. Nachdem wir die 3. Gelatinplatte gegossen haben, wird diese geimpft aus der unaufgerüttelten Flasche, in welcher wir eine Kultur haben, die wir erhielten, indem wir nach je drei Tagen 5—10-mal überimpften. Der Sicherheit halber ist es empfehlenswert 20—30 Zellen aufzunehmen, sie in gleicher Weise zu behandeln und die als Energischeste sich erweisende zum Versuche zu verwenden.

So werden wir sicher eine sogenannte Reinkultur haben, aber damit haben wir noch nicht sicher erreicht, dass der *Entwicklungsgang* unbedingt in der *Phase verbleibt*, weil es noch eine Menge von heute noch wenig oder garnicht bekannten Faktoren gibt, die eine Modifikation der Phase verursachen, Wirkungen, die zu beobachten und zu bereinigen Gegenstand späterer Untersuchungen sein soll.

6. Die Thermostatkammer und die Thermostaten.

Bekanntlich wird die Entwicklung der Lebewesen von der Temperatur stark beeinflusst, daher können wir die Ergebnisse physiologischer Untersuchungen nur dann miteinander vergleichen, wenn wir nebst anderen die Entwicklung beeinflussenden Faktoren auch die Temperatur in Betracht ziehen.

Da diese Untersuchung nicht zur Aufgabe hatte, speziell die Wärmewirkung zu studieren, konnte ich meine Versuche am einfachsten dadurch miteinander vergleichbar machen, dass ich die Mikroorganismen bei konstanter Temperatur züchtete. Diese erreichte ich mit Thermostaten, die ich in sorgfältig vorbereiteten und gut regulierten Thermostatzimmern aufstellte.

In folgenden gebe ich die Beschreibung des Thermostaten und des Thermostatzimmers.

Das Thermostatzimmer war ein von fünf Seiten durch Nachbarlokalitäten geschütztes, ebenerdiges, nach Norden sehendes Zimmer der botanischen Lehrkanzel der Schemnitzer Hochschule für Berg- und Forstingenieure. Sonnenstrahlen erreichten es nicht, gegen Nordwind war es durch dicht angepflanzte Fichten geschützt. Das Zimmer war 6×6 m gross, 4.5 m hoch, laboratoriummässig möbliert und mit gut schliessenden Vorhängen versehen, die bei windigem Wetter auch einen guten Schutz gegen Temperaturschwankungen boten.

Der wichtigste Einrichtungsgegenstand des Zimmers war ein mit gutem Thermoregulator versehener Gasofen, der die Temperatur mit einer Schwankung von ± 1 C° konstant auf cc. 20° hielt. Der Gasofen, der entsprechend dem Rauminhalt des Zimmers gebaut wurde, war von Siemens.

Den Gasregulator erzeugte Fritz Köhler Universitätsmechaniker, Leipzig, in Proportion zum Gasofen. Die Ein- und Ausschaltung des Regulators besorgte ein empfindliches Thermometer.

Die Thermostaten erzeugte 1907 F. M. Lautenschläger Berlin. Es waren drei gleich grosse $1000 \times 800 \times 800$ cm (inneres Mass), in der Mitte des Zimmers aufgestellt.

Die Wärmeregulierung geschah in zweierlei Weise, mit Gas und Elektrizität gleichzeitig. Als Gasthermoregulator benützte ich LAUTENSCHLÄGER's patentierten «Thermoregulator aus Metall», der die nötige Gasmenge zuströmen liess.

Der Gasregulator besorgte die grosse Einstellung, mit der ich den Apparat auf 22 C° stellte, während ich die feine Regulierung auf 22.5 C° mit elektrischer Heizung erreichte. Der Heizkörper bestand aus einer Platinspirale, welche ihre Wärme dem in Boden des Schrankes befindlichen Wasser übergab. Den elektrischen Strom regulierte der Thermoregulator. Die so erreichte Temperatur hatte mit einer Pünktlichkeit von ± 0.1 C°, 22.5 C°. Es kam nur ganz selten vor, dass bei grossen und starken Schwankungen der Aussentemperatur die Kompensation ungenügend gewesen wäre.

Im Wasserraum des Thermostaten und in seinem Luftraum waren genügend viele und empfindliche Thermometer aufgestellt,

{ 5

mit denen ich die jeweilige Temperatur kontrollierte. In einem Thermostaten, in welchem ich das wichtigste Glied der Versuchsreihe, die Mutterkultur hielt, war auch ein Registrierthermometer, mit dem ich mich der Pünktlichkeit der Kontrolle versicherte.

Diese die Thermostaten betreffenden Beschreibungen und Beststellungsangaben sind in LAUTENSCHLÄGER's (Berlin) Modellen Nr. 856 und 879 (1906) gebucht. Die Firma wird den Interessenten gerne genauere Aufklärungen geben.

7. Beschreibung der Versuche und tabellarische Übersicht der Resultate.

a) *Das Impfen der Kulturen.*

Ich betonte wiederholt, dass der Hauptzweck dieser Arbeit ist: die periodische Schwingung der Arbeitsfähigkeitskurve experimentell sichtbar zu machen. Zu diesem Zwecke brauchen wir eine Mutterkultur und viele von Zeit zu Zeit von der Mutterkultur entnommene Nachkommen. Es ist zweckmässig vor der Überimpfung das gehörig adjustierte Kulturgefäss auf 24 Stunden in den auf 22.5 C° gestellten Thermostat zu stellen, damit die Flüssigkeit diese Temperatur aufnehme und sämtliche Versuche unter gleichen Verhältnissen begonnen werden können.

Unser erstes ist, einen der bereitgehaltenen Kolben mit im Kap. 5 beschriebenen, in FFEUDENREICH-Flaschen rein kultivierten, hoffentlich reinphasigen Zellen zu impfen.

Zur Beruhigung machte ich zwei solche Impfungen, deren eine als Mutterkolonie galt und der eigentliche Gegenstand der Beobachtung war. Aus ihr entnahm ich den Stoff zur Impfung der Nachkommen. Das zweite Exemplar diente zur Kontrolle der Entwicklung der Mutter. Die Kontrolllore behandelte ich genau so, wie die Mutter.

Zur Impfung benützte ich 0.5 mm starke, 10 cm lange Platinnadeln, die in einem cca 20 cm langen Glasstab eingeschmolzen waren. Bei Nichtgebrauch verwahrte ich sie in etwa 30 cm langen Glasröhren. Vor jedem Gebrauch sterilisierte ich sie bei 105 C°, die Nadel selbst glühte ich aus.

Damit die Umstände, unter welchen die Impfung vor sich

ging, gleich seien, tauchte ich die Nadel jedesmal 1 cm tief in den Impfstoff. Sodann nahm ich die eprouvettenförmige Schutzkappe von der Impfföffnung des Kolbens ab, entfernte den Wattaverschluss, führte die Nadel ein, und wusch die auf ihr befindlichen Zellen in der Nährflüssigkeit. Die Impfföffnung des Kolbens verschloss ich dann mit einem sterilen Korkstöpsel und setzte die Schutzglaskappe wieder auf. Dann nahm ich den Kautschuekrohrverschluss vom Ende des U-förmigen Chlorcalciumrohres ab, wog den Kolben auf einer analytischen Wage auf die Genauigkeit von 0.001 gr ab, setzte die in Kap. 4 beschriebene Ersatzchlorcalciumröhre wieder auf und setzte das ganze in einem auf 22.5 C° gestellten Thermostat zurück.

In dieser Weise behandelte ich die Mutterkultur und ihren Kontrollor, wie auch alle ihre Nachkommen.

b) *Datensammlung zur Herstellung der die ontogenetische Entwicklung zeigenden S-förmigen Kurse.*

Jedwede Funktion in der Entwicklung der Lebewesen wird den Gang der S-förmigen Kurve ergeben. Gleich ob wir die Abnahme des Zuckergehaltes in der Nährflüssigkeit der Gärungspilze, oder die Anzahl der Zellen, oder deren Gewicht oder Volumen messen, oder die entstandenen Nebenprodukte, wie z. B. Kohlensäure, Glycerin, Bernsteinsäure usw. wägen. Bei jederartigen Untersuchung werden wir im *allgemeinen* auf dieselbe Gesetzmässigkeit stossen. (Die feineren Unterschiede welche ich später ausweisen werde, bemerken wir vorläufig so auch nicht.)

Das Messen dieser Lebenserscheinungen ist aber nicht in gleichem Masse bequem. Die Bestimmung der Zuckerabnahme, der Zellenzahl, des Gewichtes und Volumens, das Messen der Glycerin- oder Bernsteinsäuremenge ist eine mühsame Aufgabe. Wir mussten aus der Kultur von Zeit zu Zeit Proben entnehmen und sie quantitativ bestimmen. Die Probenentnahmen vermindern auch die Verlässlichkeit des Experimentes, da die Messungsangaben stets auf die Menge der Anfangsflüssigkeit bezogen werden müssen. Die Berechnungen sind nicht nur mühsam, sondern auch weniger verlässlich, wie die unmittelbaren Messungen.

Im Falle der Gärung ist die einfachste Methode die Bestimmung des entweichenden *Kohlendioxydes*. Wenn wir den Kolben von Zeit zu Zeit wägen, wird der Gewichtsverlust das Gewicht der entwichenen Kohlensäure anzeigen. Die vom Beginn der Gärung bis zu einem $t_1, t_2, \dots t_n$ Zeitpunkt entstandene CO_2 Menge in Grammen werden eine *S*-förmige Kurve ergeben.

Nachdem wir den Ablauf der Gärung aus dem Gewichtsverlust bestimmen wollen, ist es wichtig, dass das entstandene CO_2 vor dem Wägen aus der Flüssigkeit und aus dem Gasraum des Kolbens sich auch wirklich entferne. Die gärende Flüssigkeit hält immer einen Teil der entstandenen CO_2 zurück. Die Menge des Zurückgehaltenen hängt von der chemischen Qualität, von der Konzentration, Temperatur, Luftdruck etc. ab. Hier spielt es eine Rolle, ob die Flüssigkeit ruhig steht oder aufgerüttelt ist. Eine ruhig stehende Flüssigkeit hält mehr Gas zurück, als eine aufgerüttelte, die ihr Gas bis zu einer konstanten Grösse entweichen lässt. Damit also unsere Aufgaben miteinander vergleichbar seien, schüttelten wir vor jedem Wägen den Kolben 10 Minuten lang. Beim Schütteln des Kolbens und bei jedweder Behandlung desselben, fassten wir ihn stets mit behandschuhter Hand an. Wenn nämlich die Hand schwitzt oder sonst unrein ist, so könnten die an den Kolben sich ansetzenden fremden Stoffe Messungsfehler verursachen. Der weitere Vorgang ist im Wesentlichen der, dass wir täglich, möglichst zur selben Stunde, das Kulturgefäss abwägen, um aus dem Gewichtsverlust die entwichene Kohlensäure zu bestimmen. Es ist zweckmässig die Kontrollkulturen täglich um 8—10^h Morgens, die Mutterkultur um 10^h vorzunehmen. Hauptgegenstand unserer Untersuchung ist die Beobachtung der Veränderung in der Arbeitsleistungsfähigkeit der Mutterkulturzellen, resp. der aus ihnen entstandenen Zellen. Die Veränderung werden wir aus der Entwicklungsfähigkeit der Nachkommen erkennen, daher ist es wichtig, nicht nur die Mutterkultur zu wägen, sondern aus ihr auch so oft Überimpfungen vorzunehmen, dass wir durch die hier gefundenen Punkte die periodische Schwankung konstruieren können. Dies hängt davon ab, wie vielstündlich sich die Periode unserer Zellen wiederholt. Wissen wir das nicht, so ist es zweckmässig, täglich eine Überimpfung vorzunehmen. In der Mutter-

kultur sind am ersten Tage nach der Überimpfung so wenig Zellen, dass es geschehen kann, dass wir auf die in sie eingetauchte Platinnadel vielleicht keine Zelle bekommen und die Überimpfung aus ihr nicht gelingt. Dasselbe kann auch gegen Schluss des Experimentes passieren, wenn die Kultur wohl reich an Zellen ist, aber nur wenig teilungsfähige Zellen enthält, deren Arbeitsfähigkeit so gering ist, dass sie nur nach einer längeren Regenerationszeit imstande sein werden, sich wieder kräftiger zu entwickeln, oder es kann auch geschehen, dass es überhaupt zu keiner Regeneration mehr kommt, so dass die Gärung nicht mehr anhebt.

Die Technik des Wägens der Kulturgefäße ist folgende: Jede Kultur wird vor dem Abwägen 10 Minuten in behandschuhter Hand geschüttelt, zu welcher Gelegenheit die mit *h* bezeichneten Ersatzchlorcalciumröhre von der *U*-förmigen mit *f* bezeichneten (Fig. 1) Röhre abgenommen wird. Während des Schüttelns müssen wir darauf achten, dass der stark schäumende Most nicht in die Chlorcalciumröhre überlaufe. Schäumt er zu sehr, so werden wir das Schütteln unterbrechen. Nun werden wir den Kolben auf einer bis zu 1000 gr arbeitenden analytischen Wage mit einer Pünktlichkeit von 0.01, oder wenn möglich, 0.001 gr abwägen, die Zeit und Gewichtsangaben in die vorbereitete Tabelle einzeichnen, in die wir das Anfangsgewicht des Kolbens nach der Impfung schon eingeschrieben haben. Sodann schreiben wir die Temperatur des Thermostaten und den Luftdruck ein. Die Notierung der Temperatur ist zum Zwecke der Thermostatkontrolle wichtig, die Luftdrucknotierung und Temperaturangabe brauchen wir, wenn wir die Kohlensäuremenge auf Normalraum reduziert berechnen wollen, denn nur diese Angaben sind miteinander vergleichbar. Zur Kontrolle unserer Thermo- und Barometerangaben können wir das im Thermostat befindliche Registrierthermometer und das im Laboratorium befindliche Registrierbarometer benutzen, die wir wieder ständig mit Normalthermo- und Barometern vergleichen.

Wurde aus der Kultur nichts zur Überimpfung oder Probe entnommen, so können wir den Kolben gleich, nachdem er gewogen wurde, mit der Ersatzchlorcalciumröhre versehen und in den Thermostat zurückstellen, anderenfalls aber wird er gewogen, der Gewichtsverlust mit Anmerkung «Probeentnahme» notiert, dann

erst mit der Chlorcalciumröhre versehen in den Thermostat gestellt. Die Temperatur des Thermostatzimmers ist 20 C°, des Thermostats 22·5 C°. Daher ist es zweckmässig die Gärungsgefässe nur möglichst kurze Zeit an der niedrigeren Zimmertemperatur zu halten, da sonst Fehler entstehen können.

Die Gewichtsverminderung zeigt sich am zweiten oder dritten Tage nach der Überimpfung. Das Aufschütteln befördert die Entwicklung der Gährungspilze. Die auf den Boden gesetzten und aufeinander geschichteten Zellen sind von den Nährstoffen abgesondert, während sie ihnen durch das Aufschütteln leichter zugänglich gemacht werden. Die Versuche laufen also nur dann unter gleichen physikalischen, chemischen und biologischen Verhältnissen ab, wenn nebst den anderen Faktoren auch das Schütteln und Wägen konform geschieht.

c) *Versuchsergebnisse, Motivierung ihrer Korrekturen, und ihre Ausführung.*

Die in folgenden zu beschreibenden Versuchsreihe begann ich am 31. Januar 1915. Ich machte eine Mutterkultur, mit ihr gleichzeitig eine Kontrollkultur, dann in mehrtägigen Zeitintervallen 18 Nachkommen. In der Versuchsreihe erhielt die Mutterkultur die Nr. 61, die Kontrolle Nr. 62. Die Nachkommen hatten die Nr. 63—80. Versuch Nr. 64 zerbrach in den ersten Tagen, die übrigen prüfte ich über ein halbes Jahr, die wichtigeren über ein ganzes Jahr.

Die Ergebnisse der Kulturen 61 und 62 stelle ich in der I. und II. Tabelle, die Nachkommenden Nr. 63—76 in der III—XVI. Tabelle vor. Die Tabellen sind auf gleicher Basis erhalten worden, da aber die Wägungen nicht gleichzeitig geschahen, konnten die Ergebnisse der gesamten Untersuchungen nicht in eine Tabelle zusammengefasst werden.

Die senkrechten Kolonnen 1, 2, 3 zeigen die Zeit, Jahr, Monat, Tag, Stunde, Minute an. In Kolonne 4 ist die seit 31. Januar 1915 10^h Vormittag, also der Impfung, verstrichenen Tage; in der 5. Kolonne die seither verstrichenen *t* Stunden ersichtlich. Kolonne 6 zeigt die Temperatur des Thermostaten an, Nr. 7 ist der Barometerstand auf Normalstand 0 C°, Meeresspiegel und 45° Breitengrad

reduziert. Nr. 8 zeigt den Gewichtsverlust der Kulturgefässe an, der durch die entwichene Kohlensäure verursacht wird. In Kolonne 9 stehen die korrigierten Gewichtsangaben des Kohlendioxydes, die die richtigen Werte repräsentieren und auf Grund deren unsere Untersuchungen und Vergleichen geschehen müssen.

Über die Angaben der Kolonnen 1—6 ist nichts zu bemerken. Auch die Reduktion der Barometerangaben ist nichts Neues, der Umrechnungsvorgang ist in jedem meteorologischen Fachbuche zu finden.

Hingegen muss ich Aufklärung erteilen über die Korrektur der Angaben in Kolonne 8, die vorzunehmen ist, um die definitiven Angaben der Kolonne 9 zu erhalten. In Kolonne 8 ist der durch Wägen konstatierte Gewichtsverlust eingeschrieben. Diese Angabe stimmt mit dem Gewicht des aus den Kolben entwichenen CO_2 überein. Sie gibt aber nicht das Gewicht des gesamten bei der Gärung entstandenen CO_2 an. Hätte ich bei Beginn des Versuchs die Kulturflüssigkeit und den Gasraum des Kulturgefässes mit CO_2 gefüllt, so dass bei Beginn des Versuches sofort Kohlensäure entwichen wäre, dann hätte der Gewichtsverlust die gesuchte Grösse ergeben. In unserer Flüssigkeit und im Gasraum war aber zu Beginn Luft enthalten, die bei stärkerer Gärung in einigen Tagen durch die CO_2 ganz verdrängt wurde. Ich hätte also die gesamte Kohlensäure nur dann abwägen können, wenn ich sie vor jedem Wägen aus dem Gasraum und der Flüssigkeit hinausgetrieben und mit Luft ersetzt hätte und so das Gewicht des Kolbens bestimmt hätte. So hätten die Wäageergebnisse miteinander verglichen werden können. Da ich dies unterliess, bedeutet die im Kolben verbliebene Kohlensäure einen Fehler, ich notierte konsequent weniger CO_2 , als entstanden war. Ich muss also die Grösse des Fehlers bestimmen, indem ich das Gewicht der in der Flüssigkeit und im Gasraum befindlichen Kohlensäure im Interesse der Korrektur messe und ihr Gewicht zu dem Wäageergebnis jedesmal hinzuaddiere.

Die Menge des absorbierten und im Gasraum befindlichen CO_2 bestimmte ich in den Versuchen (vom 20. Februar bis 6. März 1906) Nr. 400—464, deren genaue Beschreibung ich gelegentlich der

Publikation derselben geben werde, jetzt aber beschränke ich mich nur auf die notwendigsten Angaben.

Die Kulturgefässe, Chlorecalciumröhren und deren Ausrüstung, somit auch der Rauminhalt der Gefässe, die ich zur Versuchsreihe 400—464 benützte, sind identisch mit den in Versuch 61—80 gebrauchten. Die Anfangsmenge der in den Kulturgefässen enthaltenen Flüssigkeit ist überall 500 cm^3 . Am 20. Tage der Gärung, genau nach 480 Stunden war der Rauminhalt der im Versuch Nr. 16 gärenden Flüssigkeit im Mittelwerte 497.42 cm^3 , in welchem bei durchschnittlich 701.5 mm Luftdruck 0.190 gr CO_2 absorbiert war, während im Gasraum des Kolbens 1.177 gr CO_2 , also im Gefässe zusammen 1.37 gr CO_2 enthalten war. Diese Grösse ist es, welche bei den Wägungen als durchschnittlicher Fehler fungiert. Da in den Versuchen 61—80 und 400—464 keine wesentliche Abweichung vorkommt, müssen wir 1.37 gr CO_2 -Korrektur bei jeder Wägung hinzuaddieren, bei welcher die Luft aus der Flüssigkeit und dem Gasraum durch CO_2 vollkommen hinausgetrieben ist. Dies pflegt dann der Fall zu sein, wenn aus dem Kolben bereits $2—2.5 \text{ gr CO}_2$ entwichen ist.

Die gärende Flüssigkeit verliert ihre Luft sehr bald, da der Sauerstoff von den Pilzen verbraucht wird, der Stickstoff aber von der Kohlensäure vertrieben wird.

Bei intensiverer Gärung veranlasst das dem Wägen vorangehende Schütteln eine starke Schaumbildung. Der Schaum verdrängt die Luft bis zum Halse des Kolbens, und wenn die Schaumblasen platzen, bleibt im Kolben reine Kohlensäure. Dies erklärt uns, warum $2—2.5 \text{ gr}$, also cca $1—1.3 \text{ l CO}_2$ den cca 575 cm^3 fassenden Gasraum des Kolbens reinigt.

Komplizierter ist der Fall, wenn zu Beginn des Versuches im Gefässe noch Luft mit Kohlensäure gemischt enthalten ist. Das Gewicht der von Stunde zu Stunde sich bildenden CO_2 ist schwer zu messen. Die Analyse des Zuckergehaltes der Flüssigkeit würde uns genauere Information geben, diese aber würde durch starkes Schwinden der Nährflüssigkeit im Ablauf des Versuches Störungen verursachen. Da wir es hier nur mit einen kleinen Stück der S-förmigen Kurve zu tun haben, bestimmte ich diesen Teil mittelst graphischer Interpolation so, dass ich die in Tabelle I—XVI

Kolonne 8 enthaltenen rohen CO_2 Angaben auf einen Bogen Millimeterpapier aufzeichnete. Auf die rechtwinklige Koordinate trug ich Zeit und CO_2 auf. Sei die Zeit, die Abscisse $1\text{ mm} = 2\text{ Stunden}$, sei die Ordinate die CO_2 -Grösse, $1\text{ mm} = 0.1\text{ gr } CO_2$.

Durch die so aufgetragenen CO_2 -Grössen können wir eine die Durchschnittsgrössen bedeutende provisorische CO_2 Kurve ziehen. Von dem Moment, in welchem das Gewicht der CO_2 2—2.5 gr erreicht hat, korrigieren wir sie mit der durchschnittlichen Korrekturgrösse von 1.37, d. h. wir tragen die Angaben der 9. Kolonne auf und legen durch die so gewonnenen Punkte eine neue Kurve. Diese wird vollkommen parallel mit der ersten Kurve gehen, bis auf die Angaben der ersten Tage. Die fehlenden Angaben der ersten Tage zeichnen, *interpolieren* wir zwischen Anfangspunkt der Koordinate und der korrigierten Kurve so auf, dass die Kurve zwischen $t = 0$ und $S = 0$ geht und dann möglichst glatt in die Fortsetzung der S Kurve übergeht. Die gesuchten Grössen können wir dann aus einer neuen Zeichnung entnehmen und die fehlenden Grössen der Kolonne 9 damit ergänzen.

Die so korrigierten CO_2 -Grössen sind genug pünktlich, dass sie miteinander verglichen, verlässliche Schlüsse gestatten. Sollten wir auf solche Analysen genauere Untersuchungen, z. B. energetische Berechnungen aufbauen wollen, so sind die Korrekturen komplizierter. Man muss den Unterschied im Gewichte der Luft und der CO_2 , die sich bei Beginn des Versuches im Kolben befand, den ständig wechselnden Luftdruck in Betracht ziehen, man muss ferner bei jeder Messung berechnen, wie viel CO_2 in der Flüssigkeit (cca 500 cm^3) und wie viel im Gasraum (cca 575 cm^3) enthalten ist und mit Hilfe dieser Grössen muss die Korrektur bei jedesmaligen Wägen fortgesetzt werden.

Bei der Mutterkultur ist der Fall noch verwickelter. Bei jeder mit der Platinnadel, die auf ein Glasstab montiert ist, ausgeführten Überimpfung, oder bei jeder mit einer Pipette ausgeführten Probenentnahme verdrängen wir beim Eintauchen des Instrumentes seinen Rauminhalte entsprechende Grösse von CO_2 aus dem Gärungsgefässe, deren Gewicht aus den Angaben der CO_2 fehlen würde, wenn wir sie nicht in Rechnung zögen; daher dürfen wir sie, resp. die Differenz zwischen dem Gewichte der CO_2 und

der statt ihrer eingetretenen Luft nicht vernachlässigen. Die Methode der Korrektionsberechnungen hoffe ich in der Publikation der Versuchsreihe 400—464 aufweisen zu können.

Sollte sich die Notwendigkeit ergeben, dass wir die CO_2 -Angaben mittels barometrischer Reduktion noch genauer erkennen, so finden wir in den Tabellen und dem hier Angegebenen alle nötigen barometrischen und anderen Angaben, um die Rechnungen vollführen zu können. Derzeit hat es keinen Zweck diese langwierigen Rechnungen auszuführen, die obigen Angaben sind auch genug pünktlich, uns das zu zeigen, was ich als Ziel gegenwärtiger Untersuchungen gesetzt habe. Zur Orientierung will ich mitteilen, dass die pünktlichste Korrektur von der rohen Angabe um 1—2 % abweicht.

Und nun möchte ich die in den Tabellen I—XVI enthaltenen Angaben vorführen. Leider kann ich, wegen Platzmangel, meistens nur jedes zweite Wäageergebnis, also nur die Hälfte der Beobachtungen publizieren.

Die Versuchsangaben, entsprechend geordnet, liefern überraschende Ergebnisse, für deren Erörterung mir in dieser Abhandlung nicht genügend Raum zur Verfügung steht, daher werde ich sie in der nächsten VI. Mitteilung eröffentlichen.

I. Tabelle. Gärungsversuch No 61

Mutterkultur. Ihre CO₂ Angaben und Zeitangabe der Messungen.

Zeitangabe der Messung			Seit der Impfung verstrichene		Thermosar Temp. Co	Normaler Barometerstand	Während der Gärung entstandene CO ₂	
Jahr, Monat, Tag	Stunde	Minute	Tage	Stunden			entwichen und gewogen gr	insgesamt entstanden gr
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1915								
Jänner	31	10	00	0	0-00	22-5	700-6	0-00
Feber	3	10	30	3	72-30	22-5	714-7	0-28
"	4	10	00	4	96-00	22-5	713-2	1-85
"	5	12	00	5	122-00	22-5	708-6	1-29
"	6	12	00	6	146-00	22-5	710-0	2-00
"	7	10	00	7	168-00	22-5	713-6	2-68
"	8	10	30	8	192-30	22-5	715-6	3-32
"	9	8	30	9	214-30	22-5	713-5	3-95
"	10	8	30	10	238-30	22-5	709-4	4-55
"	11	12	00	11	266-00	22-5	706-8	5-15
"	12	8	30	12	286-30	22-5	705-8	5-75
"	14	15	00	14	341-00	22-5	698-9	6-95
"	15	18	30	15	368-30	22-5	701-9	7-64
"	16	8	30	16	382-30	22-5	706-9	8-30
"	17	12	00	17	410-00	22-5	712-8	8-92
"	18	17	00	18	439-00	22-5	706-7	9-45
"	19	8	30	19	454-30	22-5	699-6	10-10
"	20	16	00	20	486-00	22-5	692-4	10-63
"	21	12	00	21	506-00	22-5	688-4	11-21
"	22	14	30	22	532-30	22-5	692-9	11-81
"	23	8	30	23	550-30	22-5	689-3	12-31
"	24	9	00	24	575-00	22-5	695-4	12-85
"	25	16	00	25	606-00	22-5	706-4	13-52
"	26	11	00	26	625-00	22-5	711-8	14-18
"	27	16	00	27	654-00	22-5	714-5	14-75
"	28	9	00	28	671-00	22-5	709-2	15-12
März	1	11	00	29	697-00	22-5	700-4	15-56
"	2	10	00	30	720-00	22-5	697-6	16-00
"	4	9	00	32	767-00	22-5	708-8	17-07
"	6	9	00	34	815-00	22-5	701-1	18-07
"	8	9	00	36	863-00	22-5	699-0	19-05
"	10	8	00	38	910-00	22-5	702-0	20-08
"	12	10	00	40	960-00	22-5	704-8	20-80
"	14	10	00	42	1008-30	22-5	702-4	21-59
"	16	8	00	44	1054-00	22-5	704-6	22-30
"	18	11	00	46	1105-00	22-5	699-9	22-85
"	20	17	00	48	1159-00	22-5	702-0	23-35
"	24	10	00	52	1248-00	22-5	714-6	24-35
"	28	10	00	56	1344-00	22-5	694-2	25-10
April	1	18	00	60	1448-00	22-5	713-8	25-73
"	5	11	00	64	1537-00	22-5	706-2	26-05
"	9	17	00	68	1639-00	22-5	702-9	26-23
"	13	15	00	72	1733-00	22-5	699-9	26-38
"	17	17	00	76	1831-00	22-5	710-9	26-45
"	21	14	00	80	1924-00	22-5	709-8	26-49
"	25	8	00	84	2014-00	22-5	706-4	26-53
"	29	11	00	88	2113-00	22-5	709-0	26-55
Mai	4	9	00	93	2231-00	22-5	713-0	26-65
"	11	10	00	100	2400-00	22-5	711-5	26-80

II. Tabelle. Gärungsversuch No 62

Kontrolle der Mutterkultur No 61, Ihre CO₂ Angaben und Zeitangabe der Messungen.

Zeitangabe der Messung			Seit der Impfung verstrichene		Thermostat Temp. C°	Normaler Barometerstand	Während der Gärung entstandene CO ₂	
Jahr, Monat, Tag	Stunde	Minute	Tage	Stunden			entwichen und gewogen gr	insgesamt entstanden gr
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1915								
Jänner	31	10 00	0	0-00	22-5	700-6	0-00	0-00
Feber	2	12 15	2	50-15	22-5	714-8	0-15	0-50
"	3	11 45	3	73-45	22-5	714-7	0-35	1-10
"	4	11 30	4	97-30	22-5	713-2	0-65	1-70
"	5	17 00	5	127-00	22-5	708-7	1-15	2-70
"	6	14 00	6	148-00	22-5	710-1	2-05	3-42
"	7	10 00	7	168-00	22-5	713-6	2-75	4-12
"	8	17 00	8	199-00	22-5	715-5	3-60	4-97
"	9	9 15	9	215-45	22-5	713-5	4-40	5-77
"	10	17 00	10	247-00	22-5	707-9	5-05	6-42
"	11	14 30	11	268-30	22-5	708-0	5-70	7-07
"	12	14 30	12	292-30	22-5	705-9	6-45	7-82
"	15	8 30	15	358-30	22-5	695-0	8-10	9-47
"	17	15 30	17	413-30	22-5	713-3	9-45	10-82
"	18	16 30	18	438-30	22-5	706-9	9-95	11-32
"	19	8 30	19	454-30	22-5	699-9	10-55	11-92
"	20	16 00	20	486-00	22-5	692-5	11-20	12-57
"	22	15 00	22	533-00	22-5	693-0	12-25	13-62
"	23	14 30	23	556-30	22-5	688-8	12-80	14-17
"	24	11 00	24	577-00	22-5	696-4	13-35	14-72
"	25	17 00	25	607-00	22-5	706-5	13-90	15-27
"	26	8 00	26	622-00	22-5	710-8	14-30	15-67
"	27	16 30	27	654-30	22-5	714-5	14-85	16-22
März	1	10 00	29	696-00	22-5	700-8	15-55	16-92
"	2	15 00	30	723-00	22-5	698-9	16-45	17-82
"	4	12 00	32	770-00	22-5	709-3	17-40	18-77
"	6	8 30	34	814-30	22-5	700-2	18-30	19-67
"	8	17 15	36	871-15	22-5	700-4	19-30	20-67
"	10	15 15	38	917-15	22-5	200-5	20-05	21-42
"	14	12 00	42	1010-00	22-5	702-9	21-15	22-52
"	18	12 00	46	1106-00	22-5	699-8	22-45	23-82
"	20	9 45	48	1151-45	22-5	695-5	23-20	24-57
"	23	11 00	51	1225-00	22-5	716-1	24-05	25-42
"	25	11 15	53	1273-15	22-5	709-0	24-75	26-12
"	27	15 00	55	1325-00	22-5	693-4	25-25	26-62
"	30	9 15	58	1391-15	22-5	697-3	25-65	27-02
April	2	8 15	61	1462-15	22-5	714-0	26-15	27-52
"	7	10 00	66	1584-00	22-5	699-2	26-60	27-97
"	10	9 15	69	1655-15	22-5	704-4	26-95	28-32
"	13	9 00	72	1727-00	22-5	701-0	27-10	28-47
"	16	8 00	75	1798-00	22-5	712-4	27-20	28-57
"	19	11 00	78	1873-00	22-5	711-1	27-30	28-67
"	21	10 00	80	1920-00	22-5	710-0	27-35	28-72
"	27	17 30	86	2071-30	22-5	709-0	27-40	28-77
Mai	1	9 45	90	2159-45	22-5	710-4	27-45	28-82
"	6	12 45	95	2282-45	22-5	715-7	27-50	28-87
"	10	10 00	100	2400-00	22-5	711-4	27-50	28-87

III. Tabelle. Gärungsversuch No 63

aus der Mutterkultur No 61, an ihrem 6. Lebenstage geimpfte Nachkommen-
Ihre CO_2 Angaben und Zeitangabe der Messungen.

Zeitangabe der Messung			Seit der Impfung verstrichene		Thermostat Temp. $^{\circ}C$	Normaler Barometer- stand	Während der Gärung entstandene CO_2		
Jahr, Monat, Tag	Stunde	Minute	Tage	Stunden			entwichen und gewogen gr	insgesamt ent- standen gr	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1915									
Fäber	6	10	00	0	0-00	22-5	710-0	0-00	0-00
«	8	15	00	2	53-00	22-5	715-5	0-10	0-40
«	12	15	00	6	149-00	22-5	705-8	1-65	2-85
«	15	9	00	9	215-00	22-5	695-0	3-35	4-72
«	16	17	00	10	247-00	22-5	710-0	3-85	5-22
«	19	11	00	13	313-00	22-5	699-5	5-55	6-92
«	22	16	00	16	390-00	22-5	692-9	7-15	8-52
«	24	11	00	18	433-00	22-5	696-4	8-25	9-62
«	26	12	00	20	482-00	22-5	712-2	9-35	10-72
März	1	11	45	23	553-45	22-5	699-9	10-85	12-22
«	5	12	00	27	650-00	22-5	703-9	12-60	13-97
«	8	17	00	30	727-00	22-5	701-4	13-95	15-32
«	14	11	00	36	865-00	22-5	702-7	16-30	17-67
«	18	12	00	40	962-00	22-5	699-8	17-95	19-32
«	23	11	45	45	1081-45	22-5	715-8	19-75	21-12
«	31	8	00	53	1270-00	22-5	702-6	22-20	23-57
April	3	11	45	56	1345-45	22-5	710-2	22-75	24-12
«	7	15	00	60	1445-00	22-5	697-4	24-00	25-37
«	19	8	00	72	1726-00	22-5	711-2	25-40	26-77
«	28	15	00	81	1949-00	22-5	711-5	26-05	27-42
Mai	12	10	00	95	2280-00	22-5	705-8	26-50	27-87

IV. Tabelle. Gärungsversuch No 65

aus der Mutterkultur No 61, an ihrem 9. Lebenstage geimpfte Nachkommen-
Ihre CO_2 Angaben und Zeitangabe der Messungen.

1915									
Feber	9	10	00	0	0-00	22-5	713-2	0-00	0-00
«	12	9	00	3	71-00	22-5	705-9	0-25	0-45
«	15	15	00	6	149-00	22-5	699-8	0-65	1-55
«	16	16	00	7	174-00	22-5	709-6	0-90	2-05
«	17	17	00	8	199-00	22-5	713-8	1-25	2-60
«	18	14	00	9	220-00	22-5	707-9	1-85	3-22
«	20	17	00	11	271-00	22-5	692-3	4-40	5-77
«	23	11	00	14	337-00	22-5	689-0	9-15	10-52
«	25	18	00	16	392-00	22-5	707-0	12-45	13-82
«	27	10	00	18	432-00	22-5	714-8	14-75	16-12
März	5	11	00	24	577-00	22-5	704-2	22-40	23-77
«	9	16	30	28	678-30	22-5	704-8	27-20	28-57
«	16	10	00	35	840-00	22-5	703-8	32-10	33-47
«	26	9	00	45	1079-00	22-5	698-4	35-85	37-22
April	1	10	00	51	1224-00	22-5	711-0	36-55	37-92
«	8	15	30	58	1397-30	22-5	698-8	37-10	38-47
«	13	11	30	63	1513-30	22-5	700-4	37-30	38-67
«	17	12	00	67	1610-00	22-5	711-6	37-50	38-87
«	27	14	00	77	1852-00	22-5	708-8	37-60	38-97
Mai	6	14	00	86	2068-00	22-5	714-6	37-68	39-05
«	18	11	00	98	2353-00	22-5	37-71	37-71	39-08

V. Tabelle. Gärungsversuch No 66

aus der Mutterkultur No 61, an ihrem 12. Lebenstage geimpfte Nachkommen.
Ihre CO₂ Angaben und Zeitangabe der Messungen.

Zeitangabe der Messung			Seit der Impfung verstrichene		Thermostat Temp. Co	Normaler Barometerstand	Während der Gärung entstandene CO ₂		
Jahr, Monat, Tag	Stunde	Minute	Tage	Stunden			entwichen und gewogen gr	insgesamt entstanden gr	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1915									
Feber	11	10	00	0	0-00	22.5	706.4	0-00	0-00
"	15	15	30	4	101-30	22.5	700.2	0-85	2-22
"	16	15	00	5	125-00	22.5	709.2	2-60	3-85
"	17	17	00	6	151-00	22.5	713.8	4-30	5-67
"	18	16	00	7	174-00	22.5	707.0	5-70	7-07
"	21	9	00	10	239-00	22.5	687.9	9-90	11-27
"	23	15	00	12	293-00	22.5	688.8	13-15	14-52
"	25	18	00	14	344-00	22.5	707.0	16-75	18-12
März	1	12	00	18	434-00	22.5	700.2	22-25	23-62
"	2	11	00	19	457-00	22.5	697.4	23-10	24-47
"	8	17	00	25	607-00	22.5	700.4	31-80	33-17
"	14	12	00	31	746-00	22.5	702.8	37-65	39-02
"	18	13	30	35	843-30	22.5	699.6	40-55	41-92
"	23	13	00	40	963-00	22.5	715.7	42-95	44-32
"	29	10	00	46	1104-00	22.5	697.2	44-75	46-12
April	5	11	00	53	1273-00	22.5	706.2	46-00	47-37
"	13	12	00	61	1466-00	22.5	700.0	46-55	47-92
"	24	8	00	72	1726-00	22.5	705.1	47-05	48-42
Mai	2	9	00	80	1919-00	22.5	709.0	47-15	48-52
"	12	10	00	90	2160-00	22.5	705.8	47-25	48-62
Juni	2	15	00	111	2669-00	22.5	700.2	47-30	48-67

VI. Tabelle. Gärungsversuch No 67

aus der Mutterkultur No 61, an ihrem 16. Lebenstage geimpfte Nachkommen.
Ihre CO₂ Angaben und Zeitangabe der Messungen.

1915									
Feber	16	10	00	0	0-00	22.5	707.2	0-00	0-00
"	18	12	00	2	50-00	22.5	709.0	0-10	0-70
"	19	15	00	3	77-00	22.5	698.6	0-55	2-00
"	21	12	00	5	122-00	22.5	688.6	4-60	5-97
"	23	13	00	7	171-00	22.5	688.7	9-15	10-52
"	25	17	45	9	223-45	22.5	707.2	13-80	15-17
"	27	18	00	11	272-00	22.5	714.4	18-60	19-97
März	2	15	45	14	341-45	22.5	699.3	23-60	24-97
"	3	9	00	15	359-00	22.5	701.8	27-25	28-62
"	6	8	00	18	430-00	22.5	700.2	33-05	34-42
"	8	15	00	20	485-00	22.5	700.6	36-35	37-72
"	13	8	00	25	598-00	22.5	703.6	41-05	42-42
"	18	11	00	30	721-00	22.5	700.0	43-60	44-97
"	23	15	30	35	845-30	22.5	715.6	44-80	46-17
"	30	10	00	42	1008-00	22.5	697.3	45-55	46-92
April	10	11	00	53	1273-00	22.5	703.9	46-25	47-62
"	20	8	00	63	1510-00	22.5	711.2	46-50	47-87
"	27	8	30	70	1678-30	22.5	709.2	46-56	47-93
Mai	6	15	00	79	1901-00	22.5	715.5	46-62	47-99
"	17	8	00	90	2158-00	22.5	708.9	46-65	48-02
"	28	9	00	101	2423-00	22.5	703.1	46-65	48-02

VII. Tabelle. Gärungsversuch No 68

aus der Mutterkultur No 61. an ihrem 19. Lebenstage geimpfte Nachkommen.
Ihre CO_2 Angaben und Zeitangabe der Messungen.

Zeitangabe der Messung			Seit der Impfung verstrichene		Thermostat Temp. Co	Normaler Barometer- stand	Während der Gärung entstandene CO_2		
Jahr, Monat, Tag	Stunde	Minute	Tage	Stunden			entwichen und gewogen gr	insgesamt- ent- standen gr	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1915									
Feber	19	10	00	0	0-00	22-5	699-7	0-00	0-00
«	21	9	30	2	47-30	22-5	688-0	0-25	0-45
«	23	15	00	4	101-00	22-5	688-8	0-40	2-25
«	24	13	45	5	123-45	22-5	697-8	2-20	3-50
«	25	19	00	6	153-00	22-5	707-5	4-05	5-42
«	27	13	30	8	195-30	22-5	714-6	6-20	7-57
März	1	15	00	10	245-00	22-5	698-4	9-80	11-17
«	3	9	30	12	287-30	22-5	702-0	12-70	14-07
«	7	11	00	16	385-00	22-5	696-2	18-45	19-82
«	11	12	00	20	482-00	22-5	700-1	24-15	25-52
«	15	17	00	24	583-00	22-5	706-2	29-30	30-67
«	19	16	00	28	678-00	22-5	695-0	33-55	34-92
«	22	16	00	31	750-00	22-5	717-3	35-70	37-07
«	27	10	00	36	864-00	22-5	698-5	39-75	41-12
«	31	10	00	40	960-00	22-5	703-2	41-35	42-72
April	7	15	30	47	1133-30	22-5	697-4	43-25	44-62
«	21	17	00	61	1471-00	22-5	708-8	44-90	46-27
Mai	1	16	00	71	1710-00	22-5	709-9	45-20	46-57
«	10	9	30	80	1919-30	22-5	711-7	45-40	46-77
«	17	8	00	87	2086-00	22-5	708-9	45-50	46-87
«	31	10	00	101	2424-00	22-5	706-9	45-60	46-97

VIII. Tabelle. Gärungsversuch No 69

aus der Mutterkultur No 61. an ihrem 23. Lebenstage geimpfte Nachkommen.
Ihre CO_2 Angaben und Zeitangabe der Messungen.

1915									
Feber	23	10	00	0	0-00	22-5	689-1	0-00	0-00
«	25	8	00	2	46-00	22-5	704-3	0-15	0-20
«	28	9	00	5	119-00	22-5	710-0	0-55	1-25
März	4	10	00	9	216-00	22-5	709-0	2-55	3-95
«	6	10	00	11	264-00	22-5	699-4	4-80	6-17
«	8	17	30	13	319-30	22-5	701-5	7-15	8-52
«	11	14	00	16	388-00	22-5	700-3	10-40	11-77
«	15	18	00	20	488-00	22-5	706-4	15-30	16-67
«	18	14	00	23	556-00	22-5	699-5	17-75	19-12
«	20	11	30	25	601-30	22-5	696-5	20-00	21-37
«	23	15	00	28	677-00	22-5	715-6	23-45	24-82
«	26	10	00	31	744-00	22-5	698-4	25-95	27-32
«	29	10	00	34	816-00	22-5	697-2	28-45	29-82
«	31	16	00	36	870-00	22-5	704-9	30-20	31-57
April	7	14	00	43	1036-00	22-5	697-5	34-85	36-22
«	14	11	45	50	1201-45	22-5	694-6	38-10	39-47
«	20	12	00	56	1346-00	22-5	712-8	39-90	41-27
«	26	11	00	62	1489-00	22-5	709-5	41-35	42-72
Mai	5	11	00	71	1705-00	22-5	715-9	42-35	43-72
«	31	9	00	97	2327-00	22-5	709-6	44-40	45-77
Juni	12	16	00	109	2622-00	22-5	711-5	44-90	46-27

IX. Tabelle. Gärungsversuch No 70

 aus der Mutterkultur No 61. an ihrem 28. Lebenstage geimpfte Nachkommen.
 Ihre CO₂ Angaben und Zeitangabe der Messungen.

Zeitangabe der Messung			Seit der Impfung verstrichene		Thermostat Temp. (°C)	Normaler Barometer- stand	Während der Gärung entstandene CO ₂	
Jahr, Monat, Tag	Stunde	Minute	Tage	Stunden			entwichen und gewogen gr	insgesamt ent- standen gr
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1915								
Feber	28	10 00	0	0-00	22.5	709.6	0.00	0.00
März	2	9 00	2	47.00	22.5	697.2	0.05	0.55
«	4	10 00	4	96.00	22.5	709.0	0.85	1.90
«	6	10 00	6	144.00	22.5	699.5	1.95	3.70
«	9	11 00	00	217.00	22.5	704.7	7.95	9.42
«	11	14 00	11	268.00	22.5	700.3	12.80	14.17
«	15	17 30	15	367.30	22.5	706.2	21.80	23.17
«	17	15 00	17	413.00	22.5	700.6	25.25	26.62
«	19	15 45	19	461.45	22.5	695.2	27.85	29.22
«	22	16 00	22	534.00	22.5	717.3	30.75	32.12
«	24	15 30	24	581.30	22.5	714.1	33.65	35.02
«	27	11 00	27	649.00	22.5	698.5	37.10	38.47
April	3	8 00	34	814.00	22.5	711.9	40.25	41.62
«	7	16 00	38	918.00	22.5	697.4	41.15	42.52
«	16	12 00	47	1130.00	22.5	709.4	43.55	44.92
«	19	8 00	50	1198.00	22.5	705.1	44.45	45.82
«	27	9 30	58	1391.30	22.5	709.6	46.05	47.42
Mai	10	14 00	67	1712.00	22.5	709.8	48.25	49.62
«	14	14 00	75	1804.00	22.5	704.6	48.65	50.02
«	26	8 00	87	2086.00	22.5	706.5	49.10	50.47
Juni	12	12 00	104	2498.00	22.5	708.7	49.20	50.57

X. Tabelle. Gärungsversuch No 71

 aus der Mutterkultur No 61. an ihrem 33. Lebenstage geimpfte Nachkommen.
 Ihre CO₂ Angaben und Zeitangabe der Messungen.

1915								
März	5	10 00	0	0-00	22.5	704.6	0.00	0.00
«	9	11 00	4	97.00	22.5	704.7	0.05	1.50
«	11	15 00	6	149.00	22.5	700.5	1.85	3.30
«	15	18 00	10	248.00	22.5	706.4	6.95	8.32
«	17	18 00	12	296.00	22.5	701.1	9.85	11.22
«	19	16 00	14	342.00	22.5	695.0	11.55	12.92
«	24	16 00	19	462.00	22.5	714.0	18.30	19.67
«	27	9 30	22	527.30	22.5	698.6	22.55	23.92
«	31	9 00	26	623.00	22.5	702.9	27.50	28.87
April	3	10 00	29	696.00	22.5	711.0	30.90	32.27
«	8	9 00	34	815.00	22.5	697.5	35.95	37.32
«	10	16 00	36	870.00	22.5	703.6	38.20	39.57
«	13	10 00	39	936.00	22.5	700.5	39.75	41.12
«	15	12 00	41	986.00	22.5	704.5	41.05	42.42
«	22	8 00	48	1150.00	22.5	712.3	42.30	43.67
«	28	13 00	54	1299.00	22.5	706.0	42.60	43.97
Mai	1	9 00	57	1367.00	22.5	709.3	42.70	44.07
«	10	11 00	66	1585.00	22.5	715.9	42.90	44.27
«	22	8 00	78	1870.00	22.5	708.9	43.20	44.57
Juni	5	8 00	92	2206.00	22.5	706.4	43.35	44.72
«	17	16 00	104	2502.00	22.5	711.5	43.45	44.82

XI. Tabelle. Gärungsversuch No 72

aus der Mutterkultur No 61. an ihrem 38. Lebenstage geimpfte Nachkommen.
Ihre CO₂ Angaben und Zeitangabe der Messungen.

Zeitangabe der Messung			Seit der Impfung verstrichene		Thermostat Temp. C°	Normaler Barometer- stand	Während der Gärung entstandene CO ₂		
Jahr, Monat, Tag	Stunde	Minute	Tage	Stunden			entwischen und gewogen gr	insgesamt ent- standen gr	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1915									
März	10	10	00	0	0-00	22-5	701-7	0-00	0-00
«	15	9	00	5	119-00	22-5	706-3	0-95	1-85
«	20	16	00	10	246-00	22-5	701-6	7-35	8-72
«	26	12	00	16	386-00	22-5	698-4	16-80	18-17
«	28	16	00	18	438-00	22-5	693-6	20-75	22-12
«	31	10	00	21	504-00	22-5	703-2	23-18	24-55
April	2	9	30	23	551-30	22-5	713-9	27-45	28-82
«	7	11	30	28	673-30	22-5	699-1	33-38	34-75
«	10	8	00	31	742-00	22-5	704-5	36-60	37-97
«	13	10	00	34	816-00	22-5	700-5	39-45	40-82
«	15	11	00	36	865-00	22-5	703-4	41-30	42-67
«	19	8	00	40	958-00	22-5	711-2	43-25	44-62
«	21	17	00	42	1015-00	22-5	708-8	44-15	45-52
«	24	16	30	45	1086-30	22-5	704-7	45-15	46-52
«	27	14	00	48	1156-00	22-5	708-8	45-95	47-32
Mai	1	9	00	52	1247-00	22-5	710-5	46-65	48-02
«	6	12	00	57	1370-00	22-5	715-9	47-30	48-67
«	12	11	00	63	1513-00	22-5	705-7	47-90	49-27
«	20	8	00	71	1702-00	22-5	707-0	48-30	49-67
Juni	2	15	30	84	2021-30	22-5	710-0	48-60	49-97
«	23	10	00	105	2520-00	22-5	709-2	48-85	50-22

XII. Tabelle. Gärungsversuch No 73

aus der Mutterkultur No 61. an ihrem 44. Lebenstage geimpfte Nachkommen.
Ihre CO₂ Angaben und Zeitangabe der Messungen.

1915									
März	16	10	00	0	0-00	22-5	704-1	0-00	0-00
«	20	15	45	4	101-45	22-5	700-6	0-05	0-30
«	23	17	00	7	175-00	22-5	715-5	0-10	1-00
«	26	13	00	10	243-00	22-5	698-4	0-25	1-62
«	29	15	00	13	317-00	22-5	698-1	2-90	4-27
April	1	11	45	16	385-45	22-5	711-8	8-65	10-02
«	6	10	00	21	504-00	22-5	704-4	16-15	17-52
«	9	8	30	24	574-30	22-5	700-8	20-35	21-72
«	12	9	00	27	647-00	22-5	706-1	24-85	26-22
«	14	12	00	29	698-00	22-5	694-4	27-60	28-97
«	17	8	00	32	766-00	22-5	712-3	31-45	32-82
«	20	13	00	35	843-00	22-5	713-8	35-05	36-42
«	22	16	00	37	894-00	22-5	706-4	35-68	37-05
«	28	13	00	43	1035-00	22-5	711-5	38-82	40-19
Mai	3	11	45	48	1153-45	22-5	709-7	43-45	44-82
«	7	9	00	52	1247-00	22-5	713-0	44-88	46-25
«	20	10	00	65	1560-00	22-5	707-2	46-40	47-77
Juni	2	10	00	78	1872-00	22-5	710-4	46-95	48-32
«	23	8	00	99	2374-00	22-5	709-9	47-05	48-42

XIII. Tabelle. Gärungsversuch No 74

aus der Mutterkultur No 61. an ihrem 50. Lebenstage geimpfte Nachkommen.
Ihre CO₂ Angaben und Zeitangabe der Messungen.

Zeitangabe der Messung			Seit der Impfung verstrichene		Thermostat Temp. Co	Normaler Barometerstand	Während der Gärung entstandene CO ₂	
Jahr, Monat, Tag	Stunde	Minute	Tage	Stunden			entwichen und gewogen gr	insgesamt entstanden gr
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1915								
März	22	10 00	0	0-00	22.5	717.7	0-00	0-00
"	26	15 00	4	101-00	22.5	698.6	0-05	0-80
"	29	16 00	7	174-00	22.5	698.1	2-05	3-40
April	1	11 00	10	241-00	22.5	711.7	6-80	9-67
"	6	10 00	15	360-00	22.5	704.4	14-95	16-32
"	9	8 00	18	430-00	22.5	700.8	19-65	21-02
"	12	9 00	21	503-00	22.5	706.1	24-25	25-62
"	14	12 00	23	554-00	22.5	694.4	27-15	28-52
"	17	8 00	26	622-00	22.5	712.3	30-95	32-32
"	20	14 00	29	700-00	22.5	713.8	34-75	36-12
"	23	15 00	32	773-00	22.5	706.0	38-45	39-82
"	26	16 00	35	846-00	22.5	709.5	40-45	41-82
Mai	1	16 00	40	966-00	22.5	709.8	42-38	43-75
"	6	16 00	45	1086-00	22.5	715.3	44-20	45-57
"	11	8 00	50	1198-00	22.5	712.0	45-25	46-62
"	18	10 30	57	1368-30	22.5	703.4	46-23	47-60
Juni	1	9 00	71	1703-00	22.5	710.2	47-30	48-67
"	20	16 00	90	2166-00	22.5	706.0	48-20	49-57

XIV. Tabelle. Gärungsversuch No 75

aus der Mutterkultur No 61. an ihrem 58. Lebenstage geimpfte Nachkommen.
Ihre CO₂ Angaben und Zeitangabe der Messungen.

1915								
März	30	10 00	0	0-00	22.5	697.3	0-00	0-00
April	1	13 00	2	51-00	22.5	712.3	0-05	0-10
"	6	9 45	7	167-45	22.5	704.6	0-25	2-10
"	9	11 00	10	241-00	22.5	701.1	5-35	6-72
"	12	9 00	13	311-00	22.5	706.1	10-65	12-02
"	14	12 00	15	362-00	22.5	694.4	14-45	15-82
"	17	9 00	18	431-00	22.5	712.1	19-10	20-47
"	20	15 00	21	509-00	22.5	713.7	24-30	25-67
"	23	15 00	24	581-00	22.5	706.0	28-78	30-15
"	26	15 00	27	653-00	22.5	709.6	30-65	32-02
"	30	11 00	31	745-00	22.5	709.9	34-87	36-24
Mai	5	9 00	36	863-00	22.5	716.0	37-60	38-97
"	9	9 00	40	959-00	22.5	709.0	40-88	42-25
"	15	16 00	46	1110-00	22.5	710.1	43-10	44-47
"	31	10 00	62	1488-00	22.5	706.9	46-15	47-52
Juni	16	13 00	78	1875-00	22.5	710.4	47-40	48-77
Juli	10	14 00	102	2452-00	22.5	708.7	48-25	49-62

XV. Tabelle. Gärungsversuch No 76

aus der Mutterkultur No 61. an ihren 67. Lebenstage geimpfte Nachkommen.
Ihre CO₂ Angaben und Zeitangabe der Messungen.

Zeitangabe der Messung			Seit der Impfung verstrichene		Thermostat Temp. C°	Normaler Barometerstand	Während der Gärung entstandene CO ₂		
Jahr, Monat, Tag	Stunde	Minute	Tage	Stunden			entwischen und gewogen gr	Insgesamt entstanden gr	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1915									
April	8	10	00	0	0-00	22-5	697-6	0-00	0-00
«	14	15	00	6	149-00	22-5	694-4	0-05	0-95
«	17	9	00	9	215-00	22-5	712-1	1-80	3-25
«	21	8	00	13	310-00	22-5	709-9	7-62	8-99
«	24	11	00	16	385-00	22-5	704-7	12-55	13-92
«	27	10	00	19	456-00	22-5	709-1	16-60	17-97
«	30	17	45	22	535-45	22-5	710-1	20-30	21-67
Mai	5	8	00	27	646-00	22-5	716-0	28-72	30-09
«	15	10	00	37	888-00	22-5	708-9	36-45	37-82
«	31	10	00	53	1272-00	22-5	706-9	45-62	46-99
Juni	16	12	00	69	1658-00	22-5	710-5	47-05	48-42
Juli	12	8	00	95	2278-00	22-5	706-7	47-45	48-82

XVI. Tabelle. Gärungsversuch No 77

aus der Mutterkultur No 61. an ihrem 78. Lebenstage geimpfte Nachkommen.
Ihre CO₂ Angaben und Zeitangabe der Messungen.

1915									
April	19	10	00	0	0-00	22-5	711-1	0-00	0-00
«	29	14	00	10	244-00	22-5	708-4	0-05	0-10
Mai	2	9	00	13	311-00	22-5	709-7	0-15	0-90
«	6	9	45	17	407-45	22-5	716-3	2-55	3-30
«	12	12	00	23	554-00	22-5	705-5	4-95	6-80
«	14	16	00	25	606-00	22-5	704-8	6-45	7-82
«	15	11	00	26	625-00	22-5	709-0	7-78	9-15
«	19	16	00	30	726-00	22-5	704-8	10-75	12-12
«	21	8	00	32	766-00	22-5	707-6	11-92	13-29
«	26	12	00	37	890-00	22-5	710-2	15-25	16-62
«	29	8	00	40	958-00	22-5	702-3	17-10	18-47
Juni	1	17	00	43	1039-00	22-5	710-2	18-75	20-12
«	5	9	30	47	1127-30	22-5	712-4	21-20	22-57
«	8	11	00	50	1201-00	22-5	712-8	23-10	24-47
«	15	8	00	57	1366-00	22-5	708-9	26-35	27-72
«	19	9	30	61	1463-30	22-5	708-3	28-02	29-39
«	24	15	00	66	1589-00	22-5	708-3	29-80	31-17
«	28	8	00	70	1678-00	22-5	704-9	31-10	32-47
Juli	9	11	00	81	1945-00	22-5	711-0	33-40	34-77
«	19	10	00	91	2184-00	22-5	709-1	34-60	35-97
August	1	9	30	104	2495-30	22-5	708-2	35-30	36-67

ERLÄUTERUNGEN DER GESETZMÄSSIGKEITEN IM ABLAUF DER LEBENSERSCHEINUNGEN LEBENDER WESEN.

VI. Mitteilung.

Von Dr. FRANZ KÖVESSI (Sopron—Budapest).

Der experimentelle Nachweis der aperiodischen und periodischen gedämpften Schwingungen, die bei der Entwicklung der Gärungspilze (*Saccharomyces spec.*) sich zeigen.¹

Die Angaben der Versuchsreihe, die ich in der V. Mitteilung beschrieb, wollen wir nun daraufhin untersuchen, ob in ihnen tatsächlich die im Titel dieser Studie angeführte zweierlei Schwingungsbewegung zu erkennen sei. Unsere Untersuchungen sind in verschiedenen Richtungen zu beobachten, daher wollen wir zur Erleichterung der Übersichtlichkeit sie in kleinere Kapitel eingeteilt behandeln.

1. Vergleich der Mutterkultur No. 61. und der Kontrollkultur No. 62.

Das Wesen der Untersuchung dieser zwei Versuche liegt darin, dass ich beide aus derselben Ein-Zell-Kultur, zur gleichen Zeitimpft habe. Um die in der 9. Kolonne der Tabelle I. und II. enthaltenen Angaben leichter miteinander vergleichen zu können, kon-

¹ Vorgelegt der III. Kl. der ung. Akademie der Wissenschaften in der ordentlichen Sitzung von 15. Januar 1934 durch ALEX. MAGÓCSY-DIETZ ord. Mitglied.

struierte ich die Fig. 3, in welche ich die *S*-förmige Kurve der Mutterkultur und ihrer Kontrolle nebeneinander gezeichnet habe. Auf der Abscissenaxe zeichnete ich die Zeit in Stunden, auf die Ordinate die CO_2 in Grammen. Der Gang der zwei Kurven stimmt überraschend überein. Es ist geradezu staunenswert, dass zwei Versuche, in welchen Lebewesen von bisher so unbekanntem Eigenschaften fungieren, in welchen gegen Ende des Versuches nach meinen Zählungen in der Mutterkolonie etwa 220—230 Millionen Individuen lebten, doch derart übereinstimmende Resultate ergeben. Ich führe dies darauf zurück, dass die dominierenden Zellen gleichzeitig sich entwickelnd und gleicharbeitsfähig, mit anderen Worten mit *gleichen potentialen Eigenschaften* versehen waren. In solchen Fällen können wir auch bei der weiteren Entwicklung hoffen, dass die Nachkommen der Mutterkolonie dieselbe Regelmässigkeit aufweisen werden.

Betrachten wir die letzten Angaben der 9. Kolonne in Tab. I. und II., so sehen wir, dass die Mutterkolonie in 100 Tagen 28·17 gr CO_2 produzierte, während die Kontrollkultur 28·87 gr ergab. Diese Abweichung von 2·5 % ist dem Versuche nicht als Fehler anzurechnen. Wie ich oben schon angab, behandelte ich die Mutterkolonie nicht ganz konform mit der Kontrolle, ausserdem entnahm ich der Mutterkolonie mehrmals Untersuchungsproben, wodurch die gärende Flüssigkeit weniger geworden ist. Damit ist die geringe Abweichung erklärt.

Es ist wichtig zu bemerken, dass sich aus den 108·7 gr Traubenzucker des anfangs 500 cm³ Mostes sowohl in der Mutterkolonie, als auch in der Kontrolle nach 100-tägiger Gärung 28·17, resp. 28·87 gr CO_2 entwickelte und diese Grösse auch nach einem Jahre dieselbe blieb. Wären die gesamten 108·7 gr Zucker vergoren worden, so hätten 50·62 gr CO_2 entstehen müssen. Wenn die weitere Gärung unterblieb, trotzdem 108·7 — 60·12 = 48·58 gr Traubenzucker noch zur Verfügung stand, so bedeutet dies, *dass dies die Arbeitsfähigkeit dieser Zellen war*. Die zur Impfung gebrauchten Zellen hatten nicht mehr Regenerationsfähigkeit von ihren Vorfahren mitbekommen, daher warten wir von ihnen vergebens eine grössere Arbeitsfähigkeit.

Fassen wir das Wesen dieser Resultate zusammen, so finden wir,

a) aus einer Einzelzelle oder deren Nachkommen stammende Nachkommen sind bei reinphasischer Entwicklung zur gleichen Zeit gleich arbeitsfähig. Die für ihre ontogenetische Entwicklung charakteristischen S-förmigen Kurven sind gleich steil.

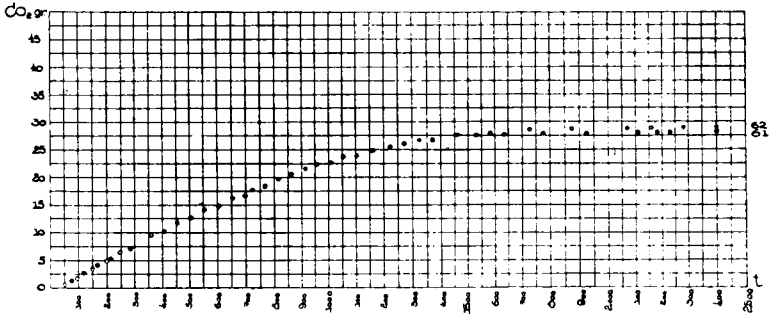


Fig. 3a. Vergleich der Arbeitsfähigkeit der Mutter Nr. 61 und der Kontrolle Nr. 62 von 0 bis 1000 Stunden.

b) Bei der Kultur Nr. 61 gingen wir zufälligerweise von einem Individuum aus, dessen Arbeitsfähigkeit besonders niedrig war.

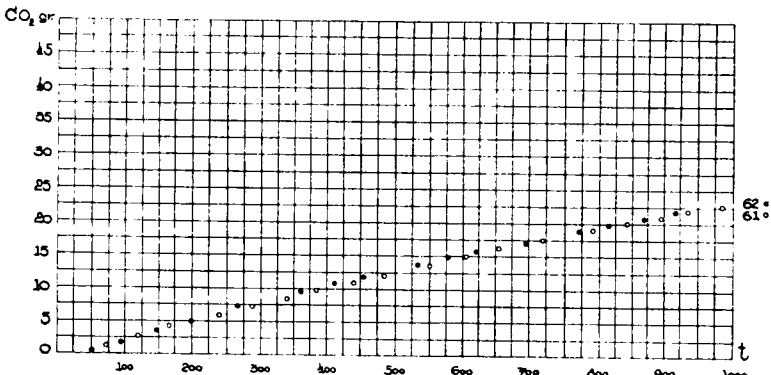


Fig. 3b. Vergleich der Arbeitsfähigkeit von Nr. 61 und 62. Von 0 bis 2500 Stunden, dem Aufhören der Gärung.

Diese Kultur vermochte im Laufe eines Jahres nicht einmal die Hälfte des ihr zur Verfügung stehenden Nährstoffes zu verbrauchen, weil sie eben von ihren Eltern nur niedrige Arbeitsfähigkeit erbt. Umso interessanter ist es daher, wenn wir erfahres-

dass sich die Arbeitsfähigkeit der Nachkommen zwischen weiten Grenzen bewegt, und dass die Nachkommen, die zu verschiedenen Zeiten entstanden, sehr niedrige oder auch sehr hohe Arbeitsfähigkeiten aufweisen können.

2. Die Entwicklungsangaben der aus der Mutterkultur No 61 zu verschiedenen Zeiten herausgeimpften Nachkommen 63—80, und deren Vergleich miteinander.

Nach diesen Erfahrungen prüfen wir nun das Verhalten der Nachkommen, die aus derselben Mutter, aber in verschiedenen Altern entstammen.

Ich machte die Überimpfungen, als die Mutterkultur 6, 7, 9, 12, 16, 19, 23, 28, 33, 38, 44, 50, 58, 67, 78, 92, 106, 116 Tage alt war.

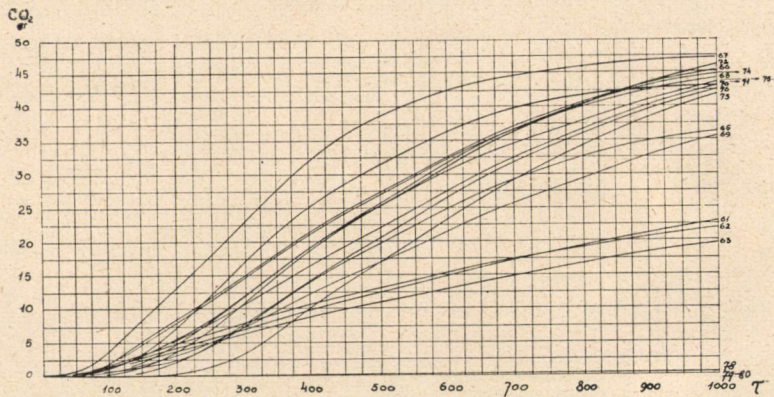


Fig. 4. Vergleich der Mutter Nr. 61 mit der Arbeitsfähigkeit der Nachkommen Nr. 63—80 (durch 1000 Stunden).

Ich behandelte jede von ihnen genau so, wie die Mutter und die Kontrolle, ich hielt sie nebeneinander in demselben Thermostaten und war bestrebt sie gleich oft zu wägen. Die Versuchsergebnisse sind in Tabellen III—XVI. der V. Mitteilung zu finden. Beim 79. und 80. Versuche hatte ich, trotzdem ich mikroskopisch eine geringe Zellvermehrung und Trübung der Kulturflüssigkeit konstatieren konnte, keine wägbare CO₂ Entwicklung finden können. In 100 Ta-

gen bei Versuch Nr. 78 war die CO_2 Menge nicht mehr wie 0·46 gr, und bei Versuch Nr. 79—80 auch nicht mehr als 0·03 gr. Daher wäre es überflüssig die Angaben in chronologischer Reihenfolge anzuführen. Ein kurzer Auszug aus denselben ist in Tab. XVII. gegeben, der die Originalangaben vollkommen ersetzt.

Die in Tab. III—XVI, die Versuche 63—77 betreffenden Angaben sind genau dieselben, wie wir sie bei den Mutterkolonien und Kontrollen sehen.

Um die Angaben der Tabellen miteinander leichter zu vergleichen, konstruierte ich für die Angaben sämtlicher Versuche graphische Kurven, so wie ich es auch bei den Mutterkolonien und ihren Kontrollen machte, auf den Abscissen die Zeit in Stunden, auf den Ordinaten CO_2 in Grammen aufgetragen.

In Fig. 4 sind die in den Versuchen 63—80, in 1000 Stunden erhaltenen CO_2 Mengen, resp. die S -Grössen der Versuche eingezeichnet, um die grosse Variabilität in der Entwicklungsfähigkeit der Nachkommen zu demonstrieren. Diese Zeichnung zeigt ein grosses Chaos, aus welchem wir die Gesetzmässigkeit erst herauslösen müssen.

Um die hier bestehende Regelmässigkeit erkennen zu können, ordnen wir die Nachkommen in der chronologischen Reihenfolge ihrer Impfungen, in solche Gruppen, welche die gesuchten wellenmässigen Schwankungen unmittelbar zeigen. Die Graphikons sind in Fig. 5—6 zu sehen.

In Fig. 5 ist eingezeichnet nebst der Kurve der Mutter Nr. 61, auch die S -förmigen Kurven der Versuche 63, 65, 66, 67. Man kann deutlich sehen, wie von den Nachkommen Nr. 63 an bei den Nachfolgenden die Bahn immer steiler wird, was eine *Steigerung der Arbeitsfähigkeit* bedeutet.

In Fig. 6 zeigen die Versuche 67, 68, 69 immer schwächer werdende Nachkommen an, was eine Verminderung der Arbeitsfähigkeit der Mutterkolonie bedeutet.

Wir können, wenn wir diese Arbeit fortsetzen, gleiche Erfahrungen machen. Meine übrigen Figuren kann ich leider wegen Raummangel nicht publizieren.

In Fig. 7 sind eingezeichnet ausser den Angaben über die Mutterkultur und Versuch Nr. 67, auch Versuch Nr. 76, 77, 78, 79

und 80. Die Nachkommen aus diesen letzteren Versuchen entstanden in so grossen Zeitintervallen, dass die Periodizität der Arbeitsfähigkeit verschwommen erscheint. Die Ergebnisse von 79

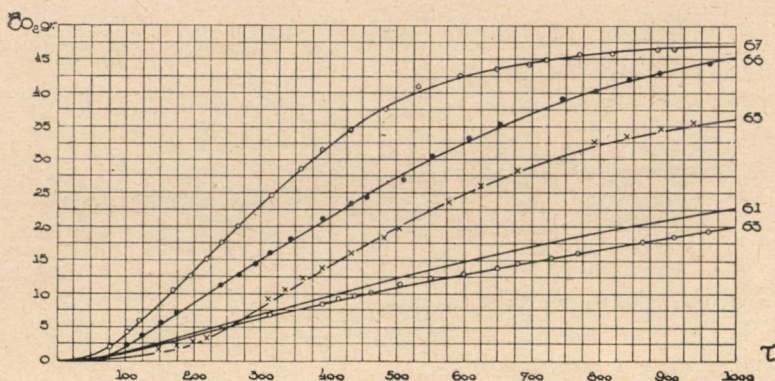


Fig. 5. Mutter Nr. 61. Die Nachkommen Nr. 63, 65, 66, 67 zeigen ein Anwachsen der Arbeitsfähigkeit.

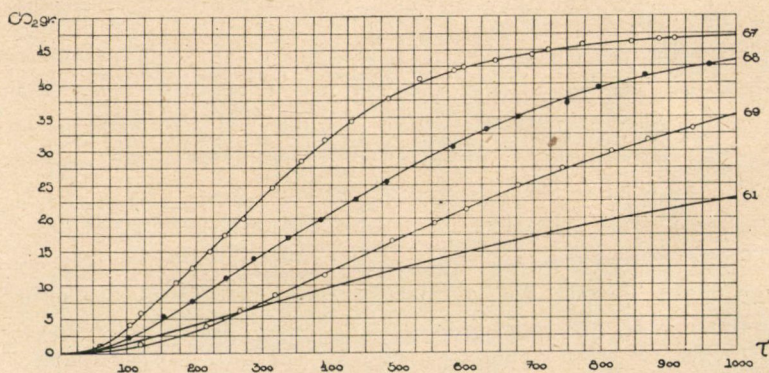


Fig. 6. Mutter Nr. 61. Die Nachkommen Nr. 67, 68, 69 zeigen eine Abnahme der Arbeitsfähigkeit.

und 80 sind so gering, dass sie in Fig. 7 nicht zu sehen sind, sie liegen bei der Kleinheit der Fig. 7 in der Abscissenachse.

Es ist interessant zu beobachten, wie die Gärung in manchen Versuchen von höheren Nummern langsam beginnt. Während die der niedrigen Nummern, die ich aus der noch jüngeren Mutter-

kultur impfte, am 4—5. Tag die Bildung von 2 gr CO_2 erreichten oder überschritten, sinkt diese vom Nachkommen Nr. 76 an gradatim. Besonders gut ist das langsame Beginnen der Gärung bei dem aus der 78 Tage alten Mutter geimpften Nachkommen Nr. 77 zu sehen, der die 2 gr CO_2 erst am 15. Tage (360 Stunden) erreicht hat. Noch deutlicher ist die Schwächung zu erkennen bei dem aus der 92-tägigen Mutter geimpften Versuch Nr. 78, der nach 100 Tagen erst 0.45 gr CO_2 ergibt. Bei der aus der 106-tägigen Mutter geimpften Nr. 79 und aus der 116-tägigen Mutter genommenen Nr. 80 konnte ich, trotzdem der Most getrübt war und ich mikro-

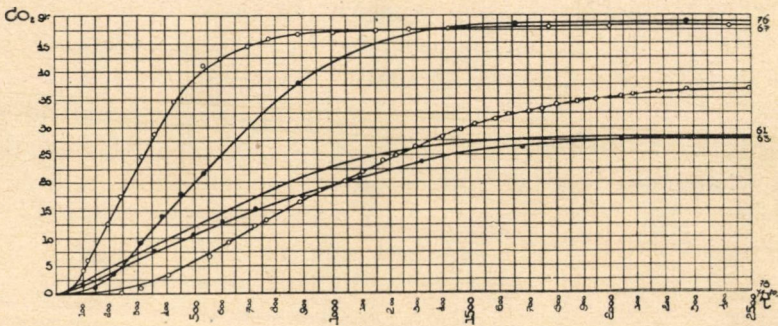


Fig. 7. Mutter Nr. 61 und Nachkommen 63, 67, 76, 77, 78, 79, 80. Vergleich ihrer gesamten Arbeitsfähigkeit durch 2500 Stunden, bis zum Aufhören der Gärung.

skopisch einige Zellvermehrung konstatieren konnte, kaum eine CO_2 -Bildung aufweisen. Man sieht, wenn man auf Fig 7 die Versuche 76, 77, 78 und die in der Abscissenachse gelegenen Nr. 79 und 80 beobachtet, die gradweise Verminderung der Arbeitsfähigkeit dieser späten Nachkommen, die in enger Verbindung steht mit der Verminderung der Fähigkeiten der Mutterkultur.

Ich möchte auf Versuch Nr. 77 in Fig. 7 aufmerksam machen, der nach dem oben geschilderten langsamen Beginn am 10. Tag eine stürmische Entwicklung nahm, so dass er, wie in Fig. 7 ersichtlich, bis zum 100. Tag mehr CO_2 entwickelte, wie die Mutterkolonie oder der erste Nachkomme in Versuch Nr. 63. Dies wäre nur so zu erklären, dass die überimpften Zellen zu einem solchen

Zeitpunkt geboren wurden, als sie ein genügend grosse Regenerationsfähigkeit erben, sodann die in frische Nährlösung geimpften Zellen während der längeren Ruhepause regenerierten und mit der so gewonnenen Arbeitsfähigkeit ihre Entwicklung fortsetzten.¹

Wenn wir uns mit den Graphikons der Nachkommen aus der jüngeren Zeit der Mutter beschäftigen, sind wir wirklich überrascht. In Fig. 3 sehen wir, dass die Mutterkultur Nr. 61 und ihre Kontrolle Nr. 62 die gleiche ontogenetische Bahn beschreibt, d. h. die S-förmigen Kurven sind gleich steil, bei den Nachkommen hingegen fehlt diese Übereinstimmung; im Gegenteil, es besteht eine kräftige Schwankung. Vergleichen wir die Entwicklung des Nachkommen Nr. 63 mit der Mutter, und wenn wir mit diesen die in Fig. 5 gezeigte Entwicklung der Nachkommen Nr. 67 zusammenmessen, so sehen wir grosse Unterschiede. Diese Schwankung wiederholt sich bei den späteren Nachkommen. Was ist die Ursache der in Fig. 4, 5, 6, 7 sichtbaren Wertschwankung? Hatten doch die gesamten Nachkommen die gleichen physikalischen-chemischen und äusseren biologischen Verhältnisse! Es ist klar, dass den wellenförmig schwingenden periodischen Erscheinungen gleiche, innere biologische Ursachen zu Grunde liegen. Es liegt auf der Hand, dass die Zellen, mit denen ich die neuen Kulturen anlegte, nicht die gleiche Arbeitsfähigkeit besaßen, und darum konnten sie in gleichen Zeiten nicht die gleichen CO_2 Mengen produzieren. Diese abweichende Arbeitsfähigkeit konnten sie nur aus der Mutterkultur mitgebracht haben.

Dies beweist auch, dass sich die Arbeitsfähigkeit der Mutterkultur ständig ändert.

¹ Wir sehen eine allgemeine Eigenschaft der Mikroorganismen, besonders der Bakterien, sich bei den älteren Versuchsnummern zu zeigen. Bei Infektionskrankheiten pflegt die Epidemie nach einiger Zeit abzulaufen, aufzuhören, um dann nach einiger Zeit, wie wir dies in Nr. 77 sehen, wieder heftig auftreten zu können. Aus dem in der Ruhezeit gewonnenen grösseren Potential folgt die grössere Arbeitsfähigkeit des regenerierten Organismus.

3. Die Entwicklung der Nachkommen verschieden steiler S-förmigen Kurven. Diese, nach der Überimpfungszeit geordnet, zeigen eine gesetzmässige Wellenoberfläche.

Um die Periodizität nachzuweisen, ist es zweckmässig die in der Einleitung dieser Studie auf Grund allgemeiner Betrachtungen entwickelten Prinzipien anzuwenden; gehen wir also so vor, dass wir diese S-förmigen Kurven in der Reihenfolge ordnen, in der wir die Impfungen ausführten. Zeichnen wir die Kurven auf steifes

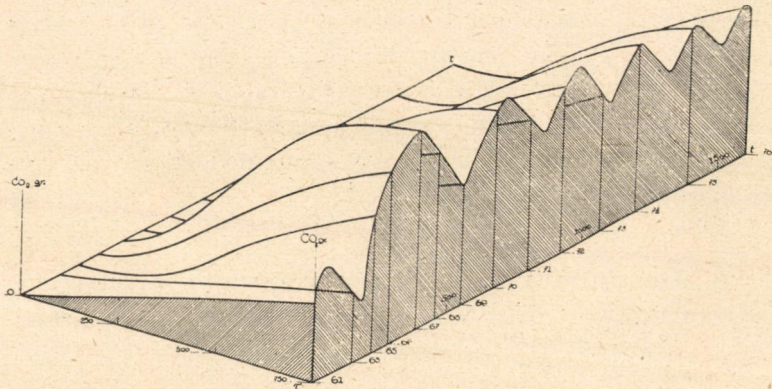


Fig. 8. Bild der Wellenoberfläche, die aus den S-förmigen Kurven die die Arbeitsfähigkeit der Nachkommen Nr. 63—76 darstellen, konstruiert ist. Die die in den ersten 32 Tagen erzeugte CO_2 -Menge zeigenden S-förmigen Kurven sind nach den Zeitpunkten geordnet, in welchen ihre Überimpfung geschah.

Papier, schneiden die Konturen der Kurven, aus und ordnen sie neben eine Linie hintereinander, in solcher Entfernung voneinander, wie dies die Impfungszeiten beanspruchen. Damit diese Papierauschnitte aufgestellt werden können, ist es zweckmässig einen Ständer zu bereiten, in welchen den Impfungszeiten entsprechende Einschnitte gemacht werden, in welche wir die Ausschnitte hineinstellen können.

Fig. 8 zeigt die perspektivische Zeichnung einer solchen Zusammenstellung, aus der wir erkennen, dass die Steilheit der

S-Kurven periodisch schwankt und dass diese Schwankungen eine gewellte Oberfläche ergeben.

Wir erhalten am einfachsten ein pünktlicheres Bild der Wellenkurven, wenn wir die in Fig. 8 gezeigte Wellenoberfläche mit einer Ebene schneiden, welche parallel zur Abscisse und senkrecht zum Boden steht. Dort, wo die *S*-förmigen Kurven diese schneidende Ebene durchstossen, ergibt die Reihe der Durchstossungspunkte eine Wellenkurve, ähnlich einer Sinus-, resp. Kosinuskurve, die am schönsten zu erkennen ist am Anfange der *S*-förmigen Kurven bis zum 30. Tag.

Später ist die Regelmässigkeit der Welle in diesen Versuchen immer mehr verschwommen, weil sich zu den von der Mutterkultur ererbten Eigenschaften solche gesellen, die von den sich verschlechternden Verhältnissen in der Nährflüssigkeit herrühren, je langsamer oder schneller die Entwicklung stattfindet, desto langsamer oder schneller schwindet die Nahrung und bilden sich entwicklungshemmende Nebenprodukte.¹

4. Bestimmung der Angaben, welche zur Konstruktion des Wellenoberflächenschnittes benötigt werden.

Die Schnitte der aus den *S*-förmigen Kurven erzeugten Wellenoberfläche, bestimmte ich genauer. Dabei war es notwendig, dass die Werte sämtlicher *S*-förmigen Kurven zur gleichen Zeit bekannt seien. Dies erreichte ich dadurch, dass ich die Kurven Nr. 61—80 auf Millimeterpapier auftrug, so dass auf den Abscissen 1 mm zwei Stunden auf den Ordinaten 1 mm 0·1 gr CO_2 bedeutete. Sodann zeichnete ich die Linie der Mittelwerte, die durch diese Durchstichpunkte gebildet wird, dann las ich von dieser die Mittel-

¹ Ich möchte bemerken, dass ich in eine andere Reihe gehörige Versuche habe, in welchen nur ein kleiner Teil der Nährflüssigkeit vergoren ist und dadurch sich das Milieu nicht in grösserem Masse verändert hat, demzufolge zeigten die Zellen keine grössere Veränderungen, so dass sie noch nach einem Jahr in ihrer Gärungstätigkeit eine schöne Wellenlinie ergeben. Meine Versuchsserie Nr. 400—464 ist eine solche, die zu publizieren ich Gelegenheit zu finden hoffe.

werte bedeutenden Linie die in 5, 10, 15, 20, 30, 40, 100 Tagen entwickelte wahrscheinliche Grösse der gebildeten CO_2 ab. Dadurch erhielt ich eine neue Tabelle, in der ich die von den Nachkommen erzeugten CO_2 Angaben miteinander unmittelbar vergleichen konnte, weil sich hier die S Grössen auf gleiche Zeiten bezogen. Diese Daten ersehen wir aus der Tabelle XVII, auf welcher die Angaben vom 3—30. Tag täglich, dann bis zum 100. Tag 5-täglich angeführt erscheinen. Für unsere Berechnungen sind diese Daten bequemer zu gebrauchen, als die der ursprünglichen Versuche.

5. Konstruktion der Wellenkurven.

Wollen wir nun sehen, wie das genauere Bild dieser Wellenkurve aussieht, so führen wir die Konstruktion aus, die ich im Beginne gegenwärtiger Publikation vorschlug. «Zeichnen wir den Ablauf dieser Erscheinungen in ein rechtwinkliges Koordinatensystem, tragen wir auf die Abscisse die Impfzeit des Nachkommen, auf Ordinate . . . die von den Nachkommen in gleichen Zeiten . . . ausgeführten Lebenserscheinungen, z. B. die gebildete CO_2 gr.»

Entsprechend dieser Überlegung zeigen Fig. 9 und 10 die Angaben der Tabelle. Den Zeitpunkt der Überimpfung der Nachkommen drückte ich im Lebensalter der Mutter aus. Damit die Zeichnung klarer sei, bezeichnete ich die Impfzeiten mit auf die Abscisse senkrechten unterbrochenen Linien. Auf der Basis der unterbrochenen Linien kann man ablesen, in der wievielten Stunde des Lebens der Mutter die Impfung geschah. Oben ist geschrieben, die wievielte Nachkommenschaft diese aufgetragene Linie zeigt. Am rechten Ende der Kurve ist hingeschrieben, in wie vielen Tagen die Nachkommen die durch die Kurve angezeigte CO_2 Menge produzierten.

Zur klareren Übersichtlichkeit verfertigte ich zwei Zeichnungen. In der einen trug ich die in Tab. XVII angeführten Angaben über die Arbeit des 5., 15. und 25. Tages, in der anderen die am 10., 20. und 30. Tage produzierte CO_2 -Mengen. Die zusammengehörigen Punkte verband ich zu einer entsprechend verlaufenden Kurve.

Der objektive Beobachter kann die Gesetzmässigkeit in der

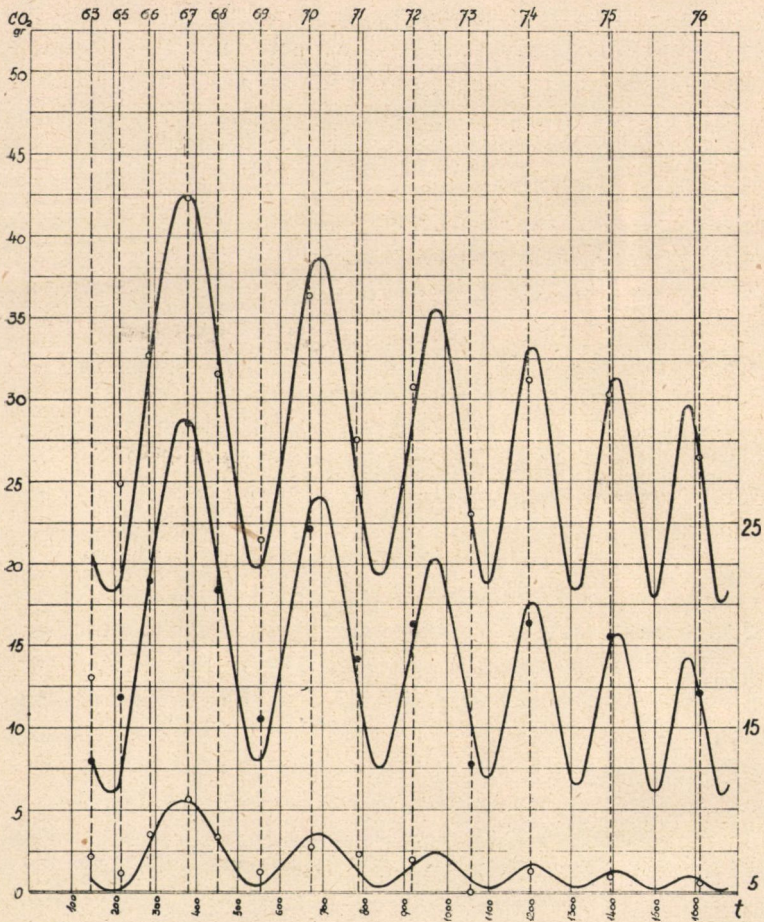


Fig. 9. Die aus Nachkommen Nr. 63—76 nach 5, 15, 25-tägiger Arbeitsleistung konstruierte Wellenkurve, nach den Angaben der Tabelle XVII.

Wellenoberfläche Fig. 8 und in den Wellenlinien der Figuren 9 und 10 nicht ableignen. Wir erhielten die gesuchte Wellenlinie, weil die Punkte nur durch diese Wellenlinie miteinander verbunden werden können. Die Kurven sind keineswegs gekünstelt, während jede andere Linie, die wir durch diese Punkte legen wollten, es wäre.

Aus diesen Ergebnissen folgt:

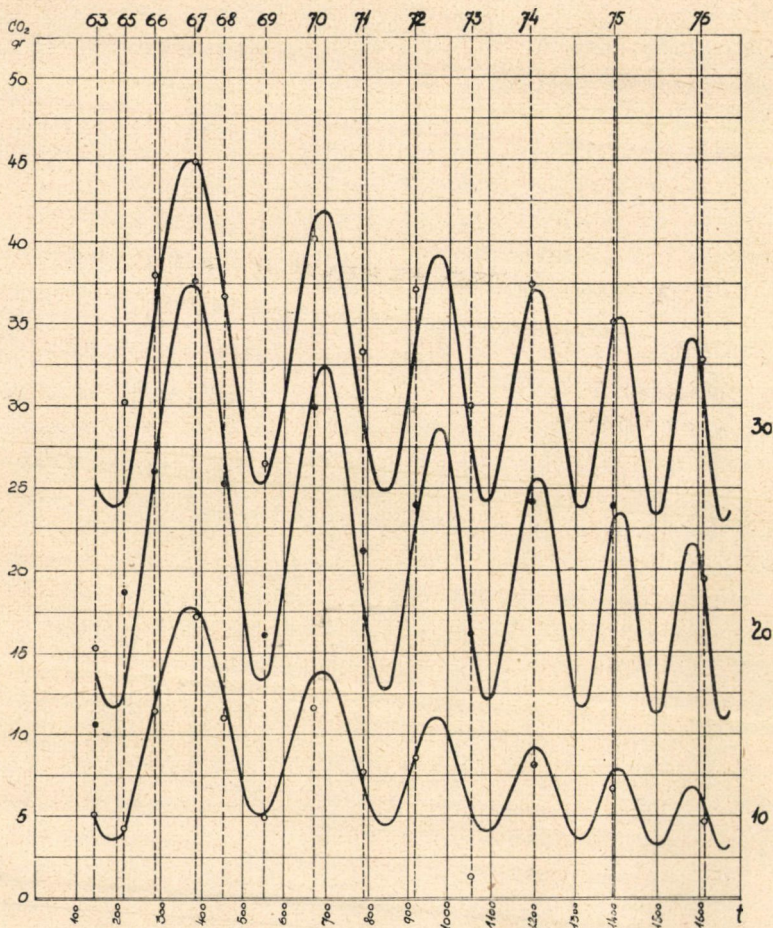


Fig. 10. Die aus Nachkommen Nr. 63—76 nach 10-, 20-, 30-tägiger Arbeitsleistung konstruierte Wellenkurve, nach den Angaben der Tabelle XVII.

1. Aus einer Einzelzelle oder deren Nachkommen stammende Nachkommenschaft hat, gleiche Phase vorausgesetzt, zu verschiedenen Zeiten nicht gleiche Arbeitsfähigkeit, die für ihre ontogenetische Entwicklung charakteristische S-förmige Kurven sind nicht gleich steil, sondern ihre Steilheit schwankt periodisch in der Form der Sinus-Kosinusfunktion.

Versuch Nr. 63 und sein Nachbar Nr. 65, passt mit seinen Daten nicht ganz in das System. Die später angeführten biologischen und analytischen Erwägungen begründen diese scheinbare Abweichung.

Desgleichen sehen wir eine Abweichung in den Daten der Nachkommen Nr. 78, 79 und 80, die aus der Mutterkultur zur Zeit ihres höchsten Alters entnommen wurden. Dies ist eine sehr interessante Erscheinung, auf welche ich aufmerksam machen muss:

In Fig. 9 und 10 sehen wir, dass die Nachkommen 63—76 in schöner Übereinstimmung mit der Wellenkurve stehen. Nr. 77 bedarf schon einer langen Regenerationszeit, um die Kurvenform anzunehmen. Nr. 78, 79 und 80 hingegen zeigen nichts mehr von der Kurve, offenbar, weil sie sich nicht bis zu einem solchen Maasse regenerieren konnten, dass eine stärkere Entwicklung anheben hätte können. (S. Fig. 7.) Die Erklärung hiefür ist aus den Zusammenhängen, die ich in der IV. Mitteilung aufdeckte, indem ich auf das Verhältnis zwischen r^2 und w^2 hinwies, zu finden. (Erdészeti kísérletek XXXIII. S. 149 und Berichte XXXVII, S. 159.) Solange das Verhältnis $r^2 < w^2$ besteht, bleiben die Zellen meristematisch, können sich teilen, je mehr sich aber r^2 der Grösse w^2 nähert, desto geringer wird die Zellteilung. Hat sich das Verhältnis der Mutterzellen bis $r^2 = w^2$ geschwächt, so hört die Zellteilung auf. Aber ähnlich wie bei den parenchymistischen Zellen pflegt es auch hier vorzukommen, dass nach kürzerer oder längerer Regenerationszeit das Verhältnis $r^2 < w^2$ wieder auftritt, was wieder zur Zellteilung führt. Sind jedoch sämtliche Zellen der Mutterkultur in ihren Koeffizienten auf $r^2 > w^2$ gelangt, so kann sich die Regeneration bis zur normalen Periode der Zellenentwicklung nicht mehr herausbilden. So entsteht der Zustand des Nachkommen Nr. 78, 79 und 80. In solchen Fällen kann eine Regeneration höchstens auf dem Wege der Sporenbildung zustande kommen, was immer mit einer längeren Ruhepause verbunden ist. Dies gibt dann eine vom oben beschriebenen Verlaufe abweichende Kurve, denn ihre Koeffizienten haben infolge der durch die Sporenbildung veranlassten stärkeren Regeneration ganz andere Werte, als im kurzen Zeitintervall der Periode.

Die Verminderung und Sistierung der Zellvermehrung pflegen

die Autoren mit der chemischen Veränderung und der Anhäufung giftig wirkender Stoffe in der Nährflüssigkeit zu erklären. Unsere Versuche und Erörterungen zeigen hier aber etwas ganz anderes, daher ist es wichtig, dass ich darauf hinweise, dass diese «entkräftet» genannten, in der etwa 100 und noch mehr Tage alten Mutterkultur lebenden und entstandenen Zellen, nicht nur den Zucker der Mutterkultur nicht zur Gärung zu bringen vermochten, denn sie verbrauchten kaum die Hälfte der Zuckerlösung in derselben, sondern sie verblieben auch arbeitsunfähig in einer frischen Nährlösung.

Diese Erfahrung beweist klar, dass der Fehler nicht nur im veränderten Milieu: im Mangel an Zucker, in der Anhäufung von Alkohol, Glycerin, Bernsteinsäure oder anderen giftigen Stoffen zu suchen sei, sondern in erster Linie darin, dass diese Zellen ihre Arbeitsfähigkeit eingebüsst haben.

Ich stelle mir die Sache so vor, dass jede Zelle von ihrer Mutter, oder bei geschlechtlicher Vermehrung von ihren Eltern ihr Potential, ihre Teilungs- und Regenerationsfähigkeit etc. erhält und mit dieser arbeitet sie entsprechend den biologischen Verhältnissen. Sie ändert sich gegebenenfalls so, wie dies die biologische Verhältnisse provozieren, die Zelle reagiert auf diesen Zwang, sie ergänzt ihre angeborenen Fähigkeiten entsprechend der Grösse der Reaktion und erwirbt dadurch neue Fähigkeiten. Der Grundstock der Fähigkeiten liegt aber in den von den Eltern mitbekommenen Grundfaktoren, den Koeffizienten w^2 , r^2 , und v_0 wie ich dies hauptsächlich in meiner III. und IV. Publikation darlegte. Die Zellen, die gegen Ende unseres Versuches beobachtet wurden, hatten nur ein niedriges Potential, vermochten daher nicht mehr Arbeit zu leisten.

6. Ergebnisse und weiterer Arbeitsplan.

Mein Versuch Nr. 61 und dessen Nachkommen ist einer von vielen, die in ihrem Ergebnisse bestätigen, dass der in der «Erläuterungen der Gesetzmässigkeiten im Ablaufe der Lebenserscheinungen lebender Wesen» (Publikation I—IV) vorgetragene Gedankengang und der in der Einleitung dieser Publikation vorgetragene richtig sei.

In gewissen Fällen, die ich die reinphasische Zellteilung nenne, ist die periodische Wellenbewegung der Arbeitsfähigkeit der Nachkommenreihe experimentell nachweisbar. Aus dieser Erscheinung ergeben sich folgende grundlegende Resultate:

1. Aus einer einzelnen Zelle oder aus ihren Nachkommen werden bei reinphasischer Entwicklung zum gleichen Zeitpunkte gleich arbeitsfähige Nachkommen entstehen, wie dies Mutterkultur Nr. 61 und ihre Kontrolle Nr. 62 zeigt. Die für ihre ontogenetische Entwicklung charakteristischen S-förmigen Kurven sind gleich steil.¹

2. Bei reinphasischer Entwicklung sind die aus einer Zelle oder deren Nachkommen zu verschiedenen Zeiten entstehenden Nachkommen nicht gleich arbeitsfähig, wie dies die vom Versuch Nr. 61 stammenden Nachkommen Nr. 63—76 zeigen. Für ihre ontogenetische Entwicklung ist es charakteristisch, dass ihre S-förmigen Kurven nicht gleich steil sind, sondern ihre Steilheit zeigt eine periodische Schwankung (in der Art der Sinus-Cosinusfunktion).²

3. In meiner IV. Mitteilung wies ich den Zusammenhang zwischen

a) der zur Phylogenie (Stammesentwicklung) gehörigen, bei der Zellteilung sich zeigenden, wellenförmig veränderlichen Arbeitsfähigkeit (Potential-Erscheinung), resp. ihrer Kurve, sodann

β) die für die ontogenetische (individuelle) Entwicklung charakteristische S-förmige Kurve, laut der Zellteilungslehre nach; dann leitete ich sie nach mathematischen Grundsätzen ab;

γ) jetzt aber zeigte ich ihren Zusammenhang im Bilde der Wellenoberfläche, und auf Grund ihrer Schnitte konnte ich den Zusammenhang experimentell beweisen.

Diese Ergebnisse sind vom Standpunkte der theoretischen Erklärung der Lebenserscheinungen von grosser Wichtigkeit, da wir uns mit ihrer Hilfe wieder der Möglichkeit näherten, die bei

¹ Die bei der Entwicklung menschlicher Eineizwillinge beobachtbare Parallelismus erscheint hier in allgemeiner Gesetzmässigkeit.

² Vielleicht ist hier der Grund für die Erscheinung zu finden, dass von selben Vater und von derselben Mutter stammende, aber zu verschiedenen Zeiten geborenen Kinder, in ihren körperlichen und geistigen Eigenschaften in der Stärke ihrer Entwicklung manchmal so grosse Unterschiede aufweisen.

der Entwicklung höher organisierter Pflanzen eine Rolle spielenden Gesetze durch Erkenntnis mechanischer Zusammenhänge zu erklären. Wir verstehen dadurch die Entwicklung der Zellen und Gewebe, die Nodien, Internodien, Knospen, die Entstehung des Kambium aus primärem Gewebe, die Entstehung der sekundären Gewebe, der Jahresringe. Es ist auch denkbar, dass wir imstande sein werden, sie rechnerisch zu verfolgen.

Um dieses Ziel zu erreichen, müssen wir unsere Arbeit in zwei Richtungen fortsetzen:

a) *In theoretischer Richtung*: Wir untersuchen biophysikalisch die bei der Entwicklungsreihe der Nachkommen, bei der periodischen Schwankung der Arbeitsfähigkeit sich ergebenden, in Fig. 8 dieser Publikation dargestellten Wellenoberfläche, bestimmen die dort vorhandenen Funktionen, bestimmen die Koeffizienten w , r , v_0 , und deren Veränderungen im Laufe der Zeit durch Veränderung der biologischen Verhältnisse.

Diese theoretischen Untersuchungen nahm ich bereits in Angriff. Zur Erleichterung dieser Arbeiten schaffte mir das h. Kult. u. Unterrichtsministerium auf Antrag des Ung. Naturwissenschaftlichen Rates einen Dr. v. HARBOU'schen *Differentio-Integraphen* an, mit dessen Hilfe es gelingen wird, die Resultate rascher zu erlangen, allerdings fehlen mir noch viele Instrumente, wodurch das Fortschreiten der Arbeit gehemmt wird. Hilfspersonal steht mir überhaupt keines zu Verfügung.

b) *In experimentaler Richtung*. Hauptsächlich die Frage müsste beantwortet werden, welche biologischen Bedingungen bestimmen die Entwicklung in reiner Phase, resp. die mit ihr verbundene reine, ungetrübte Wellenoberfläche, und wieso entsteht ihr gegenüber die gemischte Phase, resp. die getrübte Wellenoberfläche?

Ich machte meine Versuche mit *wilden Gärungspilzen des Weines* und erhielt dabei in 10—20 % eine schöne, aus der Serie der S-förmigen Kurven der Nachkommenschaft erzeugte Welle.¹

¹ In der Entwicklung und Lokalisation der Knospen unserer Bäume und Sträucher sehen wir dieselbe Gesetzmässigkeit, noch dazu so, dass sie beinahe bis zu einer Pünktlichkeit von 100 % eingehalten wird. Die Verwirrung, von der ich im Vorherigen bei der Entwicklung der ein-

In einigen Prozenten fand ich klar erkennbar 2—3 parallel sich entwickelnde, zueinander verschobene Wellen. Jedoch in vielen Fällen erzielte ich aus gemischtphasigen Mutterkulturen stammende unregelmässig schwankende Nachkommenreihen, deren Wellenoberfläche verschwommen war. Die weiteren Untersuchungen wären zweckmässiger mit in der Hefefabrikation gebräuchlichen kultivierten, hoch arbeitsfähigen Gärungspilzen zu machen, bei denen das Verbleiben in reiner Phase der Nachkommenschaft wahrscheinlicher zu erwarten wäre. Die Zellen der in der Industrie gebrauchten Hefepilze sind stets aus einer Zelle, auf dem Wege der Reinkultur vermehrt. Ihre ausserordentlich forcierte Vermehrung steigert wahrscheinlich die Periodizität. In der Tat beobachten die Hefefabrikanten zuweilen diese wellenförmige, periodische Entwicklung, die sie weniger lieben, als die *ständig* intensive Vermehrung, was wir aus obigem leicht verstehen. In letzterem Falle gibt es stets Zellen mit grosser Arbeitsfähigkeit. Diese Hefe hat eine gleichmässige Wirksamkeit, gibt z. B. besseren Sauerteig. Solche Kulturen werden während der Entwicklung gemischtphasig, es bilden sich während der Periode maximale Entwicklung zeigende, wir nennen sie «*dominierende Zellen*», Sie entstehen während der Periode zerstreut und sichern die grosse Arbeitsfähigkeit für jeden Zeitpunkt. Hingegen periodische Entwicklung zeigende Kulturen haben ihre «*dominierenden Zellen*» *synchron*, in der Originalphase der Mutter. Entsprechend der Periodizität entstehen im Wellental Zellen mit geringer Arbeitsfähigkeit, um dann solche mit grossem Potential entstehen zu lassen. Die Erfahrung der Gärungsindustrie dient mir als Bestätigung, sie ist ein auf der Hand liegender Beweis meiner Theorie. Essigfabrikanten und andere biologische Industrien machen dieselbe Erfahrung mit den periodischen Erscheinungen.

Die an der Mutterkultur und in ihren Nachkommen erkennbare Wellenerscheinung ist, wie aus dem Gesagten zu verstehen ist, die Gleiche. Nur kann man mittelst der von mir gezeigten Methode die

zelligen *Saccharomyces* sprach, kann hier nur in Ausnahmefällen beobachtet werden. In einer meiner nächsten Arbeiten gedenke ich Einzelheiten dieser Frage und deren mathematische Behandlung zu erörtern.

Wellenerscheinungen in der Mutterkultur klarer demonstrieren, darum verwendete ich dieses zu diesem Zwecke ersonnene Verfahren.

Selbst bei unseren allereinfachsten physikalischen Experimenten, z. B. beim Pendel oder freien Fall herrschenden Gesetze lassen sich nur unter gewissen Versuchsanordnungen und Bedingungen mit mechanischen Berechnungen verfolgen, wenn wir die Nebenfaktoren (Reibung, Widerstand etc.) in Betracht ziehen. Auch in unserem Falle müssen wir die Versuchsbedingungen erkennen, unter welchen wir das erwartete Resultat, die regelmässige Wellenoberfläche mit grösserer Wahrscheinlichkeit erreichen werden.

Die Phasenreinheit dürfte nach meiner Meinung in erster Linie in inneren biologischen Faktoren, in der Organisation der Zelle begründet sein, während äussere biologische Faktoren erst in zweiter Linie stehen. Diese Annahme könnte aber erst auf experimentellem Wege geklärt, ihre Komponenten erkannt werden.

Für die sub *a*) und *b*) ausgesteckten Arbeiten ist die Arbeitskraft eines Einzelnen nicht ausreichend, überdies bin ich in meiner gegenwärtigen Lage auch nur der Möglichkeit beraubt, diesbezügliche Experimente zu machen, da mir momentan kein Laboratorium, kein Personal, keine Dotation zur Verfügung steht. Das unter Trianons Folgen leidende Ungarn ist nicht in der Lage die für meine Arbeiten nötigen Bedingungen zu erfüllen.

Wenn ich in Ermangelung von Hilfskräften selbst die vielen numerischen Berechnungen ausführe, die statistischen Tabellen zusammenstelle, die Zeichnungen verfertige etc., so bleibt mir keine Zeit die tieferen Zusammenhänge zu erforschen, mich in den hier benötigten mathematischen, physikalischen, chemischen, biologischen, cytologischen, histologischen, bakteriologicalen etc. Disziplinen zu vervollkommen. Nach menschlicher Berechnung stehen mir noch 12—15 Lebensjahre bevor, in denen ich arbeiten möchte, in denen ich die biophysikalischen Zusammenhänge, die sich nach den bisherigen Grundlegungen massenhaft zeigen, aufdecken möchte. Dazu ist aber ein Laboratorium für Versuche unumgänglich nötig. Es bleibt mir somit nichts anderes übrig, als vaterländische und auswärtige Maecenase um freigiebige Unterstützung zu bitten, mit der sie die Bedingungen für eine Laboratoriumsarbeit erfüllten.

Gelingt dies nicht, so möchte ich meine Fachgenossen in der Biologie bitten, sich mit der experimentellen Weiterentwicklung der Frage zu befassen. Ich möchte bemerken, dass hier grosse Geduld vonnöten, sie mögen sich von der ev. Erfolglosigkeit von 1—2 Versuchsreihen nicht entmutigen lassen, denn nach Erkenntnis der Bedingungen für die Entwicklung reinphasiger Kulturen, wenn uns auf dem Gebiete verschiedener Lebenserscheinungen grössere Versuchsreihen ihre Ergebnisse zur Verfügung stellen, werden solche Zusammenhänge entdeckt werden, die im Interesse der Vervollkommung in der Entwicklung der biologischen Kenntnisse alle Mühe und Opfer verdienen, und welche heute noch garnicht geahnte theoretische und praktische Hinweise liefern werden.

Zusammenfassung der V. u. VI. Mitteilungen.

In meiner IV. Publikation, die sich mit den Erläuterungen der Gesetzmässigkeiten im Ablaufe der Lebenserscheinungen lebender Wesen beschäftigt, wies ich auf die bekannte Erscheinung, dass *Zellteilung* und *Regeneration*, periodisch wechselnd einander folgt. Aus dieser Erfahrung folgerte ich, dass wenn sich die Mutterzelle mehrmals nacheinander teilt, ohne sich inzwischen regeneriert zu haben, ihr Substanz- und Energievorrat abnimmt. In solchem Falle verlangsamt sich die Zellteilung, während inzwischen der Regenerationsvorgang zunimmt. Die Regeneration steigert sich so lange, bis die Mutterzelle ihren durch die Teilung verlorenen Substanz- und Energievorrat im Laufe der Ernährung ersetzt. Ist die Regeneration beendet, beginnt wieder die kräftigere Zellteilung, um dieses Spiel in ungezählten Perioden zu wiederholen.

Die Mutter gibt ihren materiellen- und Energie-Vorrat und ihre Eigenschaften gelegentlich der Zellteilung an die Nachkommen im Verhältnis von halb und halb, oder in irgendeiner anderen Proportion ab, demzufolge wird, so wie der Stoff- und Energievorrat der Mutter zu- oder abnimmt, er auch bei den Nachkommen entsprechend der Reihenfolge ihrer Geburt sich wellenförmig verändern.

Die aus einer stark arbeitsfähigen Zelle abstammende Nachkommenreihe wird nicht gleich arbeitsfähige Zellen enthal-

ten, sondern sie werden je nach der Reihe in der sie geboren werden, abnehmende und dann wieder zunehmende Arbeitsfähigkeit zeigen.

In meiner I—IV. Mitteilungen erörterte ich die seit 100 Jahren allgemein bekannte Erscheinung, dass jedes Lebewesen in seiner Entwicklung eine Bahn beschreibt, welche man allgemein *S*-förmige Kurve benennt, weil sie Ähnlichkeit zu einem geschriebenen grossen *S* hat. Genauer ist die Benennung: *ontogenetische Bahn der Entwicklung. Diese Bahn ist bei der Entwicklung arbeitsfähiger Individuen steiler, bei minder arbeitsfähigen weniger steil.*

Daraus folgt, dass wir die wechselnd grosse Arbeitsfähigkeit der aus einer Mutterkultur nacheinander entstehenden Zellen an der Steilheit ihrer Entwicklungskurven experimentell bestimmen können.

Ich machte Versuche, indem ich gewisse einzellige Lebewesen: *Gärungspilze, Saccharomyces-Arten* nahm, aus Einzellkulturen ausging, aus diesen *Reinkulturen erzeugte, aus welchen ich dann, wie von einer Mutterkultur, von Zeit zu Zeit Überimpfungen* vornahm. Die *Nachkommen* kultivierte ich unter denselben biologischen Verhältnissen wie die Mutterkulturen. Die Entwicklung der Kulturen berechnete ich, indem *ich die bei der Gärung sich bildende CO₂ dem Gewichte nach bestimmte.* In der Tat, die *verschiedenen Nachkommen erzeugten in der gleichen Zeit nicht dieselbe CO₂-Menge sondern sie variierten in sehr breiten Grenzen.* (Siehe Tabellen I—XVI u. XVII u. Fig. 3—7.)

Habe ich auf Grund der Ergebnisse die Entwicklungsbahn der *Nachkommen* in ein rechtwinkliges Koordinatensystem eingezeichnet, sodass ich auf die horizontale Achse die Zeit und auf die vertikale Achse die *CO₂*, in Grammen ausgedrückt, auftrug, so bekam ich *für die Nachkommen S-förmige Kurven von verschiedener Steilheit.* (Siehe Fig. 3—7.)

Zeichnete ich die Entwicklungsbahn der *Nachkommen* auf ein steifes Papier, welches ich der Zeichnung entsprechend, mit der Scheere ausschchnitt, und ordnete ich diese Ausschnitte in der Skala ihrer Impfungszeit in das Koordinatensystem ein, so erhielt ich aus der Reihe der *S-förmigen Kurven* das Wellenbild, die *S-förmigen Kurven* ergaben eine Wellenoberfläche. (Siehe Fig. 8.) *Wenn ich diese Oberfläche mit einer Fläche durchschneide, die parallel zur*

Abscissenachse und parallel zur senkrechten Achse steht, so erhalte ich die gesuchten Wellenkurven. (Siehe Fig. 8, 9, 10.)

Die periodische Schwankung der Arbeitsfähigkeit der Nachkommen, ist demzufolge parallel und in Proportion zur Schwankung der Arbeitsfähigkeit der in der Mutterkultur sich teilenden Zellen.

Im Originaltexte der Publikation ist jede Phase des Versuches genau beschrieben, mitsamt den sich ergebenden Schwierigkeiten. Zum Beweise publiziere ich I—XVIII. Tabelle und 1—10. Zeichnung. Ich betone ferner, dass die Verwirklichung der Ergebnisse mit grossen Schwierigkeiten zu erreichen ist, da sich die reine Wellenoberfläche nur dann ergibt, *wenn die Phase in der Mutterkultur rein bleibt*. Selbst bei einer Reinkultur d. h. bei einer aus einer einzigen Zelle angesetzten Entwicklung kann die einheitlich erwartete Wellenoberfläche getrübt werden, wenn nämlich ein Teil der Nachkommen von der synchronen Entwicklung abweicht. In solchem Falle entsteht eine *Phasisverschiebung*, die die Entwicklung der Nachkommen und damit die schöne Wellenoberfläche verwischen kann. In meinen bisherigen Versuchen, also bei wilden Gärungspilzen der Traube gelang mir die reinphasige schöne Reihe nur in 10—20%.

Die Bedingungen, unter welchen wir auf reinphasige Entwicklung rechnen können, können nur auf experimentellem Wege erforscht werden und sind eine zukünftige Aufgabe.

In der Entwicklung und Lokalisation der Knospen unserer Bäume und Sträucher sehen wir die selbe Gesetzmässigkeit, noch dazu so, dass sie beinahe bis zu einer Pünktlichkeit von 100% eingehalten wird. Die Verwirrung, von der ich im Vorherigen bei der Entwicklung der einzelligen *Saccharomyces* sprach, kann hier nur in Ausnahmefällen beobachtet werden. In einer meiner nächsten Arbeiten gedenke ich Einzelheiten dieser Frage und der mathematische Behandlung zu erörtern.

Die im Titel dieser Arbeit angekündigten zwei Schwingungsbewegungen, die *aperiodische* und die *periodische* ist an der Wellenoberfläche der Fig. 8 zu sehen. Die S-förmigen Kurven, die die Komponenten der Wellenoberfläche bilden, sind nichts anderes, wie die *Integrale der aperiodischen Schwingungen*. Die aus der Wellenoberfläche mit der Abscissenachse und auch mit der senkrechten

Achse parallelen Ebenen gefertigten Schnitte hingegen ergeben die Kurven der periodischen Schwingungen, die in Fig. 8, 9 und 10 auch sichtbar sind.

Die Funktion dieser zwei Kurven entsteht aus der gemeinsamen Differenzialgleichung. Über ihren Ursprung und ihre biologische Bedeutung sprach ich eingehend in der IV. Publikation. Die nähere Besprechung der Wellenoberfläche kann hier keinen Platz finden, sondern soll in einer nächsten Mitteilung erörtert werden.

Mit den hier dargelegten Versuchsangaben, die ein Beispiel aus vielen ähnlichen Versuchsreihen ist, glaube ich die Richtigkeit meiner Erläuterungen der Gesetzmässigkeiten im Ablaufe der Lebenserscheinungen der lebenden Wesen, die ich in Mitteilungen I—IV behauptete, bewiesen zu haben.

In gewissen Fällen, die ich die reinphasische Zellteilung nenne, kann die periodische Wellenbewegung der Arbeitsfähigkeit in der Reihe der Nachkommen experimentell nachgewiesen werden. Als deren Teilkomponenten ergeben sich folgende grundlegende Resultate:

1. Aus einer einzelnen Zelle oder aus ihren Nachkommen, werden *bei reinphasischer Entwicklung zum gleichen Zeitpunkte gleich arbeitsfähige Nachkommen entstehen*, wie die Mutterkultur Nr. 61 und ihre Kontrolle Nr. 62 zeigt. Die für *ihre ontogenetische Entwicklung charakteristische S-förmige Kurven sind gleich steil*.

2. *Bei reinphasischer Entwicklung sind die aus einer Zelle oder deren Nachkommen, zu verschiedenen Zeiten entstehenden Nachkommen nicht gleich arbeitsfähig*, wie dies die von Versuch Nr. 61 stammenden Nachkommen Nr. 63—76 zeigen. *Für ihre ontogenetische Entwicklung ist es charakteristisch, dass ihre S-förmigen Kurven nicht gleich steil sind, sondern ihre Steilheit zeigt eine periodische Schwankung (in der Art der Sinus-Cosinus-Funktion)*.

3. In meiner IV. Mitteilung wies ich den *Zusammenhang zwischen*

a) der zur Phylogenie (Stammentwicklung) gehörigen, bei der Zellteilung sich zeigenden, wellenförmig veränderlichen Arbeitsfähigkeit, resp. ihrer Kurve, sodann

β) die für die ontogenetische (individuelle) Entwicklung charak-

teristische S-förmige Kurve, laut der Zellteilungslehre nach: dann leitete ich sie nach mathematischen Grundsätzen ab;

γ) jetzt aber zeigte ich ihren Zusammenhang im Bilde der Wellenoberfläche und auf Grund ihrer Schnitte konnte ich den Zusammenhang experimentell beweisen.

Ich betrachte diese Ergebnisse für die theoretische Erörterung der Lebenserscheinungen und für ihre biophysikalische Erklärung als grundlegend wichtig.

Meine Arbeit muss in theoretischer und praktischer Hinsicht fortgesetzt werden:

a) Auf theoretischem Wege, durch biophysikalische Untersuchung der Wellenoberfläche, durch Bestimmung der hier eine Rolle spielenden Funktionen und w_1^2, r_1^2, v_0 Konstanten, und deren Veränderungen in der Zeit oder mit den Veränderungen der biologischen Verhältnisse.

b) Auf experimentellem Wege wäre die Frage zu beantworten, welche innere und äussere biologische Bedingungen es bestimmen, ob bei der Zellteilung sich eine reine Phase zeigt, die eine ungetrübte schöne Wellenoberfläche ergibt, und wann entsteht auch von einer einzigen Zelle ausgehend, eine Verschiebung, welche die gemischte Phase und damit eine Trübung der Wellenfläche erzeugt.

Experimentelle Untersuchungen zu machen bin ich derzeit nicht in der Lage, da mir kein Laboratorium zur Verfügung steht. Aber auch für theoretische Arbeiten fehlt es mir an Hilfskräften und Instrumenten, deren Mangel den Fortschritt in der Arbeit lähmt. Ungarn ist heute so arm, dass es nicht in der Lage ist für wissenschaftliche Forscherarbeit ein Laboratorium, Personal und eine regelmässige Dotation zur Verfügung zu stellen. Ich könnte meine Arbeit nur dann mit grösserem Schwung fortsetzen, wenn heimische und hauptsächlich ausländische Gönner, die sich für die in der hier angegebenen Richtung entwickelnde Biologie interessieren, durch geeignete Dotationen diese Untersuchungen unterstützen.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 15. Januar 1934.)

Tabelle XVII. a)

Ausweis über die im Versuch- No 61 und dessen Nachkommen erzeugten Kohlendioxyd-Mengen. Diese S Grössen entsprachen den in Tabellen I—XVI. Kolonne 9 ausgewiesenen Grössen, hier jedoch auf einen einheitlichen Zeitpunkt bezogen, damit sie unmittelbar vergleichbar seien.

Zeit, die von Impf. 1915 I. 31. 10 ^h vergangen		I.	II.	III.	IV.	V.
		61	62	63	65	66
Tagen		Impf. I. 31. 10 ^h Mutterkultur	Impf. I. 31. 10 ^h Kontrolle	Impf. II. 6. 6 Tag = 144 ^h Nachkommen	Impf. II. 9. 9 Tag = 216 ^h Nachkommen	Impf. II. 12. 12 Tag = 288 ^h Nachkommen
Stunden						
3	72	1·26	0·98	0·82	0·50	0·99
4	96	1·93	1·67	1·40	0·71	1·90
5	120	2·66	2·42	2·01	1·04	3·40
6	144	3·37	3·30	2·71	1·45	5·02
7	168	4·08	3·99	3·31	1·89	6·62
8	192	4·74	4·80	4·00	2·45	8·17
9	216	5·40	5·54	4·58	3·12	9·71
10	240	5·97	6·25	5·02	4·20	11·33
11	264	6·55	6·97	5·70	5·66	12·79
12	288	7·16	7·61	6·22	7·16	14·35
13	312	7·76	8·20	6·80	8·70	15·91
14	336	8·36	8·85	7·38	10·30	17·41
15	360	8·95	9·46	7·89	11·77	18·89
16	384	9·55	10·05	8·42	13·22	20·37
17	408	10·15	10·68	9·00	14·62	21·72
18	432	10·77	11·30	9·53	15·98	23·11
19	456	11·37	11·89	10·02	17·29	24·52
20	480	11·90	12·40	10·58	18·61	25·90
21	504	12·56	12·97	11·12	19·92	27·19
22	528	13·11	13·46	11·68	21·19	28·72
23	552	13·72	14·09	12·12	22·46	30·09
24	576	14·31	14·60	12·62	23·70	31·42
25	600	14·90	15·11	13·04	24·93	32·67
26	624	15·45	15·68	13·45	26·05	33·83
27	648	15·99	16·20	13·88	27·16	34·92
28	672	16·49	16·67	14·33	28·18	35·95
29	696	17·03	17·15	14·83	29·19	36·97
30	720	17·47	17·68	15·22	30·12	37·92
35	840	19·93	20·06	17·25	33·80	41·73
40	960	22·24	21·87	19·32	35·92	44·30
45	1080	23·97	23·52	21·07	37·20	45·89
50	1200	25·27	25·10	22·74	37·86	46·98
55	1320	26·32	26·52	24·05	38·29	47·55
60	1440	27·15	27·32	25·12	38·61	47·88
65	1560	27·47	27·87	26·02	38·83	48·22
70	1680	27·72	28·37	26·67	38·89	48·38
75	1800	27·89	28·57	27·10	38·96	48·42
80	1920	27·92	28·77	27·32	39·02	48·52
85	2040	27·95	28·80	27·57	39·05	48·57
90	2160	27·96	28·82	27·75	39·07	48·62
95	2280	28·02	28·85	27·87	39·08	48·65
100	2400	28·17	28·87	27·92	39·09	48·67

Tabelle XVII. b)

Ausweis über die im Versuch- No 61 und dessen Nachkommen erzeugten Kohlendioxyd-Mengen. Diese *S* Grössen entsprachen den in Tabellen I—XVI. Kolonne 9 ausgewiesenen Grössen, hier jedoch auf einen einheitlichen Zeitpunkt bezogen, damit sie unmittelbar vergleichbar seien.

Zeit, die von Impf. 1915 I. 31. 10 ^h vergangen		VI.	VII.	VIII.	IX.	X.
		67	68	69	70	71
Tagen	Stunden	Impf. II. 16. 16 Tag = 384 ^h	Impf. II. 19. 19 Tag = 456 ^h	Impf. II. 23. 23 Tag = 552 ^h	Impf. II. 28. 28 Tag = 672 ^h	Impf. III. 5. 33 Tag = 792 ^h
		Nachkommen	Nachkommen	Nachkommen	Nachkommen	Nachkommen
3	72	1·65	1·09	0·48	1·20	0·90
4	96	3·40	2·00	0·80	1·85	1·47
5	120	5·58	3·25	1·22	2·70	2·20
6	144	7·87	4·60	1·77	3·80	3·12
7	168	10·27	6·07	2·40	5·35	4·14
8	192	12·42	7·60	3·22	6·97	5·32
9	216	14·71	9·27	3·97	9·22	6·52
10	240	17·10	10·87	4·92	11·50	7·72
11	264	19·31	12·47	5·99	13·87	9·00
12	288	21·62	14·11	7·09	16·12	10·27
13	312	23·99	15·57	8·17	18·37	11·54
14	336	26·32	17·02	9·37	20·37	12·87
15	360	28·47	18·42	10·47	22·22	14·17
16	384	30·67	19·82	11·59	24·02	15·50
17	408	32·64	21·17	12·72	25·67	16·89
18	432	34·49	22·54	13·82	27·12	18·24
19	456	36·12	23·95	14·90	28·62	19·60
20	480	37·57	25·32	16·00	29·82	21·01
21	504	38·81	26·62	17·07	31·27	22·42
22	528	39·92	27·85	18·17	32·52	23·75
23	552	40·85	29·10	19·24	33·87	25·05
24	576	41·63	30·29	20·34	35·12	26·42
25	600	42·35	31·52	21·42	36·32	27·62
26	624	42·92	32·70	22·50	37·37	28·87
27	648	43·45	33·87	23·55	38·22	30·00
28	672	43·94	34·87	24·57	38·97	31·12
29	696	44·43	35·80	25·52	39·72	32·22
30	720	44·87	36·72	26·45	40·17	33·25
35	840	46·24	40·47	30·54	42·10	38·31
40	960	46·85	42·75	34·07	43·55	41·80
45	1080	47·30	44·25	37·17	44·80	43·45
50	1200	47·53	45·43	39·44	45·87	43·77
55	1320	47·66	45·94	41·04	46·82	43·97
60	1440	47·74	46·16	42·17	47·97	44·07
65	1560	47·84	46·37	43·08	48·92	44·17
70	1680	47·87	46·60	43·61	49·52	44·32
75	1800	47·92	46·75	44·22	50·02	44·42
80	1920	47·95	46·85	44·82	50·32	44·49
85	2040	47·97	46·87	45·17	50·42	44·52
90	2160	47·98	46·89	45·38	50·52	44·59
95	2280	48·00	46·91	45·62	50·57	44·67
100	2400	48·01	46·93	45·92	50·62	44·72

Tabelle XVII. c)

Ausweis über die im Versuch- No 61 und dessen Nachkommen erzeugten Kohlendioxyd-Mengen. Diese *S* Grössen entsprachen den in Tabellen I—XVI. Kolonne 9 ausgewiesenen Grössen, hier jedoch auf einen einheitlichen Zeitpunkt bezogen, damit sie unmittelbar vergleichbar seien.

Zeit, die von Impf. 1915 I. 31. 10 ^h vergangen		XI.	XII.	XIII.	XIV.	XV.
		72	73	74	75	76
Tagen	Stunden	Impf. III. 40. 38 Tag = 912 ^b	Impf. III. 16. 44 Tag = 1056 ^b	Impf. III. 22. 50 Tag = 1200 ^b	Impf. III. 30. 58 Tag = 1392 ^b	Impf. IV. 8. 67 Tag = 1608 ^b
		Nachkommen	Nachkommen	Nachkommen	Nachkommen	Nachkommen
3	72	0·80	0·02	0·30	0·20	0·17
4	96	1·25	0·03	0·69	0·44	0·30
5	120	1·90	0·03	1·19	0·80	0·54
6	144	2·80	0·08	1·95	1·30	0·87
7	168	3·82	0·22	3·10	2·10	1·35
8	192	5·12	0·45	4·47	3·15	2·15
9	216	6·77	0·78	6·17	4·77	3·25
10	240	8·42	1·21	8·05	6·57	4·60
11	264	10·15	1·86	9·57	8·52	6·09
12	288	11·77	2·75	11·37	10·37	7·67
13	312	13·42	4·26	12·95	12·13	9·19
14	336	15·02	5·95	14·75	13·82	10·66
15	360	16·63	7·77	16·32	15·57	12·14
16	384	18·17	9·57	17·95	17·27	13·60
17	408	19·69	11·27	19·52	18·87	15·02
18	432	21·17	12·97	21·14	20·47	16·47
19	456	22·57	14·52	22·57	22·17	17·97
20	480	23·92	16·02	24·11	23·77	19·37
21	504	25·27	17·52	25·61	25·22	20·83
22	528	26·67	18·82	27·02	26·67	22·25
23	552	28·03	20·27	28·42	27·97	23·72
24	576	29·41	21·77	29·81	29·17	25·14
25	600	30·77	23·09	31·17	30·27	26·54
26	624	32·07	24·57	32·52	31·37	27·94
27	648	33·37	25·97	33·83	32·37	29·29
28	672	34·62	27·32	35·07	33·27	30·47
29	696	36·00	28·69	36·27	34·19	31·67
30	720	36·97	29·97	37·37	35·07	32·74
35	840	41·77	35·71	41·37	39·15	37·50
40	960	44·67	40·02	43·84	42·17	41·27
45	1080	46·45	43·25	45·52	44·12	44·20
50	1200	47·71	45·52	46·69	45·47	46·27
55	1320	48·52	46·87	47·46	46·47	47·24
60	1440	49·02	47·32	47·87	47·22	47·77
65	1560	49·37	47·72	48·27	47·82	48·20
70	1680	49·60	48·02	48·67	48·37	48·47
75	1800	49·82	48·22	48·87	48·67	48·62
80	1920	49·92	48·32	49·22	48·87	48·72
85	2040	50·02	48·37	49·37	49·12	48·75
90	2160	50·07	48·39	49·62	49·32	48·78
95	2280	50·10	48·41	49·72	49·37	48·80
100	2400	50·17	48·42	49·79	49·52	48·82

Tabelle XVII. d)

Ausweis über die im Versuch- No 61 und dessen Nachkommen erzeugten Kohlendioxyd-Mengen. Diese *S* Grössen entsprachen den in Tabellen I—XVI. Kolonne 9 ausgewiesenen Grössen, hier jedoch auf einen einheitlichen Zeitpunkt bezogen, damit sie unmittelbar vergleichbar seien.

Zeit, die von Impf. 1915 I. 31. 10 ^h vergangen		XVI.	—	—	—
		77	78	79	80
Tagen	Stunden	Impfung IV. 19. 78 Tag = 1872 ^h	Impfung V. 3. 92 Tag = 2208 ^h	Impfung V. 17. 106 Tag = 2544 ^h	Impfung V. 27. 116 Tag = 2784 ^h
		Nachkommen	Nachkommen	Nachkommen	Nachkommen
3	72	0-00	0-00	0-00	0-00
4	96	0-00	0-00	0-00	0-00
5	120	0-00	0-00	0-00	0-00
6	144	0-00	0-00	0-00	0-00
7	168	0-00	0-00	0-00	0-00
8	192	0-01	0-00	0-00	0-00
9	216	0-05	0-05	0-00	0-00
10	240	0-10	0-10	0-01	0-02
11	264	0-25	0-10	0-01	0-02
12	288	0-50	0-10	0-01	0-02
13	312	0-85	0-12	0-01	0-02
14	336	1-40	0-13	0-01	0-02
15	360	2-00	0-15	0-01	0-02
16	384	2-60	0-15	0-01	0-02
17	408	3-30	0-17	0-01	0-02
18	432	3-87	0-20	0-01	0-02
19	456	4-45	0-20	0-01	0-02
20	480	5-07	0-20	0-01	0-02
21	504	5-60	0-20	0-01	0-02
22	528	6-15	0-20	0-02	0-02
23	552	6-92	0-20	0-02	0-02
24	576	7-60	0-20	0-02	0-02
25	600	8-27	0-20	0-02	0-02
26	624	8-70	0-22	0-02	0-02
27	648	9-52	0-24	0-02	0-02
28	672	10-30	0-26	0-02	0-02
29	696	11-02	0-28	0-02	0-02
30	720	11-82	0-30	0-02	0-02
35	840	15-37	0-30	0-02	0-02
40	960	18-42	0-30	0-02	0-02
45	1080	21-42	0-30	0-02	0-02
50	1200	24-42	0-30	0-03	0-02
55	1320	26-92	0-30	0-03	0-03
60	1440	29-17	0-30	0-03	0-03
65	1560	31-02	0-30	0-03	0-03
70	1680	32-47	0-31	0-03	0-03
75	1800	33-77	0-35	0-03	0-03
80	1920	34-57	0-36	0-03	0-03
85	2040	35-27	0-38	0-03	0-03
90	2160	35-87	0-40	0-03	0-03
95	2280	36-37	0-42	0-03	0-03
100	2400	36-62	0-45	0-03	0-03

AZ ÉLŐLÉNYEK FEJLŐDÉSE SZABÁLYOSSÁGÁNAK A MAGYARÁZATA.

V. és VI. közlemény összefoglalása.

Kísérleti adatok és elméleti fejtegetések az erjesztő sejtek (*Saccharomyces spec.*) fejlődésében uralkodó aperiodusos és periodusos rezgőmozgásos jelenségeknek kísérleti bizonyítására.¹

Dr. KÖVESSI FERENC-től (Sopron—Budapest).

Az élőlények fejlődése szabályosságának a magyarázatával foglalkozó tanulmányom legutóbbi IV. közleményében² rámutattam arra az ismert jelenségre, hogy a sejtek osztódása és regenerálódása periódusosan váltakozva követik egymást. Ebből a tapasztalatból leveztettem, hogy, ha az anyasejt többször osztódik egymásután, a nélkül, hogy regenerálódna, akkor a sok osztódás folytán anyaga és energiakészlete megcsökken. Az osztódás ilyenkor meglassul és ez alatt a regenerálódás folyamata kezd megerősödni. Ez utóbbi mindaddig fokozódik, míg az anyasejt az osztódás által elveszített anyagát és energiakészletét a táplálkozás folyamán pótolja. Ha a regenerálódás befejeződött, újra megindul a sejt erőteljesebb osztó-

¹ A Magyar Tud. Akadémia III. osztályának 1934. január hó 15-én tartott rendes ülésén bemutatta dr. MÁCÓCSY-DIETZ SÁNDOR rendes tag.

² Mathematikai és Természettudományi Értesítő, XLVI. kötet, 1929. év 458—486. lap. Franklin-nyomda — Mathematische und Naturwissenschaftliche Berichte aus Ungarn. Bd. XXXVII., 1930., p. 143. Budapest, Franklin-nyomda. — Erdészeti Kísérletek, 1931. évi XXXIII. kötet, 135. lap. Sopron, Főiskola.

dása, hogy az előzőkben vázolt játék számtalan egymásután következő periódusban megismétlődjék.

Az anya szaporodásakor készleteit és tulajdonságait vagy megfelezi, vagy valamilyen arányossági tényező szerint az utódokkal megosztja; tehát amint anyaga és energiakészlete csökken vagy emelkedik, az utódok anyaga és energiakészlete is születésük időrendi sorrendjének megfelelően hullámzó módon változik.

Valamely nagy munkaképességű sejtből leszármazott utód-sorozat tagjai ezek szerint nem lesznek egyforma munkaképességűek, hanem azon sorrendben, amint születtek, a munkaképesség egy darabig csökken, majd egy minimum elérése után fokozatosan újra emelkedik, hogy ez a játék periódusosan számtalanszor egymásután megismétlődjék.

Előző I—IV. tanulmányaimban fejtegettem azt a közel száz év óta általánosan ismert jelenséget, hogy bármelyik élőlény kifejlődése közben sajátságos menetű pályát ír le, melyet általában *S*-alakú görbének neveznek, mert egy írott nagy *S* betű törzséhez hasonlít. Pontosabban pedig a fejlődés ontogenetikus pályájának szoktuk mondani. *Ez a pálya (egyenlő munkaképességű utódoknál egyenlő meredek) nagyobb munkaképességű egyed kifejlődésénél meredekebb, gyengébb munkaképességű egyed kifejlődésénél kevésbé meredek lesz.*

Az elmondottakból következik, hogy valamely anyatenyészet egymásután fejlődő sejtjeiben, a változó nagyságú munkaképességet az utódok fejlődési pályája meredekségének megállapítása által kísérletileg meg lehet határozni.

Kísérleteket végeztem oly módon, hogy bizonyos egysejtű élőlényvel: *erjesztő gombával (Saccharomyces-fajokkal)*, egysejtkultúrából kiindulva, *tiszta tenyészetet létesítettem, melyből azután időnként átoltásokat végeztem.* Az utódokat egymással és az anyával teljesen egyforma külső biológiai viszonyok között tenyésztettem tovább. A tenyészetek fejlődéséről úgy adtam számot, hogy *a képződő CO₂ mennyiségét súly szerint lemértem, valóban a különféle utódok egyenlő idő alatt fejlesztett CO₂ gr súlya nem lett egyforma, hanem igen tág határok között változó értékű.*

Ha az adatok alapján az utódok fejlődési pályáját derékszögű koordináta-rendszerben megrajzoltam oly módon, hogy a vízszintes rendezőre a mérés idejét, a függőleges rendezőre a lemért CO_2 súlyát grammokban kifejezve felhordtam, akkor *mindenik utód esetében S-alakú görbét kaptam, melyek valóban nem lettek egyforma meredekek.*

Ha most az utódok ezen fejlődési pályáját kemény papírra megrajzoltam, azután körvonalaikat kivágtam, majd az így nyert lapokat *oltási idejük léptékében koordináta-rendszerben elrendeztem, az S-alakú görbék sorozatából a hullámzó kép teljesen kialakult. Az S-alakú görbék hullámfelületet adnak. Ha e felületet az S-alakú görbék síkjára merőleges és a függőleges tengellyel párhuzamos síkokkal átvágjuk, megkapjuk a keresett hullámgörbéket.*

Az utódok munkaképességének ezen periódusos ingadozása az előzőkben elmondottak alapján nyilván párhuzamos lefolyású és arányos méretű az anyatenyészet osztódó sejtjeiben végbemenő munkaképesség hullámzásával.

A tanulmány eredeti szövegében tüzetesen le van írva a kísérleti eljárás minden részlete, a felmerülő nehézségekkel együtt. Bizonyítékként I—XVII. táblázatot és 10 rajzot közlök. Kiemelem, hogy sok kísérleti nehézség merül fel ezen eredmények megvalósításánál, mert a tiszta hullámfelület csak akkor jelentkezik, *ha az anyatenyészetben a fázis tisztán megmarad.* Tiszta tenyészetrel, vagyis egyetlen sejttel indított fejlődés esetén is megzavarodhatik a várt egyöntetű hullámfelület, ha közben az utódok egy része a synchron-fejlődéstől eltér. Ilyenkor fáziseltolódás keletkezik, ami az utódok fejlődését, ez pedig a szép hullámfelületet megzavarhatja. Eddigi kísérleteimben — a szőlő vad élesztője eseteiben — a tisztafázisú szép sorozat kb. 10—20 %-ban sikerült.

A tisztafázisú kísérletek létesítésének feltételeit csak kísérleti úton lehet kideríteni, ami a jövő feladatát fogja képezni.

Fáink és cserjeink rügyeinek kialakulásánál és a rügyek elhelyezésénél ugyanezen törvényszerűség szerepel, mégpedig úgy, hogy majdnem 100%-ig pontos kivitelben betartja a szabályosságot. Itt az a szóródás, amiről az egysejtű Sacharomyceseknél az előzőkben szólottam nem, vagy legfeljebb nagyon kivételesen

tapasztalható. Ennek részleteivel és matematikai taglálásával egy következő dolgozatom valamelyikében óhajtók bővebben foglalkozni.

A tanulmány címében bejelentett két rezgőmozgásos jelenség az *aperiodusos és a periodusos mozgás*, az eredeti szöveg 8. rajzában bemutatott hullámfelületen látható. Az *S*-alakú görbék, melyek a hullámfelület alkotóiként szerepelnek, nem egyebek, mint az *aperiodusos lengések integráljai*. Míg az anya idejét ábrázoló abszcissza rendezővel és a függőleges rendezővel párhuzamos síkokkal történő metszetek megadják a *periodusos lengések görbéit*, mely utóbbiak a 9—10. sz. ábrákon láthatók. Ennek a kétféle görbének a függvénye közös differenciál egyenletből keletkezik. Származásukról és biológiai jelentőségükről előző tanulmányaimban, főleg IV. sz. közleményemben szólottam. A hullámfelület részletesebb tárgyalásáról helyszűke miatt itt nem lehet szó, hanem azt a következő tanulmányomban fogom bemutatni.

Az itt közölt kísérleti adatokkal, mint sok hasonló kísérleti sorozataimnak egy példájával bebizonyítottnak vélem, az élőlényekfejlődése szabályosságának a magyarázatáról eddigi (I—IV. számú) közleményeimben fejtegetett gondolatmenetnek a helyességét.

Bizonyos esetekben, melyeket a sejtek tisztafázisú osztódásának nevezek, az utódok sorozatánál a munkaképességnek periodusos hullámzása kísérletileg kimutatható. Ennek részletösszetevőiként a következő alapvető eredmények adódtak ki:

1. Egyetlen sejtől vagy utódaitól, *tisztafázisú fejlődés esetén, ugyanazon időpontban leszármazó utódok*, mint a 61. sz. anyatenyészet és 62. sz. ellenőrzője mutatják, *egyenlő munkaképességűek*; ontogenetikus fejlődésükre jellemző *S*-alakú görbék *egyforma meredekék*.¹

2. Egyetlen sejtől vagy utódaitól *tisztafázisú fejlődés mellett, különféle időpontokban leszármazó utódok*, mint a 61. sz. tenyészetnek 63—76. sz. ivadékai mutatják: *nem egyenlő munkaképességűek*;

¹ Az emberi egycsejt *ikrek* fejlődésénél látható parallelizmus jelenik meg itt általános törvényszerűség alakjában.

ontogenetikus fejlődésükre jellemző *S*-alakú görbék nem egyforma meredek, hanem periodusos (sinus-cosinus függvényyszerű) hullámzást mutatnak.¹

3. Negyedik közleményemben az evolutio két fejezetének:

a) a filogenézis (törzsfajlás) körébe tartozó, a sejtosztódással kapcsolatos, hullámzóan változó munkaképesség görbéjének, azután

β) a sejtek ontogenetikus (egyéni) kifejlődésére jellemző S-alakú görbéjének összefüggését a sejtosztódás elmélete szerint, azután a matematika törvényei szerint levezettem,

γ) most összetartozandóságukat a hullámfelület képében és annak metszetei alapján kísérletileg bebizonyítottam.

Ezeket az eredményeket az életjelenségek elméleti tárgyalásánál és az életjelenségek biofizikai magyarázata szempontjából alapvető fontosságúnak vélem.

A munkát elméleti és gyakorlati irányban kell folytatni:

Elméleti úton: a bemutatott hullámfelület biofizikai megvizsgálása, az ott szereplő függvények és w_1^2, r_1^2, v_0 állandóik meghatározása, ez utóbbiaknak az időben, illetve a biológiai viszonyok időszerinti változásához mért alakulása volna kiderítendő.

Kísérleti úton pedig elsősorban az volna tisztázandó, hogy milyen belső és külső biológiai feltételek határozzák meg a sejtek osztódásánál jelentkező tisztafázist, mely a zavartalan szép hullámfelületet adja, és mikor jelentkezik, egyetlen sejtől való kiindulás esetében is, az az eltolódás, mely a vegyesfázist és a hullámfelület megzavarodását szüli.

Kísérleti vizsgálódásaimat folytatni nem tudom, mert laboratoriumom jelenleg nincsen. Elméleti kutatásaimnál is segítség és eszközök nélkül vagyok, ami a munka haladását megbénítja. Magyarország ma olyan szegény, hogy képtelen e tudományos kutatásokra laboratoriumot, személyzetet és rendszeres évi dotációt

¹ Talán itt rejlik egyik oka annak a jelenségnek, hogy ugyanazon anyától és apától származó, de különféle időpontokon született gyermekek testi és lelki tulajdonságaikra, fejlődésük erőteljességére nézve néha olyan nagyfokú különbségeket mutatnak, teljes kifejlődöttségük állapotában is.

adni, ezért erőteljesebb lendülettel csak az esetben tudnám folytatni, ha a biológiai tudományok itt megadott irányú fejlődése iránt érdeklődő hazai, de főleg külföldi pártfogók, bőkezű adományaikkal lennének kegyesek ezt a kutatást támogatni.

*

Magyar nyelven a német szöveghez hasonló teljes terjedelemben megjelent az *«Erdészeti kísérletek»* 1933. évi XXXV. évfolyamának 335—395. lapjain. Sopron. Főiskola.

PATOLOGIAI VIZSGÁLATOK MAGYARORSZÁGI BARLANGI MEDVÉK KOPONYÁJÁN.

KUBACSKA ANDRÁS-tól.

IV—V. Tábla.

I. Az állcsontok gyulladásai. Az állcsontok és fogak megbetegedése egyike a leggyakoribb kóros elváltozásoknak. A kórokozók leginkább a szomszédságból jutnak be a csontállományba, leggyakrabban a fogsor révén. A barlangi medvénél a fogak fejlődése idején úgy a tej-, mint a maradandó fogak kibúvása okozhat genyedet, ha szűk a hely az állkapocsban a dentitio idején, akárcsak az embernél. Az állatok élemedett korában főként a fogmedri genyedések veszélyeztették a csontokat, míg a fogak szuvasodása ritkább jelenség volt. Nagyszerű behatolási kapu volt fertőzések számára a szemfogaknak és metszőfogaknak, de a zápfogaknak is a törése, illetőleg túlságosan mély lekopása révén szabaddá váló pulpaüreg. Nem voltak ritkák továbbá a sérüléseket követő állcsonti genyedések sem.

Ha a rendelkezésünkre álló bőséges magyar anyagot áttanulmányozzuk, az állcsontgenyedések több fajával találkozunk. Ezek a legtöbbször nem egyedül, hanem többen együttesen lépnek fel (pl. pyorrhoea és osteomyelitis együtt). A dolog természetében rejlik, hogy fossziliák esetében igen sokszor nem határozhatjuk meg olyan szabatosan, illetőleg nem különíthetjük el a többitől olyan pontosan az egyes betegségeket, mint azt a ma orvosa teheti.

Az állcsontok genyedése nemcsak a szomszédos szöveteket veszélyeztette, de ártalmára volt az egész szervezetnek is. Mindenestre voltak hyperseptikus esetek, melyeknek nyomán az általános fertőzést oly gyorsan követte a halál, hogy nem maradt idő

fossziliákon is megfogható nyomok kifejlődésére. A megbetegedett állcsontok azonban azt bizonyítják, hogy sok esetben gyógyulás következett be.

Az *egyén* mindenesetre nemcsak, hogy sokat szenvedhetett, hanem életfunkcióinak megszokott, normális folytatásában is erősen akadályozva volt, sőt életét is veszthette. Összefüggést találunk azonban a *faj* fejlődése és e betegségek között is. A tisztán ragadozó ősoktól származó barlangi medve már túlnyomórészt növényi táplálékot vett magához, aminek következtében elhatalmasodott a fajon egy egész sereg olyan betegség, mely elsősorban vagy kizárólag növényevőket szokott megtámadni. Meg kell említeni, hogy a barlangi medve fiatal újszülötteit és bocsait egy, eddig közelebről nem vizsgált állkapcsi megbetegedés pusztította, melyet nem minden esetben lehet a dentitio folyamán fellépő komplikációknak rovására írni.

II. A fogsor rendellenes záródása. Az alsó és felső fogsor rendellenes záródása rendellenes kopási felületeket eredményez a fogakon. Egész sereg ilyen eset került elő és vált ismeretessé a barlangi medvék koponyájának tanulmányozása közben. Egyes esetekben a fogak rágófelületeinek széle élesre kopott, mint azt a növényevőknél észlelték. Sajnos, hogy a koponyákhoz tartozó alsó állkapcsok hiánya megghiúsított minden komolyabb részletvizsgálatot.

III. Ék alakú kioldások (erosiók) a fognyakon. A barlangi medve fogairól — korának előhaladtával — visszahúzódott a foghús, ami különben embernél-állatnál egyformán gyakori jelenség. Az alsó szemfognak ily módon szabaddá vált nyakán 0.5 cm mélységet meghaladó, majdnem vízszintes, enyhén spirális lefutású befűződés jöhetett létre. A hazai anyag alapján minden kétséget kizárva igazolható, hogy ez a jelenség az alsó harmadik metszőfogn is gyakori. Az alsó C-n az I3 felé, az I3-on pedig a C-felőli oldalon láthatók a befűzések. Létrejöttüket éppen helyzetüknél és vízszintes fekvésüknél fogva valóban nem lehet sem a felső C-nek, sem pedig a felső harmadik metszőfog koptató hatásának betudni. Ezeknek a mély, határozott szélű befűzéseknek létrejöttét kutatva, elfogadhatjuk BRÜER feltevését, hogy a növényi táplálék leszakítása közben (a barlangi

medve túlnyomóan növényevő volt), traumás hatás folytán állottak elő.

Vannak azonban olyan ékalakú kioldások is, melyek a többi alsó és felső metszőfogon, valamint a felső szemfogon is jelentkeznek. Ezek egyeznek az állatorvosi irodalomból is megszokottabb típusokkal. Sokkal enyhébb befűződések, kevésbé határozott szélekkel. Nagyobb területre terjednek ki, és elmosódó határokkal mennek át a környezetbe, s mintegy körülölelik a fog nyakát. Ezeket — a magam részéről — nem sorolhatom a táplálkozás közben jelentkező traumás behatások által létrejötték sorába, hanem azt hiszem, hogy eredetüket minden bizonnyal kémiai vagy physiologiai hatásoknak köszönhetik.

IV. *Polyodontia typica*. A hazai barlangi medve koponyák átvizsgálása révén a rendellenes helyeken megjelenő dentes supernumerari-k több esete vált ismeretessé. Három ilyen esetet ismertetek. Úgy felelő számú zápfogak, mint metszőfogak szerepelnek az anyagban.

IV. Táblamagyarázat.

1. kép. A barlangi medve (*Ursus spelaeus* ROSENEM.) állkapcsa feles számú rudimenter foggal. Mussolini-barlang.

2. kép. Barlangi medve jobboldali félállkapcsa sipollyal és kitágult foramen mentaleval. Oncsásza-barlang.

3. kép. Barlangi medve állcsonttöredéke kétoldali sipolynylással. Mussolini-barlang.

4. kép. Barlangi medve jobboldali félállkapcsa a szemfog alveolusából kivezető sipolyjárattal. Igric-barlang.

5. kép. Barlangi medve baloldali félállkapcsa az utolsó előtti molaris fogmedri genyedésével. Igric-barlang.

6. kép. Barlangi medve baloldali félállkapcsa az utolsó molaris fogmedri genyedésével. Porácsi-barlang. *P* = Sipolynylás,

7. kép. Barlangi medve baloldali félállkapcsa az utolsó két molaris fogmedri genyedésével. Rumunyesi-barlang.

A leletek a Magyar Nemzeti Múzeum ásvány-öslénytárának (4., 6. és 7. kép) és a Földtani Intézetnek (1—3. és 5. kép) a birtokában vannak. Valamennyi fényképfelvételt DÖMÖK TERÉZ készítette (Földtani Intézet).

V. Táblamagyarázat.

1. kép. Barlangi medve (*Ursus spelaeus* ROSENМ.) jobb- és baloldali felső fogsora. A jobb M1 (képen baloldalt) frakturált. A baloldali fogsor erősebben koptatott. Igric-barlang.

2. kép. Fiatal barlangi medve jobb mandibula töredéke. Kis-kevélyi barlang. *Polyodontia atypica*.

3. kép. Barlangi medve harmadik alsó metszőfoga ékalakú kioldódással. Mussolini-barlang.

4. kép. Barlangi medve alsó szemfoga ékalakú kioldódással. Mussolini-barlang.

5. kép. Lekoptatott barlangi medve molaris, nyitott pulpa mentén képződő cariesszel. Mussolini-barlang.

6. kép. Barlangi medve molaris nyitott pulpaüregekkel. Mussolini-barlang.

7. kép. Barlangi medve. Felső baloldali szemfog ékalakú kioldódással, köröskörül a fog nyakán. Igric-barlang.

8. kép. Barlangi medve felső jobb és bal fogsora egyenlőtlen kopási felületekkel. Előbbi példány.

9. kép. Barlangi medve állcsont két fölösszámú harmadik metszőfoggal. Igric-barlang.

10. kép. Barlangi medve metszőfogak nyitott pulpaüreggel. Mussolini-barlang.

11. kép. Barlangi medve állcsonttöredék. A jobb- és baloldali első metszőfogak alveolusát osteophyták töltik ki. Porácsi-barlang.

A leletek a Földtani Intézetnek (1-6, 9-10 kép) és a Magyar Nemzeti Múzeum ásvány-öslénytárának (7-8, 11 kép) a birtokában vannak. Valamennyi fényképfelvételt Dömök Teréz készítette. (Földtani Intézet).

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1934. márc. 19-én tartott üléséből.)

PATHOLOGISCHE UNTERSUCHUNGEN AN UNGARLÄNDISCHEN VERSTEINERUNGEN.

Von A. KUBACSKA.

Tafel IV.—V.

Kieferknochen-Erkrankungen und Anomalien der Zähne bei dem Höhlenbären.

I. Entzündungen der Kieferknochen. (Entzündungen der Pulpa und der Alveolen, Fistelbildung.) Die Pathologie der Kiefer und der Zähne des Höhlenbären (*Ursus spelaeus* ROSENM.) war schon von zahlreichen Autoren studiert. In der älteren Literatur finden wir zwar nur vereinzelte Angaben (WALTHER 1, SCHMERLING 2, OWEN 3), da die Mehrzahl der Autoren sich mit den auffallenderen pathologischen Veränderungen der übrigen Skeletelemente (Extremitäten, Wirbel) beschäftigten. Die einzige Ausnahme bildet C. MAYER (4), der allein eine ganze Anzahl hieher gehörender Angaben erwähnt. Im Laufe der letzten zwei Jahrzehnte wurden immer mehr und mehr Kiefer- und Zahnkrankheiten beschrieben (KORMOS 5, RODE 34, TEPPNER 35, DE STEFANI 6, ABEL 8, 21, MOTTI 9, GROSS 29), es wurden sogar eingehende, detaillierte Studien publiziert (PIERAGNOLI 7, BREUER 10—12, BACHOFEN—ECHT 13).

Die Entzündungen der Kiefer kommen bei den meisten Tierarten — ebenso, wie beim Menschen — viel öfter vor, als Entzündungen anderer Knochen. Die Erklärung ist einfach und liegt darin, dass die Mundhöhle pathogene Keime stets massenhaft enthält. Die Hauptrolle spielt ja in derartigen Fällen die Verbreitung der Infektion, was in der Mundhöhle sehr erleichtert ist. Dieser Umstand erklärt auch die Tatsache, dass unter den Infektionen die meisten eiterig sind, neben denen wir höchstens noch Strahlpilzkrankheiten begegnen (7, 12). Beim Höhlenbären kommt

neben den Entzündungen der Wirbelsäule (31) und der Metapodien (32) die Entzündung der Kieferknochen oft vor.

Die eiternden Keime gelangen meistens aus der unmittelbaren Umgebung in die Knochensubstanz. Vor allem dient die Zahnreihe als Eingang. Die Entwicklung der Zahnreihe des Höhlenbären gefährdete die Knochen in gewissem Alter (vgl. die Untersuchungen von K. EHRENBERG 15, ABEL 21 und K. KELLER 22), ihre alveolare Eiterung besonders im fortgeschrittenen Lebensalter. Zahnkaries kommt beim Höhlenbären ziemlich selten vor. Solche Fälle erwähnt ABEL aus der Lettenmaierhöhle (8, pag. 95. 21), sowie GROSS (29). Während der Entwicklung der Zähne kann das Hervorbrechen der Milch- und Dauerzähne, wenn der Unterkiefer zur Zeit der Dentition eng war, Eiterung verursacht haben. Ähnlich ist die beim Erscheinen des menschlichen Weisheitszahnes oft auftretende Komplikationen, wenn im Kiefer der Raum hinter dem M2 eng ist.

Im allgemeinen war die Infektionsmöglichkeit im fortgeschrittenen Alter des Tieres sehr gross. Besonders die Kronen der Eck- und Schneidezähne vermochten in hohem Grad abgenutzt werden, so dass die Pulpahöhlung frei wurde (s. Taf. V), wodurch eine mächtige Infektionsöffnung auftrat. Seltener erfahren auch, infolge der starken Abnutzung, die Kronen der Mahlzähne eine derartige Abnutzung, dass sie ganz glatt abgerieben werden (Excavatio senilis), wo dann die Pulpahöhlung sich frei öffnete und sich mit Karies vergesellschaften konnte. (S. Taf. V. Fig. 5.)

Mit der Rolle der infolge der Eröffnung der Pulpahöhlung entstandenen Infektionsöffnung beschäftigte sich BREUER eingehend. «Da ist es nun interessant zu beobachten, dass sich die Pulpa gegen die ihr drohende Gefahr der Blosslegung durch Neubildung von Dentin zu schützen suchte. Die Spitze der Pulpa in den Eckzähnen oder die Pulpahörner in den Molaren sind an vielen Objekten durch dunkler gefärbtes Sekundärdentin verhärtet. Aber nicht immer gelang der Pulpa die Abwehr der Gefahr. Ging die Abreibung rascher vor sich, als die Pulpa Dentin bilden konnte, so kam es schliesslich zur Blosslegung der Pulpa, zur Infektion und nachfolgenden Entzündung mit dem Ausgange in Gangrän oder Eiterung.» (10. pag. 582.)

Auch aus der Richtung des Zahnhalses kann die Alveole (resp. das sie ausfüllende Bindegewebe) infiziert worden sein. Beim fortschreitenden Alter zieht sich das Zahnfleisch vom Zahnhals langsam zurück und gibt den Bakterien freien Weg. Bei solchen Gelegenheiten wurden nicht nur die Zähne des Höhlenbären locker, sondern auch das Knochengewebe der Alveole konnte infiziert werden und auch Strahlpilzinfektionen konnten auftreten.

Oft kamen auch Kiefereiterungen vor, die sich Verletzungen angeschlossen haben, und in solchen Fällen konnten die Keime durch den Wunden der Weichteile leicht in das Knochengewebe eindringen. Derartige Verletzungen entstanden nicht nur infolge Fraktur des Kieferknochens (vgl. die Beobachtungen BREUERS (10) an den pseudarthritischen Mandibeln des Mixnitzer Höhlenbären und KUBACSKA 19), sondern es konnten auch kleinere Wunden durch Bisse, Zahnfrakturen, und durch Nahrung verursachte Verletzungen entstehen. Mehrere Beispiele für durch Verletzung verursachte Kieferknocheneiterungen bei fossilen Tieren führte MOODIE an (18); einen Fall von Osteomyelitis, der infolge Kieferverletzung beim pliozänen Wolfen auftrat, beschrieb ich separat (19). Infolge Zahnfrakturen des Höhlenbären aufgetretene Entzündungen beschrieben WALTHER (1) und BREUER (10).

Ein Teil der Kiefereiterungen entspricht endlich der Krankheitsform der Osteomyelitis infectiosa acuta, bei der die pathogenen Keime durch die Blutbahn in den Kieferknochen gelangten (PIERAGNOLI, BREUER).

Untersuchen wir das uns zu Gebote stehende reichliche ungarische fossile Material, so treffen wir mehrere Arten der Kieferknocheneiterungen. Diese treten meistens nicht allein, sondern vergesellschaftet auf (z. B. Periodontitis und Osteomyelitis). Wie bekannt, werden die Kieferknocheneiterungen ihrer Lage nach unterschieden. Es liegt an der Sache, dass im Falle fossiler Kiefererkrankungen die einzelnen Krankheiten nicht so genau unterschieden und bestimmt werden können, wie in der rezenten Pathologie. Dass dies sich so und warum es sich so verhält, erklären BREUER's folgende Zeilen: «... die wesentliche Merkmale dieser Erkrankung (Pyorrhoe) liegen in den Weichteilen des Kauapparates (Periodontium, Mark der Alveolarspongiosa, Zahn-

fleisch) und von diesen ist doch keine Spur mehr vorhanden». (10, pag. 587.) «Die Veränderungen, welche die Pyorrhoe am Knochen hervorruft, werden auch durch andere Krankheitsprozesse hervorgerufen» an Hand, deren wir dann mittelbar über die Krankheit orientiert werden. Wenn wir daher im Folgenden dennoch eine oder andere der Krankheiten erwähnen, so tun wir das unter Betonung der hier erörterten Gesichtspunkte und erklären ausdrücklich, dass die Diagnose der meisten Krankheiten nur eine wahrscheinliche Bezeichnung des Krankheitsfalles ist, die wir aus Erwägung aller uns zu Gebote stehenden Symptomen gewonnen haben.

Die Eiterung der Kieferknochen gefährdete nicht nur die benachbarten Gewebe, sondern beeinflusste, und zwar ungünstig, auch den ganzen Organismus. Bei hyperseptischen Fällen konnte leicht eine allgemeine Sepsis auftreten, und infolge dessen trat der Tod ein. In solchen Fällen blieb zur Ausbildung der lokalen Symptome kaum genügende Zeit und das Ende kann noch vor Erscheinen des Granuloms eingetreten sein (14). Derartige fossile Fälle liessen keine Spur hinter. Die erkrankten Kieferknochen beweisen aber zugleich, dass die Krankheit sich oft zur Heilung bekehrte. Diese Heilung kann sehr verschiedene Grade erreicht haben. Selbst die schwierigsten Eiterungen konnten verheilen (wir denken hier natürlich nicht z. B. auf aktinomykotische Erkrankung) und es kann selbst das Granulom ohne markante Spuren verheilt gewesen sein, wenn nach Durchbruch des Eiters die eiterigen Symptome sich zurückgezogen haben und das Periost den Knochen wieder bedeckte.

All' diese Krankheiten waren natürlich nicht nur von allgemeiner Niedergeschlagenheit und eventuellen Fieber, sondern oft von starken, weit ausstrahlenden Schmerzen begleitet. Der Eiter brach in die Umgebung ein und konnte neben den Nerven und Adern (vgl. stark ausgebreitete Foramina mentalia Taf. IV. Fig. 2) weiterkommen, oder mit dem Blutstrom übersetzt werden und so kamen entfernte Eiterungen zu Stande.

Das Individuum litt nicht nur selbst viel, sondern war in seinen normalen Lebensfunktionen stark verhindert und kann sogar sein Leben eingebüsst haben.

Diese Zahnanomalien beeinflussten aber in gewissen Beziehungen auch das Leben der Art. Die keilförmigen Defekte der unteren Eck- und Schneidezähne, die starke — bei Raubtieren ungewöhnt starke — Abkautung des Gebisses, die zahlreichen abnormalen Abschleifungen, die freigewordenen Pulpahöhlungen, sowie die auftretenden zahlreichen eiterigen Entzündungen beweisen alle, dass der dauernde Nahrungswechsel eine ganze Reihe pathologischer Erscheinungen in das Leben der Art überpflanzt hat. Bei pliozänen Raubtieren treffen wir ausser Verletzungen traumatischen Ursprunges und pathologischen Veränderungen seniler Herkunft kaum Zahnkrankheiten (z. B. Wolf, Löwe usw). Der von carnivoren Ahnen abstammende Höhlenbär nahm schon vorwiegend pflanzliche Nahrung zu sich, und dadurch wurde er von Zahnkrankheiten überfallen, die teils durch ihre Häufigkeit, teils durch ihre spezifische Eigenheit für Pflanzenfresser charakteristisch sind.

Auch letztere beweisen es, wie wenig die Anpassung des Gebisses des Höhlenbären mit dem fortschreitenden Nahrungswechsel Schritt gehalten hat. Weitere Studien sind aber durch den Umstand unmöglich geworden, da die betreffenden Mandibulae fehlen.

Noch eine, näher nicht studierte, z. T. pathologische Zahnanomalie ist bekannt, die hier erwähnt werden muss und eine eingehendere Studie verdienen würde. Diese sind die seltsamen Erkrankungen junger Höhlenbären und Neonaten, auf die zuerst EHRENBERG verwiesen hat (15, 23). Ohne Untersuchung des Materiales kann die Frage nicht erörtert werden, doch wollen wir erwähnen, dass auch beim Menschen osteomyelitische Kiefereiterungen, fast ausnahmslos bei jungen Individuen, auffallend oft bei Kinder, sogar bei Säuglinge auftreten. (14) Es ist nicht ausgeschlossen, dass auf Grund dieser Tatsache auch die mysteriöse Erkrankung junger Höhlenbären erklärt werden kann, insoferne es sich nicht nur um Zahnwechselschwierigkeiten handelt.

Einige Beispiele der Kieferknochenerkrankungen der ungarländischen Höhlenbären bespreche ich im folgenden eingehender.

A. Eiterung der Maxilla. 1. Rechter Schädelfragment mit M¹ und M². Mussolini-Höhle (Ungarn). F. I. = Földtani Intézet

(Ungarische Geologische Anstalt, Budapest). (S. Taf. IV. Fig. 3)-
 M^1 ist stark abgenutzt, die Pulpahöhlung ist aber noch nicht offen.
 An der Basis des Os zygomaticus sind bei der hinteren Wurzel
 des M^1 cca 1 cm² grosse, runde Fistelöffnungen sichtbar. Gut
 sichtbar ist darin der Wurzelspitz, die frei in der Höhle im Knochen
 steht. (Abscessus apicalis mit Pyorrhoea alveolaris.) An der nasa-
 len Seite des Schädelfragmentes öffnet sich ebenfalls aus der Alveole
 des M^1 eine andere, mit der erstgenannten kommunizierende
 Fistelöffnung, durch welche der Eiter in die Nasenhöhle gelangte.

2. Schädel. Igric-Höhle. F. I. Der Spitz der beiden Wurzeln
 des rechten M^1 ist durch die Fistelöffnung des einstigen Granuloms
 gut sichtbar. Ähnlich zu Fall 1. Die Krone von M^1 ist derart stark
 abgekaut, dass die Pulpakammer offen ist; die Infektion konnte
 durch diese erfolgen.

3. Schädel. Igric-Höhle. F. I. Ganz ähnlich zu No. 2. In der
 Alveole des rechten M^1 befinden sich buccal zwei Fistelöffnungen.
 Durch die vordere, grössere Öffnung ist der Wurzelspitz gut sicht-
 bar, der frei in der Höhle im Knochen steht.

4. Schädel. Oncsásza-Höhle. N. M. = Nemzeti Múzeum
 (Ungarisches Nationalmuseum, Mineralogisch-paläontologische Ab-
 teilung, Budapest). Die Krone des linken P^4 ist frakturiert. Die
 Bruchfläche zieht sich, gegen die Mundhöhle senkend, bis zur
 Wurzel. Pulpakammer geöffnet. Die Bruchfläche erlitt noch im
 Leben des Tieres eine Abschleifung. Der rechte C ist ausgefallen,
 in seiner mit Osteophyten erfüllten Alveole sind Spuren von Pyor-
 rhoea alveolaris sichtbar. Der Entzündungsprozess breitete sich
 auf die Alveole des P^4 aus. Wahrscheinlich erfolgte die Infektion
 durch die Pulpaöffnung des schon ausgefallenen C. Infolge starker
 Erkrankung des vorderen rechten Teiles benützte das Tier längere
 Zeit hindurch die linke Zahnreihe, wofür die bedeutend tiefere
 Abnutzung dieser Zahnreihe spricht. Der zuerst erwähnte P^4 fiel
 der starken einseitigen Inanspruchnahme zum Opfer.

5. Schädel. Igric-Höhle. F. I. (S. Taf. V. Fig. 1.) Der rechte M^1
 ist frakturiert. Die Bruchfläche zieht sich, in buccaler Richtung
 senkend, bis zur Wurzel. Die Pulpakammer ist offen und bildete
 ein wahrhaftiges Tor der Infektion. In der buccalen Wand der
 Alveolen des M^2 und M^1 sind Fistelöffnungen des einstigen Granu-

loms sichtbar. Diesen Fall beschrieb auch M. MOTTL, mit der — sehr richtigen — Zugabe, dass : «Die Bruchfläche des M¹ ist schon abgerundet, dass aber das Tier infolge der Fraktur eine zeitlang nur auf der anderen Seite kauen imstande war, geht aus der abnormal grösseren und ebenso tieferen Abnutzung der linken molaren Reihe hervor» (9, pag. 42).

6. Schädel. Igric-Höhle. F. I. Der rechte P⁴ ist durch Eiterung des Zahnfaches ausgeworfen. Heilende Pyorrhoea alveolaris. Die Wände der Alveolen sind z. T. schon verwachsen. Die buccale Wand der Alveole des M² ist infolge Periostitis verdickt, stellenweise in porösem Knochen umgewandelt. MOTTL führt dieses Stück unter No. 37 an.

7. Schädel. Igric-Höhle. F. I. Abscessus apicalis der beiderseitigen C mit Pyorrhoea alveolaris. Die Erkrankung des rechten Eckzahns ist stärker, die Alveole des linken Eckzahns mit Osteophyten ausgefüllt. Auch der Grund der Alveole des linken I³ ist mit Osteophyten ausgefüllt, als Zeichen des abgelaufenen Abscessus apicalis. (Vergl. mit 19. No 21.)

8. Schädel. Igric-Höhle. N. M. Inv. No A/166. (S. Taf. V. Fig. 7, 8). Rechter Caninus herausgefallen, in seiner Alveole Spuren von Pyorrhoea alveolaris. Im Grund der Alveole öffnet sich eine Fistelöffnung, durch welche der Eiter in die Nasenhöhle geleitet wurde. Die Alveolarwand ist wie aufgeblasen und mit Osteophyten bedeckt. Die buccale Wand der Alveole des M¹ ist durch eine kleine Fistelöffnung durchbrochen. Der M² ist — wie es zu erwarten war — stärker abgewetzt, als der rechte. Letztere konnte das Tier nämlich eine Zeit lang kaum zum Kauen benützt haben. Die Pulpen der Molaren sind offen und ihre Abwetzungsfläche ist selbst im Verhältnis zueinander sehr ungleich.

9. Schädel. Igric-Höhle. N. M. Bei dem noch im Leben des Tieres herausgefallenen linken C Spuren von Alveolarentzündung. Die Alveole ist beinahe völlig mit Osteophyten ausgefüllt. Alveole des I³ (Zahn fehlt) sichtbar unversehrt. Am Rande der Alveole C periostitische Verdickung.

10. Maxillenfragment ohne Zähne. Porácsér-Höhle (Ungarn). N. M. Inv. No 3/604. (S. Taf. V. Fig. 11.) Die Alveolen des rechten und linken I¹ sind mit Osteophyten ausgefüllt. Infolge der Er-

krankung sind beide Alveolen erweitert. Die Septen zwischen dem rechten I1 und linken I1 sind verschwunden, und auch die Wände der Septen zwischen I1—I1 fallen in den Krankheitsherd. Hie und da sitzen in den Alveolen der beiderseitigen I2—I3 Osteophyten, sogar die erhalten gebliebene Wand der Alveole des rechten Eckzahns ist mit Osteophyten überzogen. Die Zahnfachentzündung der Incisiven ist beim Höhlenbär eine nicht seltene Erscheinung und kann auf traumatische Wirkungen zurückgeführt werden.

B. Eiterungen des Unterkiefers. 1. Unterkiefercorpus mit M_3 , fragmentarischen M_2 und der Alveole des M_4 . Mussolini-Höhle (Ungarn). F. I. (S. Taf. IV. Fig. 1.) Die Kronen der Zähne sind bis zum Hals abgekaut, so dass die Pulpahöhlungen geöffnet sind. An der lingualen Seite des Corpus befindet sich eine Überzahnbildung (siehe unten). Der Corpus ist in der Umgebung des M_2 und M_3 stark verdickt. Buccal am Limbus alveolaris, unmittelbar neben der vorderen Wurzel des M_2 zeigt sich eine mächtige Fistelöffnung, die aus der Alveole des M_2 beginnt und den Eiter in die Mundhöhle leerte. Der grosse Fistelgang verläuft neben der Wurzel des M_2 vertikal nach unten und mündet in den Mandibularkanal. Pyorrhoea alveolaris mit Osteomyelitis.

2. Rechter Unterkiefer mit M_3 und M_1 . Igric-Höhle. N. M. Inv. No 1876/II, 22. (S. Taf. IV. Fig. 4.) Die Alveole des Eckzahns setzt sich in eine grosse Abscesshöhle fort, deren Wand dick mit Osteophyten bedeckt ist. Ihr Grund ist durch einen Fistelgang durchbrochen, dessen Durchmesser bleistift dick ist. Der Fistelgang öffnete sich unmittelbar hinter der Symphyse, am unteren Kieferrand. Dieser Fistelgang steht mittels einem Nebengang in direkter Verbindung mit den Mandibularkanal. Die Infektion erfolgte wahrscheinlich durch die geöffnete Pulpahöhle des Eckzahns.

3. Rechter Unterkiefer. Porácser-Höhle (Ungarn). N. M. Inv. No B/518. Der Grund der Eckzahnalveole ist perforiert und mit Osteophyten bedeckt (Pyorrhoea). Die Wand der Alveole ist in der Richtung der Symphyse durch einen Fistelgang durchbrochen. Das Foramen mentale ist ausserordentlich verbreitert. An Stelle des M_3 sind Spuren einer verheilenden Pyorrhoea sichtbar.

4. Linkes Mandibulafragment mit M_2 und der Eckzahnwurzel

(die Krone des C brach bei der Bergung ab). Igric-Höhle. N. M. Inv. No $\mathfrak{Z}/530$. M_1 war schon länger, durch Eiterung ausgestossen, wodurch in der Zahnreihe eine temporäre Lücke entstand. Der obere M_1 erhob sich und der untere M_2 verursachte eine unregelmässige Abschleifung. Die Wände der Alveole des M_2 verwuchsen schon während der Heilung und zwischen P_4 und M_2 entstand eine sattelförmige Vertiefung mit beinahe glattem Limbus alveolaris. Auf denselben Unterkiefer ist die Alveole des Eckzahns offen und an der Wand der Alveole sind Spuren alveolarer Eiterung, sowie die angegriffene Wurzelspitze des Eckzahns sichtbar. Das Foramen mentale ist stark verbreitert.

5. Linke Mandibula mit Eckzahn. Rumunesti-Höhle. N. M. Inv. No $\mathfrak{B}/187$. (S. Taf. IV. Fig. 7.) Der Unterkiefer ist um den M_2 und M_3 buccal stark verdickt (Periostitis). Die Alveole des M_3 ist zugrunde gegangen. Die Wände der Alveole sind verschwunden und buccal setzt an der Stelle des M_3 eine mächtige Ausbuchtung an. Auch die Alveole der hinteren Wurzel des M_2 fällt in diesen Krankheitsherd, während die Alveole der vorderen Wurzel noch nicht hineinfällt.

6. Rechte Mandibula, ähnlich zu No 5, ohne Zähne. Igric-Höhle. N. M. Inv. No B/136. An der Stelle des P_4 Spuren verheilender Pyorrhoea, die den P_4 ausgestossen hat. Der eiterige Prozess übergreift auch auf die Alveolen des M_4 und M_3 . Nach Auswerfung des M_3 verwuchsen die Alveolenwände. An diesem Teil ist der Kiefer lingual verdickt (Periostitis). Stark verbreitert ist das Foramen mentale. Gut sichtbar sind die den Mandibularkanal ausfüllenden Osteophytenaufsätze (Osteomyelitis).

7. Rechte Mandibula mit M_2 und M_3 . Oncsásza-Höhle. N. M. Inv. No U/882. Osteomyelitischer Prozess, der durch die zwischen den Foramina mentalia sich eröffnenden, aus dem Mandibularkanal herausführende Fistelöffnung angedeutet ist. An der Stelle der Alveole des M_1 Spuren Pyorrhoea alveolaris.

8. Linke Mandibula. Igric-Höhle. F. I. (S. Taf. IV. Fig. 5 und auch bei KORMOS.) An der lingualen Seite der Mandibula zeigt sich aus den Alveolen des M_1 und M_2 in der Richtung gegen die Mundhöhle je eine Fistelöffnung. Aus der Alveole des M_2 öffnet sich die grössere. Gut sichtbar ist durch diese die unversehrte Zahnwurzel,

die mit sog. Eiterstein bedeckt ist. Der Zahn liegt locker in der Alveole. Der Rand der Fistelöffnungen ist glatt und abgerundet, was für eine langwährende Krankheit spricht. Pyorrhoea alveolaris.

9. Rechter Unterkiefer mit P4, M1 und M2. Igric-Höhle. F. I. (S. Taf. IV. Fig. 2). Die Alveole des M3 sind verbreitert, ihre Wände mit Osteophyten bedeckt, das Septum gegen die Alveole des M2 zerstört. In der buccalen Alveolarwand befindet sich eine grosse, abgerundete Fistelöffnung (Pyorrhoea alveolaris). Das eine Foramen mentale ist über 1 cm² verbreitert und führte den Eiter als Fistelöffnung aus dem Mandibularkanal ab. Die Ränder sind glatt, abgerundet. Der Mandibularkanal ist stark verbreitert und seine Wände sind mit mächtigen Osteophytenaufsätzen bedeckt (Osteomyelitis).

10. Linke Mandibula ohne Zähne. Oncsásza-Höhle. N. M. Inv. No 3/713. An der Stelle des M1 Spuren von Pyorrhoea alveolaris. Das Limbus alveolaris ist an dieser Stelle gesenkt, der Alveolarrand stark reduziert.

11. Rechte Mandibula, ohne Zähne. Oncsásza-Höhle. N. M. Inv. No 3/705. An der Stelle des M1 ebenfalls Pyorrhoea alveolaris. Der buccale Alveolarrand ist z. T. verschwunden, die Alveolen sind deformiert, das Septum interradiculare stark verdickt. Periostitische Verdickung am buccalen Rand der Mandibula, in der Umgebung der Foramina mentalia.

12. Linke Mandibula, ohne Zähne. Oncsásza-Höhle. N. M. Inv. No. 3/710. Die ganze Zahnreihe ist angegriffen. Unversehrt ist die Alveole der ersten P4-Wurzel. Die übrigen Alveolen tragen fast ausnahmslos Spuren von Pyorrhoea. Besonders starke entzündliche Spuren sind sichtbar an der Stelle des M1, wo der Limbus alveolaris sattelförmig gesenkt, der Rand der Alveole aufgezehrt und die Linie M1 und M2 mit Osteophyten bedeckt ist. M1 fiel noch zu Lebzeiten des Tieres heraus, die Wände ihrer Alveole sind z. T. schon verwachsen. Die Alveolen des I1—3 sind verschmolzen und vollständig verschwunden. Das Foramen mentale ist stark verbreitert.

13. Rechte Mandibula. Óruzsiner-Höhle, Ungarn. N. M. Inv. No 3/699. In der Alveole des C1st Pyorrhoea alveolaris zu konstatieren. Im Grund der Alveole öffnet sich ein Fistelgang, der die äussere Wand der Mandibula durchbrochen hat.

14. Linke Mandibula. Porácsér-Höhle, Ungarn. N. M. Inv. No 3/521. (S. Taf. IV. Fig. 6.) Am Limbus alveolaris, unmittelbar neben dem Alveolarrande des M_2 zeigt sich eine kleine Fistelöffnung. Unter dieser öffnet sich noch ein Fistelgang, der die innere Wand der Mandibula durchgebrochen hat und den Eiter in die Mundhöhle leerte. An Stelle der $M1-3$ sind Spuren einer Pyorrhoea alveolaris sichtbar.

Die Nummern 10—12 stammen von alten Tieren her und die Veränderungen sind teils seniler Natur. Charakteristischer für die Reste derartiger, sehr alten Tiere ist, dass die Oberfläche ihrer Knochen infolge ossifizierendem Periostitis oft rauh ist. Die Atrophie um den Zähnen zeigt sich, wenn die Zähne noch im Kiefer stecken, darin, dass die Jugals alveolares deutlich hervortreten und die Septa zwischen den Wurzeln in einem porösen Knochen umgewandelt sind. (16)

II. Abnorme Bissarten (Abschleifungen). Der abnormale Schluss beider Zahnreihen kann infolge unregelmässiger Anpassung zu irregulärer Abnutzung führen. Einen derartigen Fall beschrieb BREUER an einem Höhlenbärschädel aus Mixnitz. Was die abnormale Abschleifung verursacht hat, kann infolge des Fehlens des Unterkiefers nicht entschieden werden (10).

Ein ähnlicher Schädel liegt aus der ungarischen Igric-Höhle vor. An diesem sind die rechten und linken Praemolar-Molar-Reihen stark abgenützt. Die Abschleifungsflächen neigen nach innen, gegen das Munddach, u. zw. in derart hohem Grad, dass der buccale Rand der Kronen der Zahnreihe messerscharf ist. Unter dem grössten Winkel neigt sich die Abnutzungsfläche der Krone $P4$, etwas geringer die der zwei Molaren und bei diesen selbst unter kleinerem Winkel die Abnutzungsfläche der Krone des $M2$. Diese Abnahme der Abnutzung entspricht genau jener Abnutzungsstufe, die BREUER an den Höhlenbärenzähnen der Mixnitz-Höhle bestimmte. Infolge der irregulären Abnutzungsflächen nahmen die Zähne gegenüber den Zähnen der Mandibula eine derartig abnormale Stellung ein, die sehr dem Scheerengebiss der Pflanzenfresser ähnlich ist.

In den ungarischen Sammlungen finden wir an zahlreichen

Schädeln eine abnormale Abschleifung, das Fehlen des Unterkiefers lässt aber eine eingehendere Untersuchung derselben nicht zu.

III. Substanzverluste der harten Zahngewebe am Zahnhals. (Keilförmiger Defekt). Ich erwähnte schon, dass beim fortschreitenden Alter des Höhlenbären sich das Zahnfleisch von den Zähnen zurückzog, was übrigens eine für Mensch und Tier gemeinsam charakteristische Erscheinung ist. Auf dem auf diese Weise frei gewordenen Hals der Eckzähne konnten über 0·5 cm tiefe Einkerbungen zustande kommen. Mit dieser Erscheinung beschäftigte sich BREUER in einer eigenen Abhandlung: «Diese Defekte beginnen beim Höhlenbären meist an der mesialen Fläche des Eckzahns, streichen dann, je nachdem breiter oder tiefer werdend, und sich senkend, über die faziale Fläche bis zu deren Übergang in die distale Seitenfläche und verlieren sich dort mit mehr oder weniger deutlichen Rändern in die Umgebung. Sie haben demnach einen spiraligen Verlauf von mesial oben über fazial, nach distal unten». (12, pag. 105.) Solche Stücke finden sich auch im ungarischen Material (z. B. Mussolini-Höhle, F. I. s. Taf. V. Fig. 4).

BREUER konnte es auf Grund des Mixnitzer Materiales nicht klären, ob auf den Schneidezähnen ebenfalls solche Defekte der harten Zahngewebe entstehen konnten. Auf Grund des Materiales der Mussolini-Höhle bei Eger in Ungarn kann es nun entschieden ausgesprochen werden, dass keilförmige Defekte auch auf den dritten Schneidezähnen oft vorkommen, die sich wesentlich nicht von den auf den Eckzähnen auftretenden unterscheiden. (Taf. V. Fig. 3.)

«An Zähnen des Oberkiefers — schreibt dann BREUER — konnten beim Mixnitzer Höhlenbären keilförmige Ausschliffe bisher nicht festgestellt werden». Um diese Frage klarzulegen, untersuchte ich mehrere Schädel verschiedener ungarischer Fundorte (cca 30 Stücke), in deren Alveolen die Eckzähne noch vorhanden waren. Das Resultat ist: Keilförmige Defekte kommen auch an den oberen Eckzähnen vor. (S. Taf. V. Fig. 7.) Diese unterscheiden sich aber nach meinen bisherigen Beobachtungen von den keilförmigen Defekten der unteren Eckzähne.

«Wie konnten — fragte BREUER — solche horizontale Ero-

sionen an den unteren Eckzähnen des Höhlenbären überhaupt zustande kommen?» Vor allem müssen wir wissen, dass derartige Defekte bei pflanzenfressenden Tieren schon seit langem beobachtet wurden. So fand BAUME an den Hackenzähnen der Pferde, ferner an den Schneidezähnen der Pferde und Hornviehe derartige keilförmige Erosionen. Obzwar er sich emgehend mit dieser Frage beschäftigte, gelang es ihm dennoch nicht festzustellen, ob «die Wirkung des alkalischen Mulspeichels, oder schon von vornweg eine Struktur-anomalie da ist, die von mechanischen Einwirkungen begünstigt wurden» (17). BREUER nahm -- die betreffenden Resultate der menschlichen Dentologie summierend -- für mechanische Einwirkungen Stellung und leitet die keilförmigen Defekte des Höhlenbären vorwiegend aus der pflanzenfressenden Lebensweise des Tieres ab. (Bezüglich der Einzelheiten vgl. BREUER's Arbeit. 12.)

Für diese Erklärung sprechen ausser den an Pflanzenfressern gewonnenen Beobachtungen BAUMES, die horizontalen Abnützungen der Mahl- und Schneidezähne des Höhlenbären (12), ferner jene meine Beobachtung, *wonach die Einkerbungen-am I3 auf die Caninus-Seite fallen.*

Das Endresultat meiner Studien fasse ich im Folgenden zusammen:

Auch das ungarische Material spricht für jene Beobachtung BREUER's, wonach auf der inneren, gegen I3 fallenden Wand der unteren Eckzähne manchmal sehr starke, tiefe keilförmige Defekte erscheinen, die ihrer Lage nach kaum Resultate der Abwetzung der oberen Eckzähne oder Incisivi sein können. Auf Grund meiner eigenen Beobachtungen und Studien konnte festgestellt werden, dass gleiche, tiefe charakteristische Einkerbungen auf der dem Eckzahn gegenüber liegenden Seite des I3 vorkommen. Den Ursprung dieser keilförmigen Defekte suchend, kann die Annahme BREUER's akzeptiert werden, wonach sie während des Abreissens von Pflanzen, also infolge traumatischer Einwirkung entstanden sind. Auch an den übrigen Incisivi und am oberen Eckzahn können aber keilförmige Defekte vor (s. oben). Diese stimmen mit den allgemeineren Typen der tierärztlichen Literatur überein. Diese sind bedeutend geringere Einkerbungen, mit weniger markanten Ränder. Sie haben eine grössere Ausbreitung und gehen mit verschvom-

mener Grenze in die Umgebung über, so dass sie gewissermassen den Zahnhals umfassen. Auch können sie die äussere, laterale Seite des Zahnes unnehmen. (S. Taf. V. Fig. 7.) Diese kann ich meinerseits nicht auf traumatische Einwirkungen — die evtl. während der Nahrungsaufnahme entstanden sind — zurückführen. Meiner Meinung nach kann ihr Ursprung allerdings in chemischen Einflüssen liegen.

IV. *Polyodontia atypica*. In dem ungarischen fossilen Wirbeltiermaterial liegen mehrere Fälle von an unrechtem Ort sesshaften *Dentes supernumerarii* vor. Für deren Embryogenese wurde in der Literatur mehrmals eine Erklärung gegeben, weshalb wir uns mit dieser Frage diesmal auch nicht eingehender abgeben.

1. Linker Unterkiefer (s. unter I. No 1. Taf. IV. Fig. 1). In der lingualen Wand des Unterkiefers befindet sich ein rudimentäres Zahngebilde, das derart deformiert ist, dass weder der Wurzelteil, noch die Krone unterschieden werden können. In der formlosen Zementmasse sind die Spuren des Schmelzes mehrererorts sichtbar. Das ganze Zahngebilde ist in die Wand der Mandibula eingemistet.

2. Höhlenbärschädel aus der Igric-Höhle. F. I. (S. Taf. V. Fig. 9.) «Neben dem Eckzahn befinden sich an der lingualen Seite nebeneinander zwei überzählige Schneide-Zähne» (5. pag. 261). Wie bekannt, sind überzählige Zähne beiden Raubtieren nicht so häufig, wie z. B. bei den einzelnen Pflanzenfresser. Am häufigsten kommen sie noch in der Reihe der Schneidezähne vor. Diese zwei überzähligen Schneidezähne sind um etwas kleiner als die I3-Zähne, im übrigen sind sie vollkommen normal, wie die anderen I3 ausgebildet. Ihre Spitzen stehen gegeneinander. Ihr Vorhandensein hatte keinen auffallenden Einfluss auf die Kaufähigkeit des Tieres.

3. Rechte Mandibula eines jungen Höhlenbären aus der Kiskevély-Höhle. F. I. (S. Taf. V. Fig. 2.) KORMOS schreibt über dieses Stück folgendes: «zwei, näher unbestimmbare, deformierte Zähne sind daran sichtbar, von denen der eine sich an der inneren Seite des Kieferknochens den Weg bahnte, u. zw. in der Weise, dass nicht seine Krone, sondern die leeren Wurzeln nach aussen

gerichtet sind. Der zweite, in einer Alveole sitzende Zahn ist ebenfalls verkümmert und trägt an seiner Krone zwei kleine, wurzelartige Anhängsel» (5).

*

Die Verletzungen und Frakturen der Zähne siehe unter Literatur 33.

Irodalom. — Literatur.

1. WALTHER, F. v., Über das Alterthum der Knochenkrankheiten. (WALTHER—GRÄFE: Journal für Chirurgie und Augenheilkunde. Vol. VIII. pag. 1—16.) Bonn, 1825.
2. SCHMERLING, M., Description des ossemens fossiles à l'état pathologique provenant des cavernes de la province de Liège. (Bull. Soc. géol. de France. Vol. VII. pag. 51—61.) Paris, 1833.
3. OWEN, R., A History of British fossil Mammals and Birds. London, 1846.
4. MAYER, C., Über krankhafte Knochen vorweltlicher Thiere. (Nova Acta Acad. Caes. Leopoldiana. natur. curiosa. Vol. XXIV. pag. 673.) Breslau—Bonn, 1854.
5. KORMOS, T., Über krankhafte Veränderungen an fossilen Knochen. (Állattani Közlemények — Zoologische Mittheilungen. Vol. XIV. pag. 277. fig. 1—18. Tab. I.) Budapest, 1915.
6. DE STEFANI, C., La grotta prehistorica de Equi nelle Alpi Apuane. (Archivio per l'antropologia e la etnologia. Vol. XLVI. fasc. 1—2.) 1916.
7. PIERAGNOLI, L., Ossa patologiche nella grotta di Equi in Lunigiana. (Palaeontographia Italica. Vol. XXV. Tab. 1—VII.) Pisa, 1919.
8. ABEL, O., Grundzüge der Palaeobiologie der Wirbeltieren. Stuttgart. 1912.
9. MOTTL, M., Die Bärenschädel aus der Igric-Höhle. (Jahrbücher d. k. ungar. geolog. R.-A. Vol. XXIX. Nr. 4. pag. 36.) Budapest, 1933.
10. BREUER, R., Zur Anatomie, Pathologie und Histologie der Zähne und der Kiefer von *Ursus spelaeus*. (ABEL—KYRLE: Die Drachenhöhle bei Mixnitz. Spelaeologische Monographien. Vol. VII—VIII. pag. 581.) Wien, 1931.
11. BREUER, R., Pathologisch-anatomische Befunde am Skelette des Höhlenbären. (In ABEL—KYRLE: Die Drachenhöhle bei Mixnitz. Spelaeologische Monographien. Vol. VII—VIII. pag. 611.) Wien, 1931.
12. BREUER, R., Über das Vorkommen sogenannter keilförmiger Defekte an den Zähnen von *Ursus spelaeus* und deren Bedeutung für die Paläobiologie. (Palaeobiologica. Vol. V. pag. 103. Tab. VI—X.) Wien, 1933.

13. BACHOFEN—ECHT, A., Abnorme Zahnstellung bei Kiefern von *Ursus deningeri* aus Mosbach. (Palaeobiologica. Vol. IV. pag. 345.) Wien, 1931.

14. VEREBÉLY T., Az állcsontok gyulladásai. (Orvosképzés. Vol. XVIII. pag. 33.) Budapest, 1928.

15. EHRENBERG, K., Discussion. (Bericht der Sektion für Paläont. und Abstammungslehre. Versammlung am 24. Okt. 1923. Verhandl. der Zoologisch-Botanischen Gesellschaft. Vol. LXXIII. pag. 171.) Wien, 1923. Über die ontogenetische Entwicklung des Höhlenbären. (Palaeontologische Zeitschrift. Vol. V. pag. 239.) Berlin, 1922.

16. KUBACSKA, A., Der Pleistozäne Knochenfund der Solymärer Felspalte. (Barlangvilág. Vol. I. pag. 17. Tab. I. fig. 2.) Budapest, 1927.

17. BAUME, Odontologische Forschungen. Leipzig, 1882.

18. MOODIE, R. L., Paleopathology. University of Illinois. 1923.

19. KUBACSKA, A., Paläobiologische Untersuchungen aus Ungarn. Knochenbrüche. Geologica Hungarica. Ser. Palaeontologica. Fasc. 10. Budapest, 1932.

20. BACHOFEN—ECHT, A., Beobachtungen über die Entwicklung und Abnutzung der Eckzähne bei *Ursus spelaeus* und seiner Uhrform. (ABEL—KYLE: Drachenhöhle . . . Vol. VII—VIII. pag. 574.) Wien, 1931.

21. ABEL, O., Krankheiten bei fossilen Tieren und besond. beim Höhlenb. aus der Drachenh. bei Mixnitz. (Verhandl. d. Zoolog.-Botan. Ges. Vol. LXXIII. pag. 167.) Wien, 1923.

22. KELLER, K., Discussion. (Verhandl. d. Zool.-Botan. Ges. Vol. LXXIII. pag. 169.) 1923.

23. EHRENBERG, K., Neuere Untersuchungen über Krankheitserscheinungen bei vorzeitlichen Tieren und ihre Ergebnisse. (Medizinische Klinik. Jahrg. 1931. No 5.) Berlin.

24. SCHLOSSER, M., Die Bären- oder Tischerhöhle im Kaisertal bei Kufstein. (Abhandl. d. k. Bayer. Akademie d. Wiss. Kl. II. Vol. XXIV. Abt. II.) München, 1909.

25. GOLDFUSS, A., Die Umgebung von Muggendorf. Erlangen, 1810.

26. EHRENBERG, K.—SICKENBERG, O., Eine pliozäne Höhlenfauna aus der Hochgebirgsregion der Ostalpen. (Palaeobiologica. Vol. III. pag. 303.) Wien, 1929.

27. PALES, L., La Paléopathologie. (Actes de la Soc. Linnéenne de Bordeaux. Vol. LXXXI. pag. 30.) Bordeaux, 1929.

28. VIRCHOW, R., Knochen vom Höhlenbären mit krankhaften Veränderungen. (Zeitschrift für Ethologie. Vol. XXVII. pag. 706.) Berlin, 1895.

29. GROSS, C., Kiefer- und Zahnerkrankungen bei *Ursus spelaeus* ROSENEM. (Zentralbl. f. Min. etc. Abt. B. No 4. pag. 187.) 1931.

30. WIRT, J., Discussion. (Verh. d. Zoolog.-Botan. Ges. in Wien. Vol. LXXIII. pag. 107.) Wien 1923.

31. KUBACSKA, A., Erkrankungen der Wirbelsäule des *Ursus spelaeus* ROSENEM. (Annales Musei Nat. Hungarici. Vol. XXVIII.) Budapest, 1934.

32. KUBACSKA, A., Pathologisch veränderte Metapodien und Phalangen pliozöner Raubsäugetiere. Im Druck.

33. KUBACSKA, A., Verletzungen an Schädeln pliozöner Raubtiere. (Palaeotologische Zeitschrift) Berlin, 1935.

34. RODE, K., Über eine merkwürdige Gebissanomalien am Unterkiefer eines fossilen Bären. (Morphologisches Jahrbuch. Vol. 65. pag. 164.) 1930.

35. TEPPNER, W., Beiträge zur fossilen Fauna der steirischen Höhlen. I. (Mitteilungen für Höhlenkunde. Jahrg. VII. Heft 1. pag. 11. Taf. II. Fig. 3.) 1914.

IV. Tafelerklärung.

Fig. 1. Höhlenbär (*Ursus spelaeus* ROSENEM.). Mandibula mit überzähligen Rudimentärzahn. Mussolini-Höhle, Ungarn. (S. No. 1.)

Fig. 2. Höhlenbär. Rechte Mandibula mit Fistel und vergrößertem Foramen mentale. Oncsásza-Höhle, Ungarn. (S. No. 9.)

Fig. 3. Höhlenbär. Maxillafragment beiderseits mit Fistelöffnung. Mussolini-Höhle, Ungarn. (S. No. 3.)

Fig. 4. Höhlenbär. Rechte Mandibula, mit Fistelöffnung, die aus der Alveole des Eckzahns hervorgeht. Igric-Höhle, Ungarn. (S. No. 2.)

Fig. 5. Höhlenbär. Mandibula mit zwei Fistelöffnungen. Igric-Höhle, Ungarn. (S. No. 8.)

Fig. 6. Höhlenbär. Linke Mandibula mit Pyorrhoea alveolaris des letzten Molaren. Porács-Höhle, Ungarn. (S. No. 10.)

Fig. 7. Höhlenbär. Linke Mandibula, mit Pyorrhoea alveolaris der zwei letzten Molaren. Rumunesti-Höhle, Ungarn. (S. No. 5.)

Die Objekte befinden sich in der Mineralogisch-Paläontologischen Abteilung des Magyar Nemzeti Múzeum (Fig. 4, 6, 7) und im Museum der Földtani Intézet (Fig. 1—3, 5).

Sämtliche Photos sind Aufnahmen der Frl. THERESIE DÖMÖK, Leiter der photographischen Abteilung der Földtani Intézet.

V. Tafelerklärung.

Fig. 1. Höhlenbär (*Ursus spelaeus* ROSENEM.). Rechte und linke obere Zahnreihe. Der rechte M1 ist frakturiert. Die linke Zahnreihe ist stärker abgewetzt. Igric-Höhle, Ungarn. (S. No. 5.)

Fig. 2. Juvenaler Höhlenbär. Rechtes Mandibulafragment. Kis-kevélyer-Höhle, Ungarn. Polyodontia atypica. (S. No 3 und bei KORMOS.)

Fig. 3. Höhlenbär. I3 mit keilförmigem Defekt. Mussolini-Höhle, Ungarn.

Fig. 4. Höhlenbär. Unterer Eckzahn mit keilförmigem Defekt und mit der vom oberen C abgewetzten vertikalen Platte. Mussolini-Höhle, Ungarn.

Fig. 5. Abgekauter Höhlenbär-Molar mit neben offener Pulpa gebildetem Caries. Mussolini-Höhle, Ungarn.

Fig. 6. Höhlenbär. Molar mit offenen Pulpenhörnern. Mussolini-Höhle, Ungarn.

Fig. 7. Höhlenbär. Oberer Eckzahn mit keilförmigem Defekt rund um den Zahnhals. Igric-Höhle, Ungarn. (S. No 8.)

Fig. 8. Derselbe. Obere rechte und linke Zahnreihe mit ungleichmässiger Abwetzung. (S. No 8.)

Fig. 9. Höhlenbär. Oberkiefer mit zwei überzähligen I. Igric-Höhle, Ungarn.

Fig. 10. Höhlenbär. Incisivi mit offener Pulpakammer. Mussolini-Höhle, Ungarn.

Fig. 11. Höhlenbär, Maxillenfragment. Alveole des rechten und linken I1 mit Osteophyten. (S. No 10.) Porácser-Höhle, Ungarn.

Die Objekte befinden sich in der Mineralogisch-paläontologischen Abteilung des Magyar Nemzeti Múzeum (Fig. 7, 8, 11) und im Museum des Földtani Intézet (Fig. 1—6, 9—10).

Sämtliche Photos sind Aufnahmen der Fr. THERESIE DÖMÖK, Leiter der photographischen Abteilung der Földtani Intézet.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 19. März 1934.)

A BUDAPESTKÖRNYÉKI LÖSZRŐL.

VENDL ALADÁR r. tagtól, TAKÁTS TIBOR és
FÖLDVÁRI ALADÁR vendégektől.

(A VI. táblával.)

A műegyetemi ásvány- és földtani intézetben — a Természet-
tudományi Alap és a Széchenyi Tudományos Társaság támoga-
tásával — magyarországi löszöket kőzettani és kémiai szempont-
ból tanulmányozunk, hogy a megállapított eredményekből a kőzetek
valóban jellegzetes tulajdonságait pontosan megismerjük és hogy
az ásványtani, mechanikai és kémiai összetételből eredetükre követ-
keztetéseket vonhassunk.

A magyar löszökről több megfigyelést közöltek. Az eddigi dol-
gozatokban azonban ezeknek a kőzeteknek a megítélése csaknem
kizárólag a helyszíni megfigyelések és a makroszkópos vizsgálatok
alapján történt. Ennek következtében ezeknek a kőzeteknek rend-
szeres beható kőzettani és kémiai vizsgálatai csaknem teljesen
hiányoznak és az eddigi adatok főleg csak külső sajátságok meg-
figyelésén alapulnak.

Ez a közlemény Budapest közvetlen és távolabbi környékéről
származó olyan löszök vizsgálatainak eredményeit tartalmazza,
melyek valamennyien típusos, valódi löszök. «Mocsárlöszök»-et
(HORUSITZKY F. szerint infúziós lösz) és utólagosan átmosott kőze-
teket nem vontunk a vizsgálatok körébe.

A vizsgálatoknak a szerzők közti felosztására vonatkozólag a
következőket jegyezzük meg: A mechanikai analíziseket és sűrűség-
meghatározásokat FÖLDVÁRI ALADÁR, a kémiai elemzéseket TAKÁTS
TIBOR végezte. A dunavecsei (10 b) löszöt ENDRÉDY ENDRE úr volt
szíves megelemezni. Az ásványtani-kőzettani vizsgálatok, a mód-

szerek kiválasztása, valamint az egész munkának gondolatmenete és vezetése az idősebb szerzőtől származik. Kéziratunkat 1934. március elsején zártuk le.

Az ebben a munkában közölt megfigyeléseket olyan löszökön végeztük, melyek kiválasztása a fekvő kőzetek tekintetbe vételével történt. Nevezetesen olyan próbákat gyűjtöttünk, melyek különböző kőzetekre települtek, hogy a fekvőnek az esetleges befolyását a lösz ásványtani összetételére megítélhessük.

A magyarországi löszökkel foglalkozó munkák közül különösen fontosak HORUSITZKY HENRIK, PÁVAI-VAJNA FERENC, TREITZ PÉTER és BULLA BÉLA közleményei. HORUSITZKY és PÁVAI-VAJNA néhány lösz szemmagyságát is megállapította. Részletes, rendszeres vizsgálatokat az ásványtani, kémiai és mechanikai összetételre, valamint a szerkezeti és szöveti tulajdonságokra vonatkozólag eddig még nem közöltek.

Telepedési viszonyok, vastagság és szín.

1. A *kistétényi* minta a Garibaldi-villa melletti 165 m magasan levő feltárásból származik, ahol a lösz szarmata durva mészkőre telepszik.

2. A «*Budafok*» jelzésű lösz a Budafoktól északra húzódó «Nagy-árok» feltárásából való. Az 1. vázlat mutatja a telepedési viszonyokat. A lösz itt közvetlenül a miocén homokos-kavicsos rétegei fölött települ, melyek helyenkint konglomerát- és homokkőpadokat is tartalmaznak. A lelőhely magassága mintegy 170 m.

3. A harmadik mintát a *Pacsirtahegyen* (154·2 m) gyűjtöttük és pedig a mélyút északnyugati kanyarulatában, a főváros határa mellett, mintegy 130 m magasan. A lösz itt felső-oligocénkori homokképződményekre települ. A viszonyokat az 1. vázlat tünteti fel.

4. A négyesszámú minta a *Horthy Miklós-út 29. sz. ház* udvarának feltárásából származik, hol az épület építéskor tárták fel. SCHRÉTER közlése szerint alul elég sok márgaszemesét és mészkonkréciót tartalmazó pleisztocén lösz telepszik. E fölött mintegy 90 cm vastag vörösbarna agyag következik. Az agyagon mintegy 4—5 m vastag lösz található, ez valószínűleg már nem eredeti tele-

pülésben fordul itt elő. SCHRÉTER ezt a felső lösz holocénkorinak tartja. A megvizsgált minta az alsó löszből való.

5. Ezt a lösz a *Gellérthegy* (235 m) déli lejtőjén, a báró EÖTVÖS JÓZSEF kollégium udvarán, az épület elkészítése alkalmával jól fel-



1. ábra. A Pacsirtahegy, Kőérpatak és a budafoki Nagyárok földtani szelvénye. 1 = felső-oligocén homok; 2 = miocén homok, kavics; a = kövülettűs homokkő; b = konglomerátpad; 3 = lösz; 4 = alluvium.

tárták. (Nagyboldogasszony-útja 11—13.). A feltárás körülbelül 145 m magasán volt. A lösz a középső-oligocénkori kiscelli agyagot fedi.

6. Ez a lösz a *Hármashatárhegy* (497·4 m) keleti oldaláról, a régi óbudai temető délnyugati oldalán húzódó mélyút feltárásából való. A feltárás 150 m magasán fekszik. A lösz alsó részei meglehetősen sok lejtőtörmeléket (felsőtriaszkori dolomitot, nummulinás mészkövet, travertinót) tartalmaznak. Alatta mintegy 1·5 m vastagságban travertino telepszik, ezalatt a pleisztocén Dunának cca. 2 méteres homokpadja következik, mely középső-oligocénkori kiscelli agyagot nyugszik.

7. A mintát *Dorog* mellett gyűjtöttük, Budapesttől kb. 35 km-re északnyugat felé. A «Dorogi Kőszikla» délnyugati oldalán és pedig az úttól délre, «homokot» fejtenek egy «homokgödör»-ben. A megvizsgált anyagot ebből a gödörből gyűjtöttük. A telep vastagsága 20—25 métert tesz ki és eocénkori képződményeken (nummulinás mészhomokkő) nyugszik.

8. Ez a lösz *Pesthidegkút* mellől való, a községtől északra, a falu és a *Szarvashegy* (384·2 m) között, egy vízmosásból az út keleti oldalán, mintegy 255 m magasán. A fekvő valószínűleg középső-oligocénkori kiscelli agyag.

9. A minta lelőhelye a *Várhegy* (328·5 m) délnyugati lejtője,

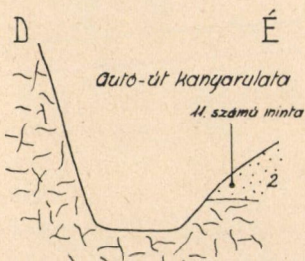
Máriaremete mellett, körülbelül 230 m magasan. A fekvő kőzet dachsteini mészkő. A lösz alsó részeiben dachsteini mészkő törmelékei találhatóak. (2. ábra.)



2. ábra. A Máriaremetéről Budapestre vivő út keresztmetsvénye. 1 = dachsteini mészkő; 2 = lösz, alsó részében dachsteini mészkő törmelékét tartalmazza.

10. a) és b) Mindkét minta a Duna jobboldali, meredek partjáról származik, Dunavecse községgel átellenben. A lösz itt homokos-agyagos pannoniai rétegeken fekszik.

11. A Gellérthegytől mintegy 5 km-nyire nyugatra emelkedik az Ördögórom-hegy (317·3 m). A hegyet észak felől mély völgy határolja. A megvizsgált lösz ebből a völgyből származik, az út nagy kanyarulatából, körülbelül 220 m magasan. A lösz itt szaruköves, felső-triasz kori dolomitra települ (3. ábra).



3. ábra.

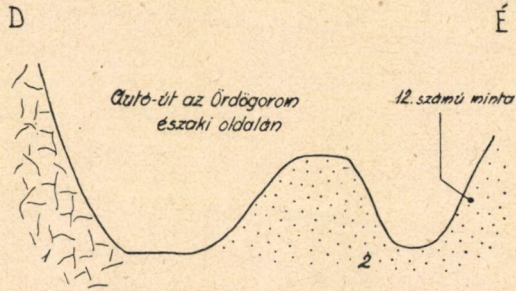
Az Ördögórom északi oldalán vezető út kanyarulatának szelvénye. 1 = felső-triasz, szaruköves dolomit; 2 = lösz.

12. Egy másik mintát ugyanitt gyűjtöttünk, egyik kis mellékvölgyben, mintegy 230 m magasan (4. ábra).

13. Ez a lösz a Rupphegy (258·8 m) északi oldalán levő völgyből való; a lelőhely mintegy 230 m magasan fekszik, körülbelül 1 km-nyire délnyugat felé az utóbbi lelőhelytől. A fekvő túlnyomóan szaruköves (felső-triasz-kori) dolomit, alárendelten felsőeocén szaruköves breccsia (5. ábra).

14. Ezt a löszet a budai hegység északi részében, a Ferenchalom (286 m) délkeleti lejtőjén egy kis akna segítségével dr. VIGH GYULA tárta fel, a cserkészpark felett, körülbelül 240 m magasan. A löszben — különösen alsó részében — a fekvő dolomit törmelékei találhatóak (6. ábra.).

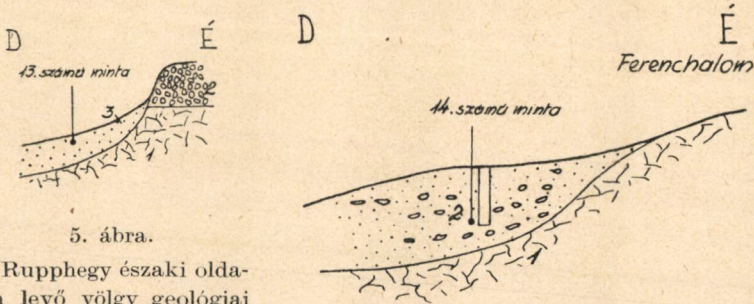
15. Budapesttől kelet felé mintegy 20 km-nyire fekszik Pécel. A vasutállomás közvetlen közelében, ettől valamivel keletre a vasúti pálya mellett van egy téglavető, ahol a pannoniai agyagos



4. ábra. Az Ördögórom északi oldalán levő kis mellékvölgy szelvénye. 1 = felsőtriász szaruköves dolomit; 2 = lösz.

homokot dolgozzák fel. Efelett az agyagos homok felett telepszik a lösz. A mintát 160—170 m közötti magasságból gyűjtöttük.

A lösz vastagsága a megvizsgált területeken általában csekély, többnyire 2—6 m között ingadozik, helyenként azonban



5. ábra.

A Rupphegy északi oldalán levő völgy geológiai szelvénye. 1 = felső-triász dolomit; 2 = eocén szaruköves breccsa; 3 = lösz.

6. ábra. A Ferenchalom déli oldalának szelvénye. 1 = dolomit; 2 = lösz, helyenként dolomittörmelékot tartalmaz.

15—25 métert is elér. Mint konkrét eseteket a következő adatokat említhetjük: Kistétény és Budafok mellett a vastagsága széles sávon 2 és 4 m közt ingadozik, egyes helyeken azonban eléri az 5·5 métert. A Pacsirtahegyen többnyire 0·5 és 3 m között változik.

A Gellérthegy déli lejtőjén a lösz átlag 2—5 m vastag. A Hármashatárhegy vonulatában többnyire 2 és 3 m közötti vastagságot figyelhetünk meg, ritkán 5·5 métert. Máriaremete és Pesthidegkút környékén a vastagság szintén 2—3 métert tesz ki, ritkábban 5 métert. Az Ördögormón többnyire 2 és 3·5 m vastagságot állapíthatunk meg, az Irtás-árokban, az Ördögóromtól nyugatra, a vastagság eléri a 10 métert. A Rupphegy körül a vastagság többnyire 2 és 5 m közt van, a Ferenchalom környékén 2 és 4 m közt, helyenkint azonban 14 m. A Duna jobboldali, meredek partján, Dunavecsevel átellenben a lösz eléri a 6—12 m vastagságot. Pécel mellett helyenként 15 m vastagságot figyelhetünk meg. Dorog mellett 20—25 m vastagságot is elér.

A löszök színe az ismert lösz-sárga. Ott, ahol a lösz csupán esekély vastagságú (0·6 m alatt), színe némelykor természetesen nagyobb mértékben függ a rajta levő talaj természetétől. Itt esetleg sötétebb szín léphet fel, a hozzákeveredő humusztól jobban vagy kevésbé megsötétítve.

Igen világossárga-sárgásfehér színt figyelhetünk meg néhol a lösz alsó részeiben a budai hegységben. A löszképződés periodusának kezdetén ugyanis a csapadék sok törmelék (dolomitot, numulinás mészkövet (márgát) szállított a völgyekbe és a mélyebben fekvő helyekre. Ezért tartalmazznak az itt fekvő lösztömegek olykor sok kőzettörmelékét. Ennek a törmelékanyagnak világos, fehéres színe következtében ezeken a helyeken a lösz is világosszínű. Ez a törmelékanyag részben kis szemekből áll, melyek vékony telepekben iktatódnak közbe, részben durvább darabokból, melyek közül egyesek még a 0·5 köbméter nagyságot is elérik, ritkán a 2 köbmétert is. Ez a törmelékanyag pl. a Mátyáshegy-Csücshegy vonulatnak a keleti lejtőjén több feltárásban jellegzetes.

A közelebbi vizsgálatokhoz használt löszmintákat nem ebből az alsó, törmelékes részből vettük.

Az ismert mészkonkréciók (löszbabák) meglehetősen elterjedtek. Ezeket szintén nem vontuk vizsgálataink körébe.

Szerkezet.

A lösz szerkezete érdekes és gyakran tárgyalt kérdés. Mindenütt megfigyelhető az ismert, igen jellegzetes tulajdonság: a többé vagy

kevésbé lyukacsos kifejlődés ellenére függőleges falakban való megállás. Ezek a függőleges szakadékok szerinti könnyű elválások, a héjjas fellevezések függőleges falakkal párhuzamosan, ezáltal meredek lejtők és szakadékok képződése, igen jellemzők. A megvizsgált valódi löszök mindig ilyen kifejlődésben jelennek meg.

Ezeket a tulajdonságokat, mint ismeretes, túlnyomóan pusztai füvek szárának és gyökerének egykori jelenlétével magyarázzák. WILLIS B. szerint azonban a pórusokban felszálló levegő és vízgőz is hozhat létre üreges járatokat.

A megvizsgált löszökben valóban mindig találhatók csövecskék s ezek olyan üregecskéknak felelnek meg, amelyek növényrészekből visszamaradásából származtak. A talált növényrészek rendszeren a mai vegetációnak a gyökerei. Néha azonban a lösz mélyebb részeiben is lehet összeszáradt növényi részeket találni. Ezekből arra lehetne következtetni, hogy a kőzet alsó részeiben levő csövecskék is növények, (fűnemű növények szárai és gyökerei) egykori jelenlétével magyarázhatók.

A valódi eolikus löszről általában azt szokták mondani, hogy nem rétegzett. A feltárásokban — makroszkópos megtekintésre — a Budapest környéki löszök is egyöntetű, többnyire rétegmentes kifejlődésben jelennek meg. Pontos vizsgálatok alkalmával mégis megfigyelhetjük, hogy gyenge rétegződés — erősebb vagy csekélyebb határozottsággal — a löszöknek csaknem minden részében jelen van. Ezt a gyenge rétegződést legkönnyebben a csillámpikkelyeken figyelhetjük meg, melyek nem egészen szabálytalan elrendeződésben jelennek meg, mint a teljesen rétegetlen kőzetekben.

A csillámpikkelyek (001) lapja ugyanis többnyire vízszintes helyzetű, tehát a löszök függőleges falaiban a lemezkék bázislapját kézi nagyítóval többnyire nem figyelhetjük meg. Orientált löszminták binokuláris mikroszkóppal és polarizációs mikroszkóppal egyaránt túlnyomó részben a lemezkék bázislapját mutatják, ha a minta felső lapja a vízszintes síknak felel meg. Ezt a tényt KÖBL L. is megállapította a Krems környéki löszökön.

Tisztán makroszkópos megfigyelés alkalmával legtöbbször nem lehet megkülönböztetni, hogy van-e rétegződés, vagy nincs. Az utólagos összecementeződés következtében az eredeti rétegződés többé vagy kevésbé elmosódhatik. Amennyiben a löszökben a

szemmagyság általában kis mértékben ingadozik és az anyagi minőség sem változik, egyáltalában nem várható, hogy a rétegzés már makroszkóposan felismerhető legyen. A rétegződés megállapítása a löszökben általában többnyire a terepen szabad szemmel történt. Ez a módszer azonban cserbenhagy, ha egyenlő színeződés mellett az ásványszemecskék igen kicsi — mikroszkópikus — méretűek.

É mellett azonban vannak olyan löszfeltárások is, ahol a makroszkópos megfigyelés segítségével valóban hozzáférhető rétegződés állapítható meg. Megfigyelhetjük ugyanis némely nagyobb feltárásban, hogy néhol a finomszemű anyag közé vékony telepekben durvább szemecskék települnek. Ezek a betelepülések nagyjában vízszintesen fekszenek.

A rétegződést rendszeren a közeli folyóknak ideiglenes áradásával igyekeznek megmagyarázni és pedig elsősorban olyan löszökben, melyek folyótérszokokon fordulnak elő. A durvább anyag alkotta rétegek előfordulását, tehát a durvább rétegződést, nem szükséges azonban mindig a vízből ülepedett lerakódásokkal magyarázni. A megvizsgált löszökben egy eredeti, *szél okozta gyenge rétegződést* találunk, ami azt jelenti, hogy heves szelek durvább homokot is fújtak a Duna völgyéből a környező lejtőkre, tehát sokkal magasabbra, mint a pleisztocén Duna térszokának szintje. Ahol meg van a lehetőség durvább anyagnak a löszbe való befújására, a rétegződés esetleg makroszkóposan is többé vagy kevésbé észrevehető.

Hasonló megfigyeléseket közölt — mint ismeretes — 1911-ben OBRUCSEV, amennyiben kifejezetten hangsúlyozta, hogy az ázsiai löszök réteges kőzetek. SOERGEL hasonlóképpen lehetségesnek tartja, hogy löszökben szél hatására rétegződés jöjjön létre. BREDDIN ezt a tényt valamivel jobban hangsúlyozza.

A magyarországi löszökről HORUSITZKY H. már 1898-ban és 1899-ben említi, hogy a durva közbetelepülések a típusos löszökben nem a folyók árterületére leülepedett üledékek, hanem a szél fújta őket az apróbb szemek tömegének felszínére.

A függőleges irányban való könnyű szétválási képesség mellett a megvizsgált löszökben egy többé vagy kevésbé kifejlődött csekély összetartás közel vízszintes sík szerint is észlelhető. Ez a tulajdonság nem figyelhető meg a megszokott feltárásokban és a mély-

utakban, ahol a lösz többnyire függélyes falakban jelenik meg, hanem üregekben és pincékben, ahol a mennyezetet is lösz alkotja, könnyen észlelhető. Itt nehézség nélkül megállapítható, hogy a lösz vízszintes irányokban is igen könnyen hasítható a nélkül, hogy széthullanék.

Ha a löszöket az eredeti természetes rétegekben mikroszkóppal vizsgáljuk, azt tapasztaljuk, hogy a kis szemecskéket nem csupán kalciumkarbonátból álló kéreg veszi körül, hanem hogy a kalciumkarbonát azokat egymással is összetapasztja. Ezek az összefüggő kalciumkarbonát-hártyák adják azután az eredetileg laza kőzetnek az ismert összeállóságot.

Ez a szerkezet nem a széltől való leülepedés alkalmával képződött, hanem utólagos folyamatok következménye. A tipikus lösz nem található abban az eredeti állapotban, mint kis ásványszemecskéket mindjárt a levegőből való lerakódás után. A lösz leülepedése után diagenetikus változáson ment át. Ezt a változása lényegében az idézi elő, hogy az ásványszemecskéket utólagosan képződött kalciumkarbonátkéreg veszi körül és a szemeket egymással is összeragasztja. A kalciumkarbonát többnyire kevés vasoxidhidrátot is tartalmaz.

A talajnedvességnek az ásványszemecskékre gyakorolt oldó hatása következtében TREITZ P. szerint különböző mállási termékek keletkeznek, amelyek az ásványszemecskéket többnyire körülcérezik. A mállási termék visszamaradt részének minőségét az éghajlati viszonyok szabályozzák (TREITZ, GANSSEN és mások). A többé-kevésbé száraz vidékeken főképpen meszes talajok képződnek.

A nedves klímának a szárazba való átmenete alkalmával először a növényi takaró gyengébben fejlődött ki és a felhalmozott humusz legnagyobb részben oxidálódott. Erre a már világosra színeződött felületre lehullott porban már jóval gyengébb vegetáció élt. Ilyen körülmények között csak kevés humusz halmozódott fel és TREITZ P. szerint a humuszanyagok által előidézett mállás is igen csekély volt. A humusz elbomlásánál keletkezett könnyen oldódó sók, — főleg kalciumhidrokarbonát — nem voltak a talajból kimoshatók, mivel a beszivárgó csapadék — TREITZ P. szerint — a száraz szelek következtében részben a felszín közelébe szívódott

fel. Ennek folytán az oldódó sók egészen vagy nagyobb részben a talajban maradtak. A mész, mint szénsavas mész felhalmozódott a löszben, akár mész-szilikátokat (plagioklászokat), akár pedig kalciumkarbonátot tartalmazó kőzetből oldódott ki. A kalciumkarbonát legnagyobb része, — több vagy kevesebb vasoxidhidráttal — kérget képez az ásványszemecskéken. Az eredeti növényi takaró vastagságától függ a kőzet többé-kevésbé intenzív sárga színe, a kéreg nagyobb vagy kisebb vasoxiddtartalma szerint.

Ennek a diagenezisnek a következtében, azaz a kalciumkarbonáttal történt átitatódás következtében a lösz eredeti tulajdonságainak némelyike, mint például az ásványszemecskék eredetileg laza települése, megsemmisült vagy legalábbis erősen elmosódott. Ez az utólagos átalakulás adja a lösznek az ismert szilárdságot, a sárga színt és a mindenhol meglehetősen egyforma külső megjelenést, valamint azt is, hogy a különböző szemnagyságú részek egyforma kiképződésűek: a finom szemecskékből felépített részek ugyanolyan viselkedésűek, mint a valamivel durvább anyagból összeállott löszök. Ezt a tényt KÖLBL L. is megállapította ausztriai löszökön.

A lösz e szerint mai jellegzetes tulajdonságainak nagy részét utólagosan nyerte. Ezek a másodlagosan képződött elváltozások, az eredetileg laza kőzetnek olyan tulajdonságokat adtak, melyek az eredeti jellemvonásokat erősen elnyomták. A kalciumkarbonáttal való átitatódás, azaz a diagenezis a szemecskék lerakódása után, meglehetősen száraz éghajlat mellett következik be. (Lásd TREITZ, BERG L. S., MÜNICHSDORFER, KÖLBL és mások nézetét.)

Az ásványszemecskék alakjáról a következőket kell megjegyeznünk: a megvizsgált mintákban a 0·1 mm-nél nagyobb átmérőjű szemek (főleg a kvarc-szemek) néha meglehetősen jelentékenyen gömbölyödtek. A 0·1 és 0·05 mm közötti frakcióban már erősen uralkodó mennyiségben vannak jelen a szögletes szemek. A finomabb frakciók szemecskéi is szögletes-szilánkosak.

A vízben szállított szemek ugyanis csak addig gömbölyödnek, míg a fenéken gördülnek. Ha azonban — kis áramlási sebesség esetében is — a csekély nagyságuk következtében a vízben lebegve maradnak, semmi észrevehető legömbölyödés nem áll elő. A sokkal könnyebb levegőben a kis szemek erős szél segítségével, túlnyomó-

lag a földön ugrálva tovább, elméletileg még messzebb jutnak. Ennélfogva — tisztán elméletileg — az eolikus szedimentekben a legömbölyödés sokkal kisebb szemecskékre terjed ki, mint a vízből lerakódott kőzeteknél. Mégis azt látjuk, hogy a megvizsgált löszök legapróbb ásványszemecskéi szögletesek és szilánkosak. WAHNSCHAFFE mutatta ki először, hogy az általa megvizsgált löszök porfrakciója többnyire szögletes-szilánkos szemekből áll.

A löszök sűrűsége.

Hat lösz sűrűségét határoztuk meg, mégpedig piknométeres módszerrel. Folyadékul tiszta terpentint használtunk. Ennek sűrűségét különböző hőmérsékleten megállapítottuk; az ilyen módon nyert értékekből a sűrűségnek a hőmérséklettel történő változását grafikusan feltüntettük. A piknométer használata alkalmával ebből a grafikomból történt a hőmérőn leolvasott hőmérsékletnek megfelelő terpentinsűrűség leolvasása. Négy-öt piknométeres meghatározás után a terpentinsűrűségét ellenőriztük; ha a terpentinsűrűsége a legkisebb mértékben is megváltozott, új grafikont szerkesztettünk.

A sűrűségmeghatározás a következő módon történt: a próba kis (2—4 mm átmérőjű) darabjait fényes felületű papíron 105°-on kiszárítottuk, súlyát megmértük és a piknométerbe helyeztük. A piknométer kb. félig volt terpentinnel töltve. A löszöt a terpentinen egy vékony üvegpálca segítségével óránként alaposan felkevertük. Az első felkeverések alkalmával sok légbuborék szállt fel. Ez a kezelés addig tartott, míg légbuborék felszállását már nem lehetett megfigyelni. Az üvegpálcára ragadó részecskéket terpentinnel a piknométerbe mostuk. Ezután a piknométert a következő napig (14—15 órán át) exsikkátorban tartottuk, hogy a lebegő részecskék leülepedjenek. A következő napon a piknométert óvatossággal, nehogy a fenekére süllyedt részecskék felkeveredjenek, terpentinnel teljesen megtöltöttük. Az edény külsejének alapos megtisztítása után történt a tulajdonképpeni meghatározás.

(Sorozatos meghatározások alkalmával a terpentinnel töltött piknométer súlyát különböző hőmérsékleten meghatároztuk és a nyert értékeket grafikusan feltüntettük; így módon a terpentinsűrűségét ellenőriztük.)

súlya, mellyel a piknométert megtöltöttük, különböző hőmérsékleten a grafikonból le volt olvasható.)

A hőmérséklet a különböző időpontokban végzett sűrűségmeghatározások alkalmával 20° C és 26° C között ingadozott. Az eredmények 4° C vízre vonatkoznak és az I. táblázatban vannak összefoglalva.

I. táblázat.

	t_m C°-okban	Sűrűség $d_{t_m/4 l}$	Közéérték
1. Kistétény	23·2	2·7318	} 2·7397
	23·2	2·7476	
2. Budafok	23·5	2·7461	} 2·7511
	23·1	2·7471	
	23·2	2·7523	
	23·1	2·7589	
3. Hármashatárhegy	22·6	2·7309	} 2·7514
	22·6	2·7433	
	25·2	2·7483	
	25·1	2·7615	
7. Dorog	25·9	2·7666	} 2·7684
	26·0	2·7703	
8. Pesthidegkút.....	23·4	2·7426	} 2·7469
	23·0	2·7456	
	23·0	2·7494	
	23·4	2·7501	
10. Dunavecse.....	23·2	2·7381	} 2·7441
	23·2	2·7411	
	23·0	2·7531	

Mechanikai összetétel.

A löszök szemnagyságának meghatározása céljából elsősorban a megfelelő módszer kiválasztására vonatkozó vizsgálatokat kellett végezni.

Az első kísérletet az ATTERBERG-féle készülékkel végeztük. Bár ez a módszer, mint ismeretes, sok szempontból igen előnyös

és a minta elektrolittartalmától egészen függetlenül dolgozik, mégsem talált kizárólagos alkalmazást. Ha ugyanis a löszöket, melyek általában kalciumkarbonátban gazdagok, ezzel az eljárással iszapoljuk, úgy egy analízis rendkívül sok időt vesz igénybe. Némelyik löszből még egy év múlva is lehetett 0·002 mm-nél kisebb átmérőjű szemecskéket elkülöníteni. Sok esetben a kolloid-részecskék utolsó nyomait egyáltalában nem sikerült teljesen eltávolítani, a készülékben levő vízoszlopban még mindig gyenge zavarosodás látszott. Az ilyen hosszú ideig tartó iszapolás alkalmával az igen nagy vízmennyiség mindig old kolloidálisan kevés kalciumkarbonátot és ez a kis mennyiség mint kolloidanyag kerül meghatározásra.

A pipettamódszernek az a hátránya, hogy a durvább részletek meghatározására kevésbé alkalmas. Viszont a vizsgálatokból kitűnt, hogy a tanulmányozott löszök csak kis mennyiségű durva (0·1 mm-nél nagyobb átmérőjű) szemecskét tartalmaztak és így a szemese-nagyság meghatározás alapjául ezt a módszert választottuk.

Tekintettel arra, hogy a tanulmányozott löszök jelentős mennyiségű kalciumkarbonátot tartalmaznak és hogy kevés oldható só is van bennük (csekély szulfát és klorid), az elektrolit-koncentráció és a mutatkozó koaguláció nem voltak elhanyagolhatók. A kolloidok egy része koagulálódott és így a pipettamódszerrel csak egy minimális kolloidtartalmat lehetett megállapítani. Ezért megfelelő stabilizátor alkalmazására kellett gondolni.

Először 0·01, 0·1 és 1 normál töménységű ammoniumhidroxiddal igyekeztünk jó diszpergálást elérni.

A vizsgálatokból kiderült, hogy átlagban a 0·1 normál töménység a legnagyobb kolloidmennyiséget szolgáltatja. A normál koncentráció többnyire gyenge koaguláló hatást gyakorolt.

A kissé humózus löszök iszapolásakor azonban normál ammonia sem idézett elő koagulációt.

Stabilizátorként szerepelt továbbá 0·005 normál nátriumoxalát-oldat. A nátriumoxalát-oldat használatát az irodalom mindenekelett kalciumkarbonátgazdag rendszerek iszapolásához ajánlja. És valóban ezzel az eljárással lehetett a kis részecskékből legnagyobb mennyiséget meghatározni; a nyert értékek azonban

mindig kisebbek voltak, mint az ATTERBERG-féle iszapolóhengerrel nyert mennyiségek.

A pipettamódszer szerint nátriumoxaláttal nyert eredmények mégis közelebb állnak a valósághoz, mint az ATTERBERG-féle iszapolóhengerrel nyert értékek és pedig a következő alapon:

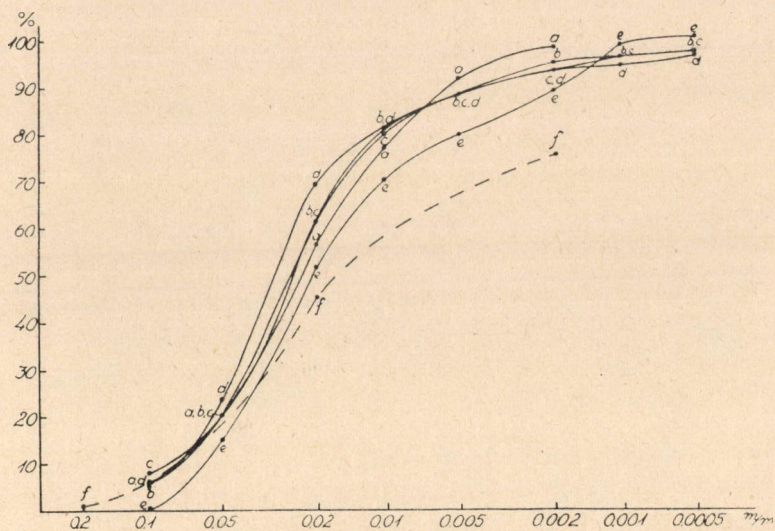
Az áramvonalak lefolyása az iszapolóhengerben a folyadék leengedése alkalmával kedvezőtlen, amennyiben örvénylés áll elő, ami a szemecskéket a lefolyó nyílás alatti alsóbb rétegekből részben felkavarja. Sok felkavart szemecske azután a lefolyó vízáramba kerül és leiszapolódik, mint ezt a körülményt KÖHN kimutatta.

Továbbá egyes szemecskék az iszapolóhenger minden felrázása alkalmával részben apróbb darabokra törhetnek szét. A kalciumkarbonát egy része vékony kéreg alakjában veszi körül a lész ásványszemcséit. Az ATTERBERG-féle készülék használata közben ennek a vékony kéregnek egyes részei — a felrázás vagy felkeverés folytán — lekopnak; ezek a lekopott részek bizonyára igen kicsinyek. Ily körülmények között ez a kopás is részben magyarázatot nyújthat arra vonatkozólag, hogy a lészök az ATTERBERG-féle készülék használata alkalmával mindig — hónapokig tartó kezelés után is — a leülepedett részek felett többé-kevésbé zavaros folyadékot adnak. Más kőzetek, melyekben a kalcit nem bekérgezés alakjában fordul elő, ugyanilyen, vagy még nagyobb $CaCO_3$ tartalommal is ugyanezzel a készülékkel sokkal rövidebb idő alatt és teljesen frakcionálhatók. Összehasonlítás kedvéért — a többi között — egy lágú budai márgát is megiszapoltunk az ATTERBERG-féle készülékben; ennek a kőzetnek CO_2 -tartalma 33,86 % volt. Az iszapolás minden nehézség nélkül elvégezhető volt. Az utolsó leeresztéskor a folyadék csupán csak rendkívül gyenge, alig észrevehető zavarodást mutatott. Az összehasonlító iszapolások eredményeit a II. táblázat és a 7., 8., 9. ábra tünteti fel. Összehasonlításként a 12. számú lész szemcseeloszlási görbéit is itt tüntetjük fel. (10. ábra.)

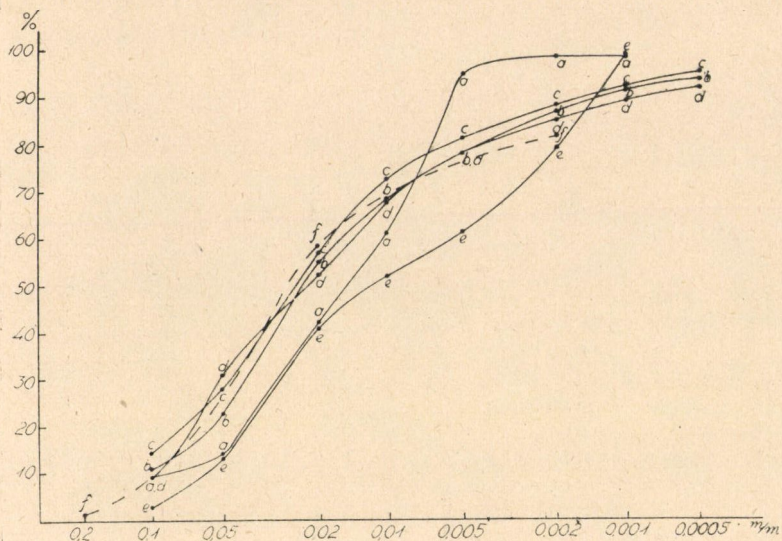
A lésznek az iszapolásához az ATTERBERG-féle hengerben viszonylagosan igen sok desztillált víz szükséges. Nagy vízmennyiség használata következtében az iszapolandó lészből, főleg ha sok $CaCO_3$ -t tartalmaz, aránylag sok kalciumkarbonát juthat kolloidoldatba s ez a $CaCO_3$ a tényleges kolloidok frakcióját növeli.

II. táblázat.

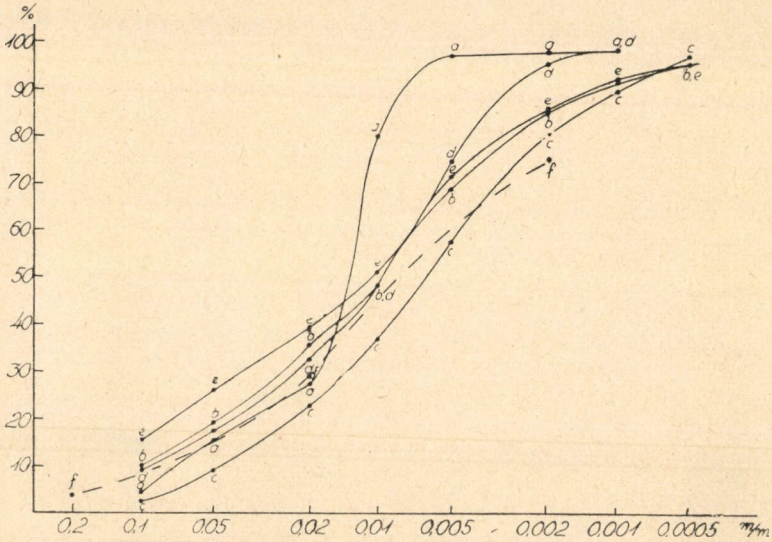
	Szemcse- átmérő mmben	Pipetta-módszerrel, Köhn-féle készülékben					Atter- berg- féle készü- lékben
		1. desztil- lált vízben	2. ammoniumhidroxidban			3. 0·005 n. nátrium- oxalát- ban	
			a) 0·01 n.	b) 0·1 n.	c) n.		
3. Pacsirtahegy	>2·0						—
$CO_2 = 13·02\%$	2·0—0·2	5·98	5·60	8·22	5·72	0·51	0·50
	0·2—0·1						
	0·1—0·05	14·35	14·79	11·74	17·46	14·07	47·09
	0·05—0·02	36·52	42·28	41·67	46·95	37·66	
	0·02—0·01	20·51	18·29	18·53	11·34	17·52	
	0·01—0·005	14·40	7·30	8·13	6·62	9·92	27·11
	0·005—0·002	6·72	6·70	4·86	5·12	8·91	
	0·002—0·001		1·00	2·60	1·20	10·22	
	0·001—0·0005	1·84	1·60	1·51	2·11	1·01	25·30
	<0·0005		2·50	2·77	3·51	0·20	
		100·32	100·06	100·03	100·03	100·02	100·00
5. Gellérthegy	>2·0						—
(kissé humuszos)	2·0—0·2	9·48	10·87	14·55	1·40	3·01	0·75
$CO_2 = 8·32\%$	0·2—0·1				8·15		
	0·1—0·05	4·88	12·36	13·17	21·95	9·83	58·34
	0·05—0·02	27·42	31·71	29·35	20·81	28·88	
	0·02—0·01	19·69	13·73	15·92	16·08	10·63	
	0·01—0·005	33·76	9·38	8·35	10·21	8·82	22·79
	0·005—0·002	3·22	8·69	7·06	6·90	18·47	
	0·002—0·001	0·09	4·74	4·30	4·07	19·55	
	0·001—0·0005		2·77	2·75	3·12		18·12
	<0·0005	1·47	5·83	4·56	7·19	1·20	
		100·01	100·08	100·01	99·99	100·39	100·00
Budai márga	>2·0						—
Gellérthegy, Hegyalja-út	2·0—0·2	4·50	9·88	2·49	8·91	15·53	3·44
$CO_2 = 33·86\%$	0·2—0·1						
	0·1—0·05	10·51	8·98	6·87	8·04	10·47	25·99
	0·05—0·02	11·91	16·07	13·07	15·50	18·17	
	0·02—0·01	52·13	13·48	14·37	15·31	11·53	
	0·01—0·005	17·71	23·26	21·46	26·83	18·28	48·30
	0·005—0·002	0·40	13·68	21·56	21·02	16·42	
	0·002—0·001	1·00	5·89	9·28	2·71	6·83	
	0·001—0·0005		3·99	7·58		2·57	22·27
	<0·0005	1·80	4·79	3·29	1·65	4·26	
		99·96	100·02	99·97	99·97	99·06	100·00



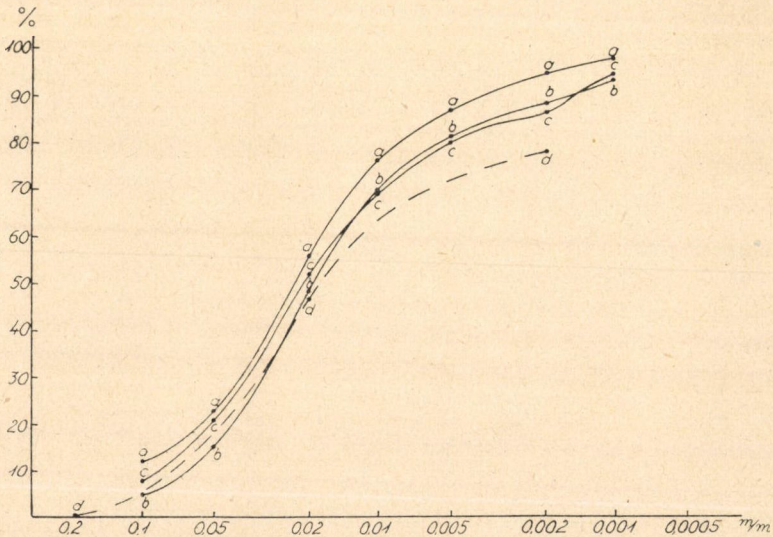
7. ábra. A 3. számú lőszer szemcseeloszlási görbéi. *a* = desztillált vízben; *b* = 0·01 normál ammoniában; *c* = 0·1 normál ammoniában; *d* = normál ammoniában; *e* = 0·005 normál nátriumoxalátban; *f* = az Atterberg-féle módszerrel.



8. ábra. Az 5. számú lőszer szemcseeloszlási görbéi. A jelzések ugyanazok, mint a 7. ábrán.



9. ábra. A gellérthegy lág budai márga szemcseeloszlási görbéi. A jelzések ugyanazok, mint a két előbbi ábrán.



10. ábra. A 12. számú lösz szemcseeloszlási görbéi. *a* = desztillált víz ben; *b* = 0.1 normál ammoniában; *c* = 0.005 normál nátriumoxalátban; *d* = az Atterberg-féle módszerrel.

A nátriumoxalátnak, mint stabilizátornak alkalmazása, kétségtelenül hátránnyal is jár. A kalciumkarbonáttartalom miatt feltétlenül keletkezik csekély kalciumoxalát. Ez, mint csapadék vagy kicsi, a lösz ásványszemeitől független kristálykák alakjában válik ki, vagy pedig a kalciumkarbonátkéreggel körülvett szemecskékre ülepedik és ezzel növelheti a szemnagyságot.

Ammonióval, mint stabilizátorral, olyan értékeket kapunk, melyek a grafikus összeállításban meglehetősen egyenletes lefutású görbéket adnak. Ennél az eljárásnál a 0·002 mm-nél kisebb részecskék összes mennyiségére vonatkozó értékek viszonylagosan nagyok és a 0·001 mm átmérőnél kisebb szemecskékre nyert számok is elég nagyok. A vizsgálatok szerint a nátriumoxalátos módszer a 0·001 mm és 0·002 mm közötti szemekre vonatkozólag mindig viszonylagosan magas értékeket ad, mégis a 0·001 mm-nél kisebb szemecskékből alig 1-2 %-ot állapít meg, míg ammonióval ez a frakció is valamivel gazdagabban különíthető el. Ez a körülmény abban leli magyarázatát, hogy a nátriumoxalát a 0·001 mm-nél kisebb szemecskék egy részét részben koagulálja, vagy esetleg oldott anyagokat kicsap olyan szemecskék formájában, melyeknek átmérője 0·001 és 0·002 mm között van.

Ennélfogva a nátriumoxalát használata sem olyan abszolút módszer, mely tökéletes diszperziót adna. Csupán egy praktikus eljárást jelent, amivel a 0·002 mm-nél kisebb átmérőjű szemecskékre vonatkozólag olyan értékeket nyerhetünk, melyek a való-sághoz igen közel állanak.

A 0·2 mm-nél nagyobb átmérőjű szemek izolálása szitával történt.

Az iszapolásokhoz állandóan mintegy 10 g-nyi anyagot használtunk. A vizsgálatok megkezdésekor az ATTERBERG-féle készülékben 20 g-nyi anyagot iszapoltunk. Ez a nagyobb mennyiség azonban az analízis idejét erősen megnövelte; később az ATTERBERG-féle készülékben is 10 g-nyi anyagot iszapoltunk.

A szemnagyság meghatározásához az alább megadott szemnagyságcsoportokat képeztük; megjegyzendő, hogy szigorúan véve e csoportok mindig csak egyenlő ülepedési sebességű részleteket jelentenek. A nemzetközi szokásnak megfelelően azonban a szem-

nagyságokat mm-ben tüntettük fel, hangsúlyozva, hogy a feltüntetett számok az ekvivalens átmérőt jelentik.

A pipettamódszeres vizsgálatokhoz mindig a KÖHN-féle készülék táblázatát használtuk. A mérések kivételéül 20° C középhőmérsékleten történt. A löszök sűrűsége középértékben 2.70 értéket mutatott. Ily körülmények között az esési idő 10 cm esési magasságból a következő:

0.1 mm	12.5''
0.05 mm	44''
0.02 mm	4'27''
0.01 mm	18'10''
0.005 mm	1 ^h 13'
0.002 mm	7 ^h 35'
0.001 mm	30 ^h 15'
0.0005 mm	5 nap 1 ^h .

Az ATTERBERG-féle készülékkel való iszapolás is ugyanezeknek az értékeknek az alapján történt, hogy az eredmények közvetlenül összehasonlíthatók legyenek és pedig:

0.002 mm	7 ^h 35',	10 cm esési magassággal
0.02 mm	4'27'',	10 « « «
0.2 mm	15'',	30 « « «

Az anyag elválasztásához a mikroszkópos vizsgálatok számára mégis az ATTERBERG által megadott eredeti 0.02 mm-nél kisebb szemek elválasztására vonatkozó 7'30'' időt használtuk, amint erről még később említést teszünk.

Az anyag előkészítése desztillált vízzel való leöntéssel, majd a víz alatt ujjal végzett óvatos, gyenge kavargatással történt. Ez az előzetes kezelés nem okozott semmi különös nehézséget, mivel a lösz víz alatt igen könnyen szétesik. Az iszapolási eljárás megkezdésekor a szuszpenziót zárt iszapolóhengerben jól összeráztuk. A 15 megvizsgált lösz iszapolásának eredményeit a IIIa, IIIb, IIIc táblázat tünteti fel. Az 0.005 normál nátriumoxalát-oldatban végzett iszapolásokkal nyert szemcseeloszlási görbék a 11., 12. és 13. ábrán láthatók.

III a. táblázat.

	Szemcse- átmérő mm-ben	Pipetta-módszerrel, Köhn-féle készülékben			Atter- berg- féle készü- lékben
		1. desztillált vizben	2. 0·1 normál ammó- nium- hidroxid- ban	3. 0·005 normál nátriumoxalát- ban	
1. Kistétény.	>2·0				
$CO_2=8·68\%$	2·0—0·2	8·06	16·99	5·51	2·02
$Cl=0·06\%$	0·2—0·1	60·56	7·17	9·52	59·60
$SO_3=0·05\%$	0·1—0·05	12·67	42·46	42·57	
	0·05—0·02	39·83	15·85	14·65	
	0·02—0·01	17·18	7·55	8·68	
	0·01—0·005	9·60	37·05	31·92	
	0·005—0·002	10·27	4·43	8·59	38·08
	0·002—0·001	1·34	1·89	8·59	
	0·001—0·0005	1·06	2·40	2·17	10·46
	<0·0005		1·51	1·87	
		100·01	100·02	99·98	100·00
2. Budafok.	>0·2				
$CO_2=7·84\%$	2·0—0·2	17·37	19·80	7·93	3·30
$Cl=0·02\%$	0·2—0·1	62·18	14·32	14·02	43·55
$SO_3=0·06\%$	0·1—0·05	13·16	30·77	25·90	
	0·05—0·02	31·65	14·10	12·08	
	0·02—0·01	16·08	17·03	36·72	50·16
	0·01—0·005	17·03	3·61	9·06	13·53
	0·005—0·002	3·61	0·17	6·04	24·55
	0·002—0·001	0·17	1·68	2·03	53·15
	0·001—0·0005	0·95	1·12	1·34	2·03
	<0·0005		2·84	—	
		100·02	99·95	100·04	100·00
3. Pacsirtahegy.	>2·0				
$CO_2=13·02\%$	2·0—0·2	5·98	8·22	0·51	—
$Cl=0·02\%$	0·2—0·1	56·85	11·74	14·07	0·50
$SO_3=0·02\%$	0·1—0·05	14·35	41·67	37·66	47·09
	0·05—0·02	36·52	18·53	17·52	
	0·02—0·01	20·51	14·40	41·63	36·35
	0·01—0·005	14·40	6·72	8·13	9·92
	0·005—0·002	6·72	1·84	4·86	8·91
	0·002—0·001	1·84	1·84	2·60	10·22
	0·001—0·0005	1·84	1·84	1·51	1·01
	<0·0005			2·77	0·20
		100·32	100·03	100·02	100·00

III a. táblázat. (Folytatás.)

	Szemcse- átmérő mm-ben	Pipetta-módszerrel, Köhn-féle készülékben			Atter- berg- féle készü- lékben	
		1. desztillált vizben	2. 0·1 normál ammóni- um- hidroxid- ban	3. 0·005 normál nátriumoxalát- ban		
4. Fehérvári-út.	>2·0				} 1·38	
$CO_2=18·26\%$	2·0—0·2	16·63	48·90	23·53	11·76	} 5·74
$Cl = 0·06\%$	0·2—0·1					44·30
$SO_3= 0·02\%$	0·1—0·05	13·24		13·60	14·86	} 35·19
	0·05—0·02	19·04		25·51	17·68	
	0·02—0·01	18·68		12·12	10·10	} 34·28
	0·01—0·005	24·67	49·07	9·34	11·07	
	0·005—0·002	5·72		7·63	13·11	} 57·69
	0·002—0·001	5·18		2·87	8·26	
	0·001—0·0005	0·53	5·71	3·68	13·12	} 21·38
	<0·0005			1·97		
		103·69		100·25	99·96	100·00
5. Gellérthegy.	>2·0					} —
$CO_2=8·32\%$	2·0—0·2	·48	41·78	14·55	3·01	} 0·75
$Cl = -\%$	0·2—0·1					41·72
$SO_3= -\%$	0·1—0·05	4·88		13·17	9·83	} 58·34
	0·05—0·02	27·42		29·35	28·88	
	0·02—0·01	19·69		15·92	10·63	} 22·79
	0·01—0·005	33·76	56·67	8·35	8·82	
	0·005—0·002	3·22		7·06	18·47	} 20·75
	0·002—0·001	0·09		4·30	19·55	
	0·001—0·0005	4·47	1·56	2·75	1·20	} 18·12
	<0·0005			4·56		
		100·01		100·01	100·39	100·00

III b. táblázat.

	Szemese- átmérő mm-ben	Pipetta-módszerrel, Köhn-féle készülékben			Atter- berg- féle készü- lékben
		1. desztillált vizben	2. 0·1 normál ammo- nium- hidroxid- ban	3. 0·005 normál nátriumoxalát- ban	
6. Hármashatár- hegy. $CO_2=8\cdot47\%$ $Cl=0\cdot08\%$ $SO_3=0\cdot31\%$	>2·0		5·31	3·96	} 2·04
	2·0—0·2	12·98	3·96	2·56	
	0·2—0·1	61·70	17·97	21·10	} 50·16
	0·1—0·05	12·30	34·45	30·69	
	0·05—0·02	36·42	16·38	15·54	} 30·50
	0·02—0·01	16·66	8·68	9·30	
	0·01—0·005	16·47	5·09	5·66	} 47·80
	0·005—0·002	3·29	3·69	8·15	
	0·002—0·001		4·29	3·07	} 11·22
	0·001—0·0005	1·16	1·16		
	<0·0005				
			99·28	99·82	100·03	100·00
7. Dorog; (futóhomok felé átmenet). $CO_2=13\cdot63\%$ $Cl=0\cdot02\%$ $SO_3=0\cdot04\%$	>2·0		6·34	9·66	} 0·55
	2·0—0·2	5·24	31·14	33·90	
	0·2—0·1	78·96	38·22	35·30	} 74·32
	0·1—0·05	36·00	10·44	6·32	
	0·05—0·02	37·72	4·29	3·71	} 13·77
	0·02—0·01	8·10	2·80	2·88	
	0·01—0·005	3·71	1·68	4·92	} 11·36
	0·005—0·002	2·29	4·85	3·34	
	0·002—0·001	4·00			
	0·001—0·0005	2·59	6·95		
	<0·0005				
			101·01	99·95	100·03	100·00
8. Pesthidegkút. $CO_2=15\cdot48\%$ $Cl=0\cdot03\%$ $SO_3=0\cdot01\%$	>2·0		4·72	7·94	} —
	2·0—0·2	7·79	17·28	15·51	
	0·2—0·1	60·83	37·39	31·21	} 54·66
	0·1—0·05	15·97	19·54	16·61	
	0·05—0·02	37·07	7·84	8·30	} 30·57
	0·02—0·01	19·32	5·38	5·66	
	0·01—0·005	8·97	3·40	5·66	} 14·69
	0·005—0·002	7·10	4·43	9·03	
	0·002—0·001	2·86			
	0·001—0·0005	0·89	3·75		
	<0·0005				
			99·97	99·98	99·92

III b. táblázat. (Folytatás.)

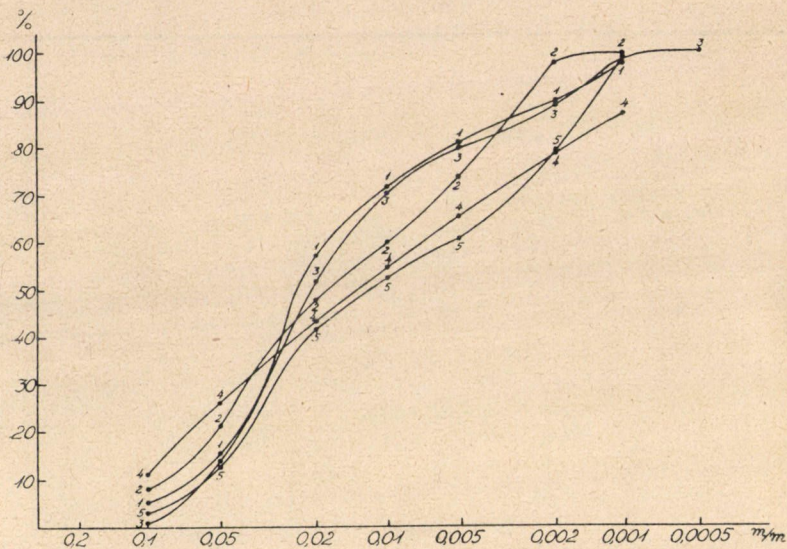
	Szemcse- átmérő mm-ben	Pipetta-módszerrel, Köhn-féle készülékben			Atter- berg- féle készü- lékben	
		1. desztillált vizben	2. 0.1 normál ammó- nium- hidroxid- ban	3. 0.005 normál nátriumoxalát- ban		
9. Máriaremete.	>2.0		1.97	3.73	—	
$CO_2=15.24\%$	2.0—0.2	10.05	60.85	6.39	2.54	54.47
$Cl = 0.02$ «	0.2—0.1					
$SO_3=$ — «	0.1—0.05	14.50	15.42	13.86		
	0.05—0.02	36.30	36.61	34.61		
	0.02—0.01	16.30	16.02	18.10		
	0.01—0.005	8.91	31.28	8.76	8.30	33.82
	0.005—0.002	6.07		5.27	7.42	
	0.002—0.001	3.89		5.07	3.80	
	0.001—0.0005	3.98	7.87	4.48	7.59	11.39
	<0.0005					
		100.00	99.99	99.95		
10. Dunavecse.	>2.0					—
$CO_2=18.51\%$	2.0—0.2	5.83	61.14	16.43	9.73	56.52
$Cl = 0.09$ «	0.2—0.1					
$SO_3=0.03$ «	0.1—0.05	18.01		3.13	6.88	
	0.05—0.02	37.30		41.03	39.91	
	0.02—0.01	18.44		17.14	16.32	
	0.01—0.005	15.18	37.56	7.56	8.16	31.17
	0.005—0.002	3.94		6.25	6.69	
	0.002—0.001	0.51		3.63	9.24	
	0.001—0.0005	0.77	1.28	2.32	3.05	12.29
	<0.0005					
		99.98	100.01	99.98		

III c. táblázat.

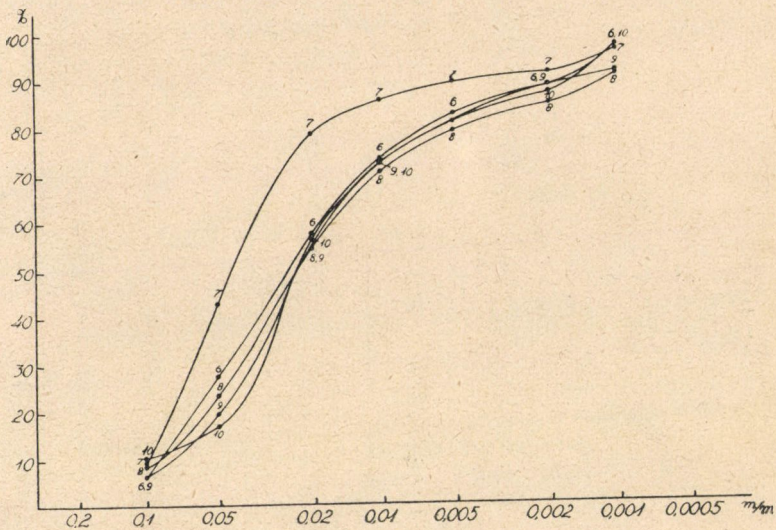
	Szemcse- átmérő mm-ben	Pipetta-módszerrel, Köhn-féle készülékben			Atter- berg- féle készü- lékben
		1. desztillált vízben	2. 0·1 normál ammóni- um- hidroxid- ban	3. 0·005 normál nátriumoxalát- ban	
11. Ördögórom.	>2·0				
$CO_2=15·54\%$	2·0—0·2	9·40	6·80	4·28	0·88
$Cl = 0·04\%$	0·2—0·1	59·87		56·15	
$SO_3= 0·04\%$	0·1—0·05	16·47	23·84	18·31	52·24
	0·05—0·02	34·00	28·71	33·06	
	0·02—0·01	15·89	17·65	16·02	
	0·01—0·005	12·01	34·97	9·23 9·78	39·77
	0·005—0·002	7·07	4·87	13·97	28·39
	0·002—0·001	3·78	4·77	3·54	
	0·001—0·0005	1·36	5·14	4·16	4·10
	<0·0005			0·56	18·49
		99·98	100·03	100·02	100·00
12. Ördögórom.	>2·0				
$CO_2=13·51\%$	2·0—0·2	12·38	5·12	8·01	0·15
$Cl = 0·08\%$	0·2—0·1	55·86		52·49	0·29
$SO_3= 0·17\%$	0·1—0·05	10·39	10·24	12·78	46·98
	0·05—0·02	33·09	33·75	31·70	
	0·02—0·01	20·13	20·79	16·62	
	0·01—0·005	10·48	38·42	11·49 10·99	33·74
	0·005—0·002	7·81	7·00	6·13	30·47
	0·002—0·001	3·40	4·81	7·58	
	0·001—0·0005	1·75	5·15	7·73	13·71
	<0·0005			6·13	21·28
		99·43	100·93	99·94	99·17
13. Rupphegy.	>2·0				
$CO_2= 5·70\%$	2·0—0·2	8·59	6·53	0·76	
$Cl = -\%$	0·2—0·1	51·24		46·06	
$SO_3= 0·03\%$	0·1—0·05	4·49	6·92	10·99	
	0·05—0·02	38·16	36·43	34·31	
	0·02—0·01	19·78	18·99	18·64	
	0·01—0·005	1·30	38·66	11·59 8·12	31·35
	0·005—0·002	17·58	6·82	6·59	
	0·002—0·001	4·09	5·26	15·48	
	0·001—0·0005	5·99	10·08	7·50	20·55
	<0·0005			5·07	
		99·98	100·04	99·96	

III c. táblázat. (Folytatás.)

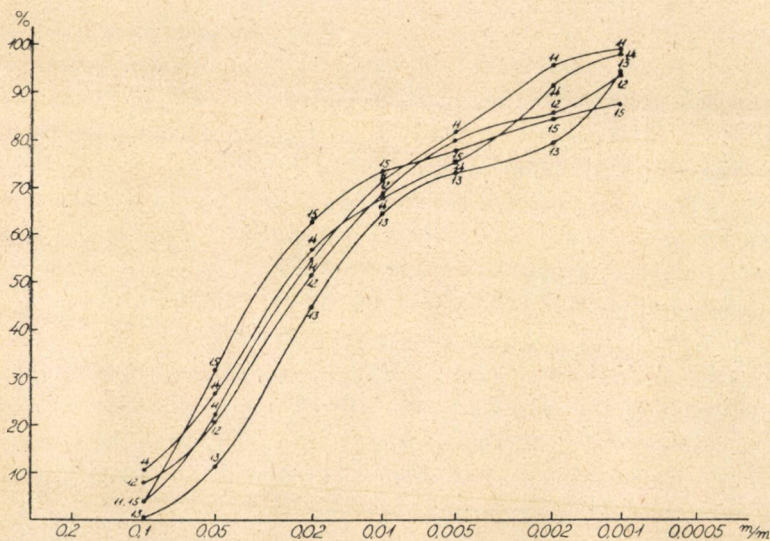
	Szemese- átmérő mm-ben	Pipetta-módszerrel, Köhn-féle készüléken			Atter- berg- féle készül- ékben
		1. desztillált vízben	2. 0·1 normál ammóni- um- hidroxid- ban	3. 0·005 normál nátriumoxalát- ban	
14. Ferenchegy.	>2·0				
$CO_2 = 13·52 \%$	2·0—0·2	5·66	59·46	0·61	10·68
$Cl = 0·07 \%$	0·2—0·1			9·38	
$SO_3 = 0·03 \%$	0·1—0·05	21·09		20·17	16·29
	0·05—0·02	32·71		28·97	30·51
	0·02—0·01	11·03		15·82	10·59
	0·01—0·005	15·52	36·12	8·60	6·88
	0·005—0·002	9·57		6·92	16·88
	0·002—0·001	3·03		3·36	6·79
	0·001—0·0005		3·91		8·60
	<0·0005	0·88		6·13		1·81
		99·49		99·96	100·04
15. Pécel	>2·0				
$CO_2 = 6·39 \%$	2·0—0·2	5·76	62·88	4·83	4·16
$Cl = 0·04 \%$	0·2—0·1			31·68	28·28	63·44
$SO_3 = 0·06 \%$	0·1—0·05	23·32		29·94	30·90
	0·05—0·02	33·80		8·50	10·27
	0·02—0·01	12·65		6·95	4·45
	0·01—0·005	7·46	27·28	6·09	6·78
	0·005—0·002	7·17		3·77	2·90
	0·002—0·001	6·80		8·11	12·20
	0·001—0·0005		10·29		15·10
	<0·0005	3·49		8·11		12·20
		100·45		99·87	100·03
					98·63
14 lőszer közép- értéke. (A 7. számú kihagyásával.)	>2·0				
	2·0—0·2	9·71	57·07	6·22	53·10
	0·2—0·1			14·77	
	0·1—0·05	13·56		32·11	
	0·05—0·02	33·80		14·55	
	0·02—0·01	17·31		9·21	34·39
	0·01—0·005	13·98	38·37	10·63	
	0·005—0·002	7·08		7·98	
	0·002—0·001	2·72			12·68
	0·001—0·0005		4·37		12·68
	<0·0005	1·65		4·70	
		99·81		100·17	



11. ábra. Az 1., 2., 3., 4. és 5. számú lősz szemcseeloszlási görbéje a pipetta-módszer alapján, 0.005 normál nátriumoxaláttal.



12. ábra. A 6., 7., 8., 9. és 10. számú lősz szemcseeloszlási görbéje. Meghatározás módja ugyanaz, mint az előbbi ábrában.



13. ábra. A 11., 12., 13., 14. és 15. számú lőszer szemcseeloszlási görbéje. Meghatározás módja ugyanaz, mint a két előbbi ábrára vonatkozólag.

A lőszer mechanikai analízisekor — mint az iszapolási eljárások esetében általánosságban — azt tapasztaljuk, hogy a durvább részek meghatározása nem okoz különösebb nehézségeket; a durvább részeknek a különböző módszerekkel nyert értékei meglehetősen jól egyeznek egymással.

A kolloid részletek (0.002 mm-nél kisebb átmérőjű nyers agyag) meghatározásakor bizonyos nehézségeket találunk: a különböző eljárások eredményei néha meglehetősen eltérők. Az ATTERBERG módszere szerinti iszapolások a nyers agyagra vonatkozólag mindig nagyobb értékekhez vezetnek. Ha a nyers agyagra vonatkozó, különböző úton nyert értékeket összehasonlítjuk és csökkenő sorrendben összeállítjuk, akkor a következő sorrend tűnik ki: 1. az ATTERBERG-féle módszer a legnagyobb értékekkel; 2. a pipetta-módszer 0.005 normál nátriumoxalát oldattal; 3. ugyanez az eljárás 0.1 normál ammoniumhidroxiddal; 4. ugyanez az eljárás desztillált vízzel a legkisebb értékeket adta. A pipettaeljárás az ATTERBERG-féle értékeket 0.005 normál nátriumoxalátoldatban közelítette meg a legjobban. Ha feltesszük, hogy a nyers agyagnak az ATTER-

BERG-eljárással megállapított értéke száz százalék, azaz az egész kolloid rész, akkor az utóbb említett oxalátmódszerrel nyert értékek a nyers agyagra vonatkozólag 61 %—72 %-ot tesznek ki (7. sz. = 72·71 %, 12. sz. = 64·43 %, 15. sz. = 62·42 %, az összehasonlításul vett budai márga = 61·34 %).

Néhány más magyar löszben (melyekről későbbi közleményben lesz majd szó) — ugyanezzel a feltétellel — a következő értékeket találtuk: Szabadka (mocsárlösz = infúziós lösz) = 65·60 %; Szabadka = 65·26 %, Tokaj = 68·05 %, Nadap = 58·18 %—64·87 %-ig.

Más kőzeteknél — mint az eddigi vizsgálatokból kitűnik — a pipettamódszerrel megállapított értékek sokkal közelebb állanak az ATTERBERG-féle eredményekhez, mint a megvizsgált löszök-nél. Pl. a kiscelli agyag iszapolásának eredményei 90—100 % megegyezést mutattak.

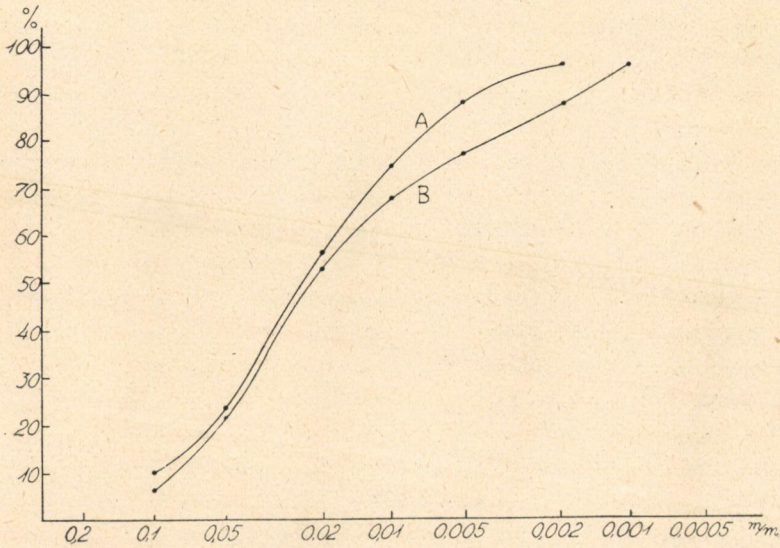
A löszökben talált viszonyok nem magyarázhatók egyszerűen a nagy $CaCO_3$ -tartalom következtében keletkezett Ca^{++} -ionok koaguláló hatásával. A $CaCO_3$ -tartalom ugyanis némely kiscelli agyagban sem marad a löszök kalciumkarbonát-mennyisége mögött és ennek ellenére a kiscelli agyagokban a kolloidrészecskék értékére vonatkozólag jobban megegyező eredményt találunk. Nagyon valószínű, hogy a löszökben a kolloidfrakciók eredményét a $CaCO_3$ eloszlása befolyásolja. Az ATTERBERG-féle készülékben a szemecskék igen hosszú időn át desztillált vízben állnak, a mészkéreg részben leoldódik, részben a szuszpenzió többszörös keverése alkalmával szét darabolódik és a kis részecskék a kolloid mennyiségét megnövelik. A mészkéreg gyakran idegen részecskéket is (limonit) tartalmaznak, melyek a $CaCO_3$ feloldása után visszamaradnak és a kolloidrészecskék mennyiségét megnövelhetik.

Vannak azonban kivételek is: a 11. sz. mintában a kolloid-részek mennyisége a nátriumoxalát-módszer szerint csupán 22·12 százaléka, a 3. számúban 45·18 százaléka az ATTERBERG szerinti értéknek. Az eltérés még nagyobb az 5. számú mintánál, melynél az oxalátmódszer értéke az ATTERBERG-féle számnál nagyobb (114·51 %).

Ezeknek az eltéréseknek az okait ezideig még nem állapítottuk meg; az ide vonatkozó vizsgálatok még folytatódnak. Itt meg-

jegyezzük, hogy a 3. számú minta ATTERBERG-féle mechanikai elemzése feltűnő sokáig tartott, mintegy kétszer annyi ideig, mint a többi löszöknél. Az 5. számú mintában esetleg a csekély humusz-tartalom gyakorolt befolyást.

A 2. és 14. számú löszben több nyers agyagot találtunk 0·1 normál ammoniumhidroxidban, mint 0·005 normál nátriumoxalát-



14. ábra. A 14 jellegzetes lösz szemcseeloszlásának középértékét feltűntető görbék. A = desztillált vízben; B = 0·005 normál nátriumoxalátban.

oldatban. Ebben a két esetben a nátriumoxalát az oldatokban koagulációt okozott (v. ö. a 0·02 és 0·002 mm közötti frakciók magas értékét ezekben a löszökben). Ezt a kérdést még tovább vizsgáljuk. A desztillált vízben és az 0·005 normál nátriumoxalát-oldatban végzett iszapolások eredményeinek középértékeit (a 7. számú próba kivételével) a 14. ábra két görbéje tünteti fel.

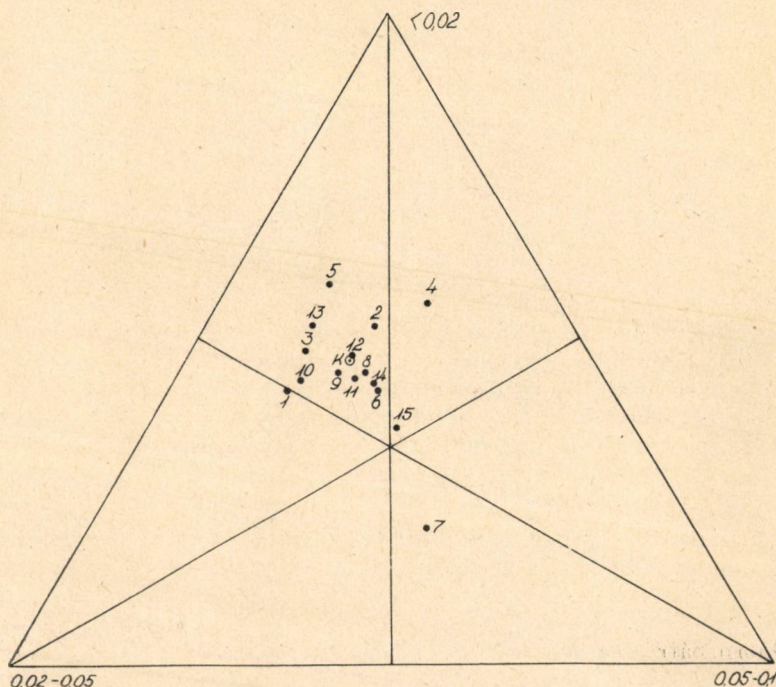
Ha összehasonlítjuk egymással az iszapolási eredményeket, akkor megfigyelhetjük, hogy a megvizsgált löszök nagy mértékben megegyező szemcseeloszlásúak (v. ö. a 11., 12., 13. és 14. ábrával). Ezt a szemcseeloszlást a 0·02 és 0·05 mm közötti átmérőjű

szemek uralkodó mennyisége jellemzi, ami 17·68 és 42·57 % között ingadozik. E mellett azonban az 0·1—0·05 és a 0·02—0·01 mm közt levő szemnagyságú rész is számottevő, középértékben 13·56, illetőleg 14·77 % és 14·55, illetőleg 17·31 %. Ez a szemcseeloszlás primér. A dorogi löszben (7. sz.) a 0·05 és 0·10 mm közötti szemcse nagyságú részlet is — a többi löszhöz viszonyítva — aránylag nagy értéket tesz ki, 31·14—36·00 %-ot. Ez a lösz a valódi lösz és a futóhomok közötti határterületen fordul elő, átmenet a lösz és a futóhomok között. Valódi durva löszök nincsenek a megvizsgált próbák közt. A tanulmányozott minták a HORUSITZKY-féle «homokos lösztípus»-nak felelnek meg.

KÖLBL vizsgálatai kis részecskéknek levegőben és vízben való ülepedési sebességére vonatkozólag némi fényt vetnek a löszök egyenletes szemcseeloszlására. KÖLBL kísérleteiből kitűnik, hogy 0·05 mm-nél kisebb átmérőjű kis részecskék ülepedési sebessége levegőben oly csekély, hogy ezek a részecskék gyakorlatilag egyformán viselkednek; a szemcsék átmérőjének növekedésével együtt gyorsan nő az ülepedési sebesség és a 0·1 mm átmérőjű szemecskék esetében mintegy 170 cm/sec-et ér el. Ez a körülmény magyarázza meg, hogy a löszökben a 0·05 mm-nél nagyobb szemecskék aránylag nagyon csekély számban fordulnak elő; ezek a durva szemecskék alig tudnak a levegőben lebegni, tulajdonképpen többnyire a talajon seprődnek tovább. Vízben a 0·02 mm-nél kisebb átmérőjű szemecskék ülepedési sebessége nagyon kicsi, ezek a szemecskék egyöntetűen viselkednek. Valamivel nagyobb szemcsék esetében, 0·16 mm átmérőig, az ülepedési sebesség lassan, később gyorsan nő. A 0·02—0·16 mm átmérőjű csoport az ülepedés alkalmával lényegében egyformán viselkedik. Ez a csoport az ártéri finomabb lerakódásnak felel meg, mely az árterület azon részének az üledéke, ahol a víz csak nagyon lassan folyik, majdnem stagnál. A 0·16 mm-nél nagyobb szemnagyságú csoport a folyómeder homokjából áll. A löszök szemecskéi méretének optimális alsó határa 0·01 mm; ebből következik, hogy ezt a szél *olyan üledékekből fújta ki, amelyek lassan folyó vizekből ülepedtek le.*

A <0·02, 0·02—0·05 és 0·05—0·1 mm átmérőjű szemek mennyiségének alapján szerkesztett háromszög-diagramm (15. ábra) a megvizsgált löszök projekciópontjait tünteti fel. Valamennyi pont

közel egymáshoz egy zárt mezőben helyezkedik el. Csupán a dorogi lösz (7. sz.) kivétel; ennek a projekciópontja mélyebben van és valamivel jobbra, a futóhomok mezeje felé tolódik el. Mint már fentebb említettük, ez a lösz átmenet a futóhomokba. A többi lösz pontjai olyan területen helyezkednek el, mely részben fedi a KÖLBL



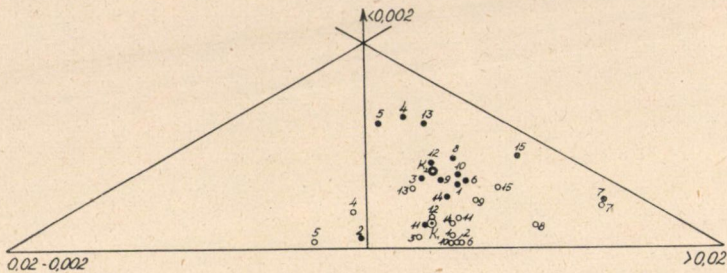
15. ábra. A megvizsgált löszök projekciópontja háromszögdiagrammban. K = középérték. Az értékek a 0.005 normál nátriumoxalátoldatban történt meghatározások eredményei.

által a széltől szállított, tehát valódi eolikus szedimentek számára megállapított mezőt.

Ha a mechanikai elemzések eredményeit a KÖLBL új munkájában közölt számokkal összehasonlítjuk, akkor bizonyos megegyezést állapíthatunk meg. A megvizsgált löszök 0.005 n. nátriumoxalátoldatban nyert középértéke — a 7. számú átmeneti típus kivételével — a 0.05 és 0.02 mm közötti szemnagyságra vonatkozólag

32.11 %, a 0.02 mm-nél kisebbekre vonatkozólag 47.07 %. Desztillált vízben a megfelelő értékek 33.80 %, ill. 42.47 %-ot tesznek ki. A középértékek mindkét esetben valamivel nagyobbak KÖLBI számainál.

A 0.02 mm-nél nagyobb (homok), a 0.02—0.002 mm közötti (iszap) és a 0.002 mm-nél kisebb (nyers agyag) szemcsenagyságokra



16. ábra. A pipetta-módszerrel megvizsgált 15 lösz < 0.002 , $0.002 - 0.02$ és > 0.02 mm szemnagyságra vonatkozó értékeinek s a középértékeknek projekciópontjai háromszögdiagrammban. A körök desztillált vízben, a pontok 0.005 normál nátriumoxalátban meghatározott értékek. $K_1 =$ a desztillált vízzel, $K_2 = 0.005$ normál nátriumoxaláttal nyert eredmények középértéke.

vonatkozó középértékek a pipettamódszerrel történt meghatározások szerint:

szemnagyság	> 0.02	$0.02 - 0.002$	< 0.002 mm
desztillált vízben:	57.07 %	38.37 %	4.37 %
0.005 n. nátriumoxalát-oldatban	53.10 %	34.39 %	12.68 %

A megfelelő pontokat a dorogi átmeneti típusal és az egyes löszök iszapolásának eredményeivel együtt (7. sz.) háromszögdiagrammban a 16. ábra tünteti fel. A dorogi átmeneti típus (7. számú minta) jellemző, kissé durvább összetétele itt is jól szembe-tűnik.

Ásványtani vizsgálat.

A löszminták előkészítését a mikroszkópi vizsgálatokhoz a következő módon végeztük:

80 gr-nyi mennyiséget (3. sz. mintából 120, a 11. számúból

40 gr-nyit) megfelelő hengerpohárban két frakcióra, 0·02 mm-nél nagyobb és 0·02 mm-nél kisebb részletre választottunk szét. A szétválasztás vízben végzett ülepítéssel történt, 10 cm esési magasságból. A szemecskék teljes szétoszlata jól sikerült úgy, hogy a vízzel felöntött mintát üvegbottal felkavartuk. Az első 5—6 iszapolást desztillált vízzel végeztük és a folyadékot porcelláncésésében vízfürdőn bepárolgtattuk. Az iszapoló hengerben visszamaradt anyagot azután vízvezeteki vízzel tovább iszapoltuk, míg a 0·02 mm-nél kisebb átmérőjű szemek mind külön váltak. Végül — a vízvezeteki víz sótartalmának kivonása céljából — azt a frakciót, mely a 0·02 mm-nél nagyobb átmérőjű szemeket tartalmazta, néhányszor (2—3-szor) desztillált vízzel iszapoltuk. Ezt a frakciót azután 105° C-nál szárítottuk és mértük. Az esési idő 10 cm esési magasságból ennél az iszapolásnál 7'30''-et (ATTERBERG) tett ki.

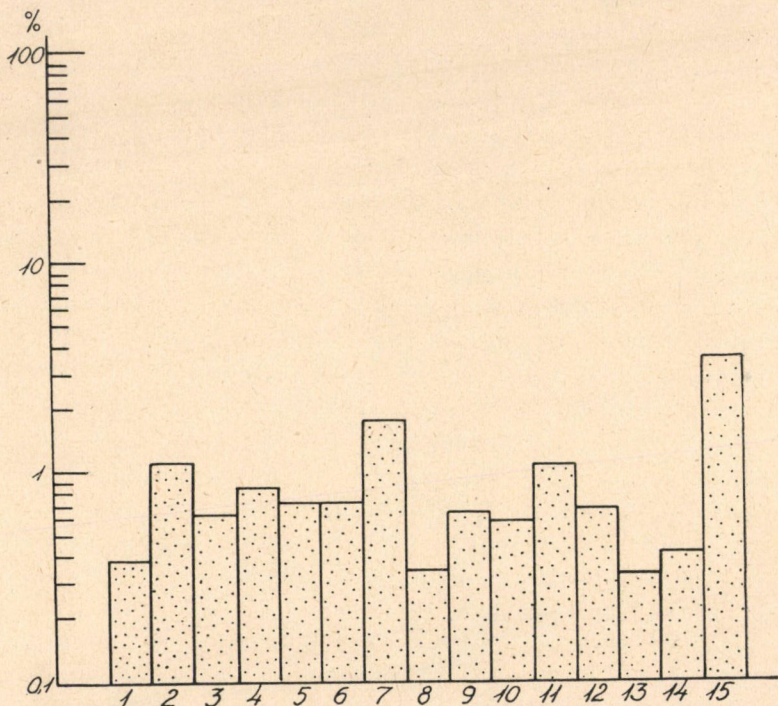
A tulajdonképpeni iszapolások alkalmával — amint fentebb láttuk — a különböző nagyságú frakciók meghatározásához 10 cm esési magasságnál nem 7'30'' esési időt választottunk, hanem a KÖHN-féle iszapolókészülékhez mellékelt táblázat szerinti esési időt (4'27''). Ennek a különbségnek következtében a két különböző úton nyert érték nem egyezhetik meg teljesen. A mikroszkópi vizsgálatok számára történő elválasztáskor lényegileg csupán csak az volt a cél, hogy a mikroszkópi vizsgálatok céljából kedvező méretű, mintegy 0·02 mm-nél nagyobb szemmagyságot, amennyire lehet, izolálva koncentráljuk.

Ezután a durvább frakciót (0·02 mm-nél nagyobb átmérőjű szemeket) bromoformmal (sűrűsége 2·9) két részre különítettük. A nehéz ásványok csoportját alkohollal való kimosás és 105° C-on való szárítás után mértük. A másik részletet alkohollal kimostuk és 105°-on szárítottuk.

Az elválasztást választótölcsér segítségével végeztük, miközben a folyadék felső részében levő szemecskéket üvegpálca segítségével többször felkevertük. Mosófolyadékul 96 %-os alkoholt használtunk. Az elválasztás könnyű és lehetőleg pontos kivitele céljából a következő eljárást követtük:

Az eredeti anyag elválasztását mindig kétszer végeztük. Ennél a két elválasztásnál az anyagot elválasztás előtt 105° C-on kiszárítottuk és tüstént, meleg állapotban az elválasztó folyadékba tet-

tük. Ezáltal a szemeknek és különösen a bromoformnak a sűrűsége valamivel kisebb lett, ami azt eredményezte, hogy a 2·9-et megközelítő sűrűségű szemek a valóságban a fenékre süllyedtek és nem oszlottak szét lebegve az egész folyadékban. Mind a két — 2·9-nél nagyobb és 2·9-nél kisebb sűrűségű — frakciót — az esetleg hozzá-



17. ábra. A 2·9-nél nagyobb sűrűségű szemcsék mennyisége a 0·02 mm-nél nagyobb szemek súlyszázalékában.

keveredett könnyebb vagy nehezebb szemecskéktől való elkülönítés céljából — még egyszer kezeltük bromoformmal.

Alkohollal való alapos kimosás után a nehezebb frakciót mértük.

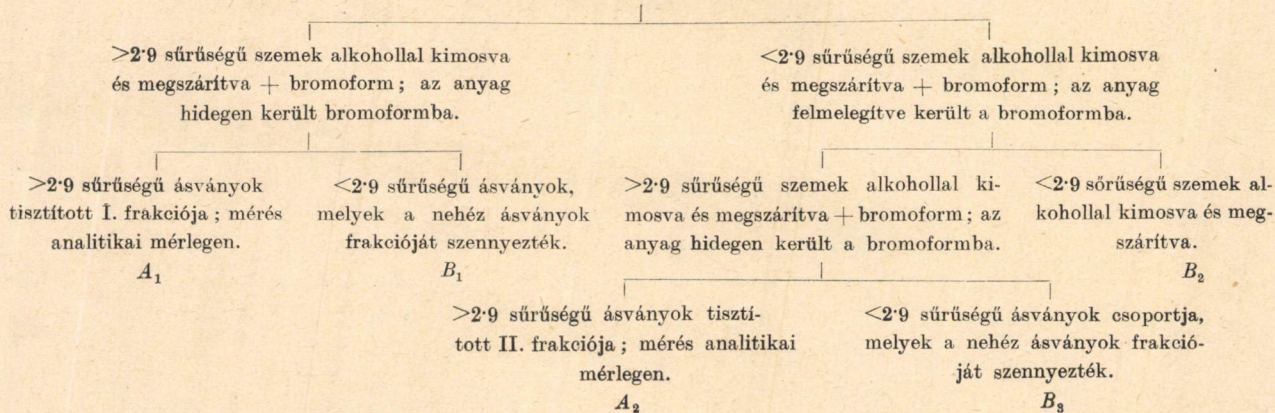
Az elválasztás menete a következő vázlaton látható (35. lap):

A IV. táblázat mutatja az elválasztások eredményét. A 17. ábra a 2·9-nél nagyobb sűrűségű szemcsék mennyiségét a 0·02 mm-nél nagyobb szemek súlyszázalékában tünteti fel. (A IV. tábla utolsó rovata.) A súlyszázalékot logaritmikus skála ábrázolja.

A szétválasztás menete.

>0.2 mm szemek + bromoform.

Az anyag felmelegítve került a bromoformba.



A_1 -et A_2 -vel, B_1 -et B_2 -vel és B_3 -vel egyesítettük.

IV. táblázat.

A lőszt száma	A feldolgozott anyag mennyisége g-ban	A 0·02 mm-nél nagyobb átmérőjű szemek		A 2·0-nél nagyobb sűrűségű szemek		A 2·0-nél nagyobb sűrűségű szemcsék mennyisége a 0·02-mm- nél nagyobb átmérőjű szemcsék súly-%-ában
		mennyisége g-ban	súly-%-ban	mennyisége g-ban	feldolgozott anyag súly-%-ában	
1.	80	57·00	70·98	0·2148	0·27	0·38
2.	80	53·11	65·65	0·5952	0·74	1·11
3.	120	81·00	67·08	0·4987	0·42	0·62
4.	80	44·00	54·54	0·3682	0·46	0·84
5.	80	44·30	54·98	0·3150	0·39	0·71
6.	80	58·40	72·49	0·4106	0·51	0·70
7.	80	69·00	84·75	1·2021	1·50	1·74
8.	80	53·70	66·90	0·1766	0·22	0·33
9.	80	52·90	65·71	0·3357	0·42	0·63
10.	80	53·30	66·25	0·3061	0·38	0·57
11.	40	27·13	67·82	0·2910	0·73	1·07
12.	80	52·80	65·57	0·3478	0·43	0·66
13.	80	47·60	59·31	0·1517	0·19	0·32
14.	80	56·74	70·93	0·2265	0·28	0·40
15.	80	53·41	66·76	1·8230	2·28	3·41

Feltűnő, hogy a 2., 7. és 15. számú lösz 0·02 mm-nél nagyobb szemcséi sokkal több nagy sűrűségű ásványszemcsét tartalmaznak, mint a többi ugyanazon nagyságú szeméi. Mind a három lösz *durvább törmelékes kőzet* fölött vagy mellett fordul elő. A 2. számú lösz közvetlenül miocén homokos-kavicsos rétegek fölött, a 7. számú közvetlenül futóhomok mellett, a 15. számú pannóniai agyagos homok fölött telepszik.

Minden frakciót megvizsgáltunk mikroszkóppal. A 0·02 mm-nél kisebb átmérőjű szemek csoportjában természetesen sok szem oly kicsi, hogy a mikroszkóp számára nem hozzáférhető.

A mintákat a mikroszkópi vizsgálatok alkalmával részben vízbe, részben glicerinbe vagy szegfűolajba ágyztuk. Több esetben szükségesnek mutatkozott egyes szemecskék törési exponensének jelentős karakterisztikum gyanánt való pontos vagy közelítő meghatározása, amit különböző törésmutatójú folyadékokba való beágyazás révén értünk el. E célra a SCHROEDER VAN DER KOLK által ajánlott folyadékok egyik-másikát használtuk.

Ezekkel a vizsgálatokkal elsősorban a nagyobb mennyiségben jelenlevő és jellegzetes ásványokat ismertük meg. Ritkaságokat külön nem kerestünk.

A meghatározott ásványok leírását csak röviden, összefoglalóan közöljük. Az egyes ásványok sorrendjét úgy állapítottuk meg, hogy a legnagyobb mennyiségben előfordulót tárgyaljuk először, azután következik a többi, — amennyire csak meg lehet ítélni — csökkenő mennyiség szerint.

Kvarc.

Ez az ásvány van jelen túlnyomó mennyiségben. A kvarc-szemek alakja többnyire szögletes és szilánkos. Csupán egyes nagyobb szemeken lehet észrevenni valamelyes — ha nem is teljes — legömbölyödést. Gyakran szabálytalan lefutású repedéseket állapíthatunk meg a szemeken. A szemeket többnyire jól észrevehető, többé vagy kevésbé jól kifejlődött kalciumkarbonát- és vasoxidhidrát-kéreg veszi körül. E bevonatok révén a repedések még jobban szembetűnnek. Híg sósavval történő rövid kezelés alkalmával a kéreg leoldódik. A repedésekbe ülepedett anyagot

csak a sósav hosszabban tartó behatása révén — esetleg melegítés mellett — lehet eltávolítani.

A legtöbb kvarc szem színtelen, víztiszta. Ezenkívül azonban vannak sárgás, rózsaszínű vagy szürke szemecskék is. A szürke szemek néha annyi opak, fekete pigment szemecskét tartalmaznak zárványként, hogy majdnem átlátszatlanok (pl. 4. sz.). Némely szem fekete, rendkívül kicsi, nagyjában izodiametrikus, szabályosan lefutó körvonalú zárványokat tartalmaz. A színtelen szemecskékben némelykor folyadékzárványokat találunk, melyek sorokban és rajokban helyezkednek el. A folyadékzárványokban ritkán mozgó libellát észlelünk. A ritkábban előforduló rózsaszínű és vörös szemek közül egyesek dilut színezésűek, mások hematitpikkelyeket tartalmaznak. Egyes szemecskék részben egyes foltokban, vagy egészen vörös vasoxiddal vannak tele. Ritkán parányi kloritpikkelyeket figyelhetünk meg zárványként. Olykor rutilkristálykák szerepelnek, mint zárványok, ezek prizmás habitusúak, terminálisan bipiramis-lapokkal.

A kvarc szemecskék kioltása általában egységesen normális; vannak azonban szemek, melyek többé vagy kevésbé hullámosan oltanak ki. Ez az unduláló kioltás valószínűleg préselt kőzetekből (kristályos palákból) való eredetre utal.

A budafoki löszben mintegy 8 súlyszázaléknyi 2 mm-nél nagyobb átmérőjű szem van. Ezeknek a szemeknek túlnyomó része kvarc. A legtöbb kvarc szem színtelen, ezek mellett azonban sárgás (vastag példányokban) szemeket is találunk. A szemeket némelykor vasoxidhidrát vonja be. A kvarc szemeknek majdnem mindegyike erősen legömbölyödött. Ezek a karvszemek az itt jelenlevő és részben fekvő gyanánt szereplő miocén homokos kavicsból származnak. A 8. számú löszben kevés kvarc szem 1—2 mm átmérőt is elér; ezek a szemek erősen legömbölyödöttek s felületük fénytelen. Ezek valószínűleg az itt a közelben előforduló hárshegyi homokkőből vagy felső-oligocén homokból származnak.

Kalcit.

Mint a kémiai elemzésekből (775. oldal) kitűnik, valamennyi megvizsgált lösz sok kalciumkarbonátot tartalmaz. Ez az ásvány

a következő három, genetikailag különböző csoportban lép föl: 1. elsődleges, 2. másodlagos és 3. molluszkákból és foraminiferákból származó kalcit.

1. Az elsődleges kalcit minden megvizsgált próbában előfordul. A nagyobb szemek gyakran jól határolt romboéderek alakjában jelennek meg, melyek a jó hasadás következtében nagyobb darabokból származnak. Egyes nagyobb szemeken megfigyelhetjük, hogy túlnyomóan a hasadási romboéder szerint nyomhatók szét. A kisebb szemeken olykor gyenge legömbölyödés látszik. A legtöbb szem víztiszta átlátszó; vannak azonban egyesek, amelyek kissé sárgásszínűek. Egyik-másik — a mikrokémiai reakciók alapján — csekély magnéziumot, esetleg csekély vasat is tartalmaz. A magnézium-tartalmú szemek között dolomit is lehet jelen. Némelyik kalcitszemen a $-\frac{1}{2}R$ szerinti ikerlemezősség látszik.

A szemek egy része márgás mészkőből és márgából származó tömött mészkő alakjában található. A karbonátok jelenléte a budai hegység kőzeteiből (mészkő, dolomit, márga) könnyen megmagyarázható. Ahol a fekvő, vagy a közeli környék mészkőből, márgából etc. áll, ott a lösz sok kalcitból, mészkőből vagy márgából álló szemcsét tartalmaz. Így az 1. sz. lösz a fekvő szarmata mészkő szeméit tartalmazza, melyek elvéve 1—4 cm átmérőt is elérnek. A 4. számú minta meglehetősen sok apró márgaszemet, továbbá 2—5 mm nagy, többnyire legömbölyödött, márgából származó kavicsszemet tartalmaz. Ezek a márgadarabkák a budai és briozoás márgából származnak, melyek a hegy lejtőjén valamivel magasabban megtalálhatók. Az 5. számú mintában pleisztocénkori édesvízi mészkő szeméit találjuk, mely a lejtőn a feltárás fölött fordul elő. A 9. számú próbában dachsteini mészkőből származó kis, fehér töredékeket is megfigyelhetünk, melyek közül egyesek 3—4 mm nagyok. Ezek a fekvő kőzetből kerültek ide.

Ezekből a megfigyelésekből nyilván következik, hogy a kalcit ezeknek a löszöknek éppen úgy egyenrangú eredeti elegyrésze, miként a többi megállapított ásvány. Ezek a kalcitok primér módon már az eredeti szedimentben benne voltak, nem utólagosan képződtek.

2. A másodlagos kalcit kétféle alakban jelenik meg: *a*) mint bekérgezés és *b*) mint nagyobb porusok és csövecskék töltőanyaga.

a) A bekéregzés igen vékony hártját alkot egyes elegyrészek felületén és ezeket egymással összeragasztja. A különböző szem-nagyságok vizsgálata alkalmával megállapíthatjuk, hogy a kalcit elsősorban a finomabb frakciók szemecskéit kérgezi be. Durvább szemek felületén ritkábban figyelhetünk meg bekéregzést. A kéreg jelenlétének megállapítása a finom frakciók ásványrészeeskéin a legegyszerűbben híg sósavas kezeléssel történhetik: ha az iszapolási maradékra a tárgylemezen sósavat csöppentünk, a mikroszkóp alatt a kalcithártya feloldódását láthatjuk. Mint a mikrokémiai reakciókból kitűnik, a kéreg gyakran kevés vasat is tartalmaz.

b) Ez a kalcit kis, hófehér, üreges — ritkábban kitöltött — «mészcsövecskék» alakjában jelenik meg, melyek rendszerint már makroszkópos megfigyeléskor feltűnnek. Egyes löszökben igen kis mennyiségben vannak jelen (11., 13. sz.). Ezek Kindle szerint rhizokonkréciók (Pia szerint mészgyökerek). Ezek a kalcitkiválások a felületi vegetáció hatására a növénygyökerek körül képződtek. Erre mutat ezeknek többnyire csőszerű alakta; alakjuk olykor gyökerek elmosódott alakjának felel meg. Helyenkint olyan darabokat is találhatunk, melyek belsejükben az elhalt gyökeret tartalmazták. Ezek a felületi vegetáció gyökerei. Gyakran azonban a lösz mélyebben levő részeiben is megtalálhatók ezek a képződmények, melyekben helyenkint elhalt, nagyon erősen kiszáradt, barna növényrészek fordulnak elő. Ezek arra mutatnak, hogy eredetük ugyancsak növénymaradványokra vezethető vissza és pedig igen valószínűleg azokra a növényekre, melyek a lösz leülepedésének periodusában azon a helyen nőttek. A fűvegetáció fontos szerepére már a löszképződés első kutatói is rámutattak. Ezek a csövecskék gyakran semmiféle gyökérszerű elágazást nem mutatnak. Ezek talán nem a gyökereknek, hanem a löszképződés alatt élő fűvegetáció lehulló por által fokozatosan befedett szárainak felelnek meg.

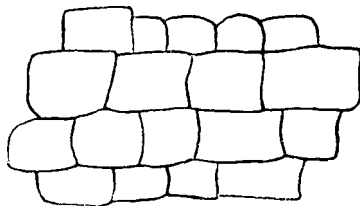
Ezek a «mészcsövecskék» mindig hófehérek és a binokuláris mikroszkóp alatt szemölesszerű, gyakran szederhez hasonló felület gömbökből összeállított képét mutatják. Ezeknek a mészcsövecskéknek az átmérője legfeljebb néhány mm.

Mikroszkóp alatt megfigyelhetjük, hogy ez a fehér tömeg tulajdonképpen szintelen, eredetileg gömbszerű részekből áll, melyek

legtöbbször többé vagy kevésbé jól kifejlődött hatoldalú testté alakultak át kölcsönös érintkezés folytán, amennyiben a növekedésben egymást gátolták. Ezeknek a formáknak a határa mégsem síklapú, hanem a lapok többnyire — mint egy gömb része — legömbölyödtek. A csúcsok és élek sem fejlődtek ki élesen, hanem mindig gyengén legömbölyödtek.

A «mészcsövecséké» hosszanti tengelyével párhuzamos metszeteken látszik, hogy a kalcitegyének keresztmetszete általában derékszögű paralelogrammaszerű, vagy rombuszhoz hasonló körvonalu. A négyszögek oldalai azonban nem egyenesek, hanem kifelé többé vagy kevésbé konvex vagy konkáv vonalak; a csúcsok is legömbölyödtek. Ezeknek az egyéneknek átmérője többnyire 0·05 és 0·11 mm között ingadozik; az utóbbi érték a paralelogrammák hosszirányára vonatkozik. Vannak sokkal kisebb egyének is, 0·03 és 0·002 mm között; a még ennél kisebb szemek frakciója is tartalmaz ilyen kalcitokat. A kisebb szemecskék gömbalakja jobban kifejlődött, mint a nagyoké. Ezek a kalcitegyének magukban, egyenként, mindenféle csoportosulás nélkül is előfordulnak, különösen a finomabb frakciókban.

A kalcitegyének parallel sorokban helyezkednek el, szorosan egymáshoz csatlakoznak és egymáshoz ragadnak. A szorosan egymáshoz csatlakozó szemecskék az érintkezési lapokon többé vagy kevésbé belapulnak, illetőleg ki-domborodnak és az eredeti göm-



18. ábra. A másodlagos kalcitegyének elhelyezkedése. Vonalas nagyítás: 30.

bölyű alak deformálódik (18. ábra). Bizonyos tekintetben — nagyjában legömbölyödött körvonalakkal — a gyapjúszásákokhoz mutatnak hasonlatosságot. Mérsékelt nyomás alkalmazásával a «mészcsövecsékét» a tárgylemezen szétmorzsolhatjuk; ekkor részben egyes egyénekből összetett sorokká, részben kalcitegyénekké esnek szét. (VI. tábla 4. és 5. ábra.)

A gömbalakú, vagy gömbalakjukat többé-kévesbé elvesztett kalcitszemeken mikroszkóp alatt a WEBSKY—BERTRAND-féle kereszt látszik. (VI. tábla 6. ábra.) Nagyobb szemeken a kereszt vékony

lemezekké történő szétnyomás után többnyire jól észrevehető. Legtöbbször az egész WEBSKY—BERTRAND-féle kereszt megfigyelhető; olykor ennek csak egy része. Vastagabb (0.1 mm vastag) metszeteken gyakran nem figyelhető meg a sötét kereszt; ebben az esetben magasabb rendű fehér szint látunk. A sötét keresztet izokromatikus gyűrűk kísérik. Ezeknek a megfigyeléseknek az alapján ezeket a kalcitegyéneket szferokristályoknak kell tekintenünk. Olykor — ha a vastagság kicsi — normális kioltást állapíthatunk meg. Sugaras-rostos struktúra általában nem lép fel. Csak ritkán találjuk egész gyenge nyomát ilyenfajta kifejlődésnek. Néha ezek a kalcitegyének kis kvarcsemecskét zárnak körül.

Ezeknek a kalcitegyéneknek a képződése nagy valószínűség szerint kolloidkémiai folyamattal indult meg. A löszök csövecskéibe és porusaiba bizonyos mennyiségű kalcium(hidro)karbonát, mégpedig folyékony kolloid diszperz rendszer alakjában, mint hidroszol jutott be. A liogélnek a hidrosolból történő képződése alkalmával a kocsonyáskodáskor a kalciumkarbonát gélszerűen vált ki. A gélnek a felületi feszültsége az egyes, kis ooid-alakú képződmények eredeti gömbszerű alakjára befolyást gyakorolt, s az eredeti gömbölyű alak gyengén, vagy erősebben gyapjuszák-alakúvá deformálódott. Amint BERNAUER felfogásából következik, polimorf módifikációk lehetősége a kolloidok képződésére való hajlandóságot kedvezően befolyásolja; ezt a nézetet F. E. KLINGER is élesen hangsúlyozta. Ehhezképest a kalciumkarbonátra nézve kolloidállapot képződését várhatjuk.

ZEPHAROVICH a zepzei dolomit-pizolitokról közölt adatokat (1880); ezek a megállapítások bizonyos tekintetben morfológiai szempontból ezekre a kalcitokra is érvényesek.

Hangsúlyozom, hogy ezek a kalcitok a dorogi löszben (7. szám) is — mely átmenet a futóhomokhoz — előfordulnak.

Ezen a kalciton kívül egy másik, ha nem is annyira elterjedt másodlagos kalcit is előfordul és pedig nagyon vékony, tűformájú kristálykákban. Ez a tűszerűen kifejlődött alak egyes löszökben meglehetősen gyakran (8., 9., 10. sz.), más mintákban nagyon alárendelten található. Ezek a kristályok is mindig a kőzet porusaiban jelennek meg.

Poláros fényben ezek a tűk magasabbrendű fehér szint és

40—47° kioltási szöget mutatnak. A tűk vastagsága alig haladja meg a 0.025 mm-t, többnyire még vékonyabb. Hosszúságuk legfeljebb néhány 0.1 mm. Hideg, hígított sósavban CO_2 -fejlődés közben igen könnyen feloldhatók. Fénytörésük a közönséges kalcítával megegyezik. A tűk nagyon hosszúra megnyúlt romboédereknek felelnek meg. Mint ismeretes, tűalakú, igen vékony, ferdén kioltó kalcitkristályokat már több szerző leírt.

3. A harmadik csoportba kis molluszkatöredékek, továbbá foraminifera-héjak — melyek a löszben egész példányokban is előfordulnak — tartoznak.

Muszkovit.

Ez az ásvány gyakori és elterjedt elegyrész; minden megvizsgált mintában meglehetősen nagy mennyiségben fordul elő. Különösen a finomabb frakciókban szerepel aránylag nagyobb mennyiségben. A muszkovit állandóan kis, finom pikkelyek és lemezek alakjában jelentkezik; ezek teljesen üdék és erős fényükről igen könnyen felismerhetők. A tengelyszög $2E$ értéke egy kissé ingadozik, mégpedig többnyire 65 és 74° között. Néhány nagyobbfajta lemezkén csillagalakú, pamatszerű repedések mutatkoznak. Ezek minden valószínűség szerint nyomási idomok. A sugarak találkozási helyén a muszkovitlapocskák olykor át vannak törve. Néha a lemezke egyes részei, melyeket nyomási idomok sugarai határolnak, letöredeztek, teljesen hiányzanak, amint ezt a tényt H. WIESENEDER az alsóausztriai Marchfeld homokjában talált néhány muszkovitlapocskán megfigyelte. Éppen így ritkán lehet karcolásokat találni, melyek szintén mechanikai behatásokra vezethetők vissza.

Mint zárványok, egyes lemezekékből szintelen zirkontűk, némelykor legömbölyödött zirkonkristályok, nagyon kis magnetit-szemecskék és ezekből összetett, rózsafűzérszerű zsinorok, továbbá tűalakú rutilkristályok figyelhetők meg.

Biotit.

A megvizsgált mintákban sokkal kisebb mennyiségben van jelen, mint a muszkovit. Színe, egytengelyűsége, illetőleg kis ten-

gelyszöge és kettőtörésének negatív jellege az ismertető jele. Erős pleochroizmusa és erős kettőtörése a mikroszkóppal való megfigyeléskor többnyire nem jut érvényre, mivel a lemezkék a tárgylemezen bázislapjukon fekszenek. A lapocskák határa legtöbb esetben szabálytalanul alakult ki; egyes lemezkék azonban mégis hatoldalúak.

Ezek az igen sötétszínű biotitokon kívül helyenkint kifakult, sárga (baueritosodott) egyének is előfordulnak. Egyesek ezek között csaknem egészen színtelenek. Némely biotit zöldes árnyalatú. A sötétbarna és vörösésbarna válfaj uralkodó mennyiségben van jelen. Előbbiekben — a lapok szétnyomása után — a következő pleochroós színek figyelhetők meg: a' = világossárga, γ = barna; az utóbbiakon: a' = igen halványsárga, γ = sötét vörösésbarna. A zöldes árnyalatú lapocskákon a következő színek látszanak: a' = halványsárga, zöldes árnyalattal, γ = barnászöld.

Néha a bázislap szerint fellevelezést vehetünk észre. Az ilyen módon keletkezett repedésekben és üregekben olykor kis kvarc- vagy kalciumszemek helyezkednek el. Nyomási idomok nem figyelhetők meg, ezzel szemben azonban karcolásokat állapíthatunk meg. Fekete opakzárványok (magnetit) gyakran megfigyelhetők. Ritkábban találunk zárványként rutiltűket, vagy még ritkábban zirkont. Ugyancsak mint ritka zárvány fordul elő az epidot. Elszigetelten kis limonitszemecskék is megfigyelhetők a biotitban, ezek másodlagosan képződtek.

Klorit.

A klorit zöld, sárgászöld vagy szürkészöld, igen csekély kettőtörésű lemezkék alakjában fordul elő. A lapocskák határa olykor csaknem körszerű. Pleochroizmusa a következő: a' = nagyon világos zöld, sárga árnyalattal, γ = zöld. Egyes pikkelykék erősen kihalványodtak. Mint zárványok fekete, opak ércszemecskék (javarészt magnetit), limonitszemecskék és ritkábban rutil figyelhetők meg, utóbbi sagenitalakban is.

Plagioklász.

A plagioklászok a könnyű frakciókban találhatóak. Mivel ezeket a kvarcokkal együtt izoláltuk, mennyiségük a túlnyomó szám-

ban jelenlevő kvarc mellett első tekintetre kicsinek látszik. Ha azonban ennek a frakciónak több részletét vizsgáljuk mikroszkóppal, akkor megfigyelhetjük, hogy ez az ásvány is aránylag fontos szerepet játszik és pedig minden megvizsgált löszben.

A plagioklász-szemeknek határozott alakját nem lehet megállapítani; de mégis inkább táblások, mint izodiametrikusak. Többnyire eléggé szögletesen határolt szemecskékben jelennek meg. A szemecskék részben tiszták, színtelenek, átlátszóak, részben kissé zavarosak, sárgás foltokkal, kezdődő mállás jeleivel. A legtöbb szemecskén határozott ikerrelváltosság figyelhető meg. Egyes szemecskéken az albittörvény szerinti ikerlemezesség mellett periklin-ikrek is megállapíthatók. A törésmutatók és kioltási irányok alapján a plagioklászok a savanyú oligoklász-andezin-sorba tartoznak, néha eléri a labrádor bázikusságát. Mint zárványok, némely plagioklászban opak, fekete ércszemecskék és ritkábban barnás üveg fordulnak elő.

Mikroclin.

Ez az ásvány az elválasztásnál ugyancsak a kvarc társaságában koncentrálódott. Ennek ellenére meglehetősen gyakran találjuk a kvarczszemek között. A mikroclin többnyire lemezalakú, szabálytalanul határolt szemecskékben fordul elő. Gyenge fénytöréséről és rácsszerű ikerlemezességéről ismerhető fel. A szemecskék többnyire átlátszóak és üdék; egyesek mégis zavarosak. Ritkán fekete, olykor elágazó zárványok, vagy rozsdás foltok ismerhetők fel bennük; egyes szemecskék sötétbarna, átlátszó zárványokat tartalmaznak.

Ortoklász.

Az ortoklász a megvizsgált löszökben aránylag ritkábban fordul elő. Szemecskéi részben szabálytalan szilánkok, részben P szerinti hasadási lapocskák. A nagyobb egyéneken néha kristálylapok nyomai ismerhetők fel. A hasadás többnyire jól észrevehető. A P szerinti hasadási lapocskákon egyenes kioltás (az M szerinti hasadási irányokhoz mérve) figyelhető meg. Ez az ásvány alacsony fény- és kéttöréséről, optikai kéttengelyűségéről és negatív

karakteréről ismerhető fel. Az ortoklász-szemek meglehetősen tiszták, gyakran azonban sárgás foltok is megfigyelhetők bennük.

Gránát.

A nehéz frakciók egyik legnagyobb része gránát. (VI. tábla 2. és 3. ábra.) A legtöbb szem éles szilánk, egyesek azonban erősen legömbölyödöttek. A szemek legalább két változathoz tartoznak: 1. világos rózsaszínű, nagyon vékony szilánkokban csaknem egészen színtelen szemek; 2. rózsaszínű szemecskék, erősen barna árnyalattal. Az előbbieket minden valószínűség szerint almandinhoz tartoznak. Az utóbbiak nagyon hasonlítanak a Budapeستől északnyugatra levő vidék andezitjainak gránátjaihoz. Az előbbieket, úgy látszik, túlsúlyban vannak. Mindkét változat szemcséi teljesen izotrópok. Ritkán kristálylapok, vagy kristályforma nyomai is megfigyelhetők; a rózsaszínű gránátokon ritkán legömbölyödött rombdodekaeder nyomait ismerhetjük fel; a második változat szemecskéin néha erősen lekopott deltoidikozitetraeder lapjai figyelhetők meg. Mint zárványok opak, fekete ércszemecskék (magnetit), továbbá némely világos rózsaszínű gránátszemben muszkovit-szemecske, ritkábban rutil és kivételképpen staurolit fordulnak elő.

Magnetit (és titánvas).

A megvizsgált löszök nehéz frakcióiban nagyon gyakran, de a gránát mennyiségével szemben mégis többnyire valamivel alárendeltebben, fekete, átlátszatlan ércszemecskék fordulnak elő. (VI. tábla, 3. ábra.) Általában különösen jellegzetes körvonaluk nincs, csak egyszerűen kopottak, gyakran azonban szilánkosak, élesen elvékonyodó éllel. Megfigyelhetünk azonban többé vagy kevésbé izodiametrikus szemeket is, melyeken oktaederlapok, vagy ritkábban rombdodekaederlapok nyomait ismerhetjük fel.

Helyenkint az oktaederlapokon az éllel párhuzamos rovát-kosság ismerhető fel. A sávok az oktaederlapokon lépcsőszerűen jelennek meg és így a lapoknak a közepe a legmagasabb; mintha az oktaederlapokon vékony lemezekből álló egyenlőoldalú háromszögek helyezkednének egymásra, oly módon, hogy a magasabban

fekvő háromszögoldalai rövidebbek, mint az alatta fekvőé. Ez a lépcsőzetes kifejlődés megfelel az oktaeder és rombdodekaeder ismételt fellépő oszcilláló kombinációjának. Hasonló kristályokat említett Nordmarkenből G. FLINK; ezek a kristályok rombdodekaeder habitusúak, mivel ezek a legmagasabban fekvő lapok elérték a rombdodekaeder trigonális csúcsait. A löszökben talált magnetitokon azonban a lépcsőalakú emelkedés nem éri el a rombdodekaeder trigonális csúcsait, minek következtében ezek a kristályok oktaederes habitusúak.

A szemek felülete a legtöbb esetben üde és meglehetősen fénylő, bár egyenetlenségek majdnem mindig előfordulnak rajtuk. Találunk közöttük rozsdás, limonitos bevonatú szemecskéket is. Ha ezeket szétzúzzuk, látjuk, hogy a belsejükben még változatlan magnetit foglal helyet. Egyesek azonban csaknem teljesen limonit-szerű tömegből állanak. A magnetitszemecskék közönséges mágnessel kiválaszthatók a nehéz részek közül.

Nagyon ritkán az opak, fekete ércszemecskék között többnyire lemezszerű kiképződésű, hatszögletes körvonalú egyéneket, vagy szabálytalan körvonalú szemecskéket találunk, melyek fényükben valamivel eltérnek a magnetitszemecskéktől. Ezeket a szemecskéket sósav alig támadja meg. Mindez azzal magyarázható, hogy az ércszemecskék között nagyon gyéren *titanvas* is előfordul. Amennyiben a magnetittől néha nem lehet pontosan megkülönböztetni, ezt az ásványt a mágnesvas függeléke gyanánt említettük meg.

Amfibol.

Ez az ásvány a nehéz frakciók egyik legfontosabb része és pedig minden megvizsgált löszben. (VI. tábla, 3. ábra.) A szemecskék rendszeren a fő tengelyük irányában hosszúkás, zömök palcikához hasonló alakúak úgy, hogy egy főzóna állandóan nagyon erősen kidomborodik. Az amfibolt majdnem mindig éles, szögletesen határolt darabokban találjuk. Ez a határozott élőség a prizmaszerinti kitűnő hasadás következménye. A szemek jelentékeny legömbölyödését nem lehet megfigyelni. Az egyének felülete többnyire élénk, üde fényű, különösen, ha a kisebb szemeken mutatkozó vékony kalcitbevonatot sósavval eltávolítjuk. A legtöbb amfibolt két vál-

tozatesoportba oszthatjuk be: 1. A *zöld amfibolok* túlnyomó mennyiségben vannak jelen a következő pleochroizmussal: α' = világoszöldtől világos zöldessárgáig; γ' = sötétzöld, gyenge kékes árnyalattal; a hasadási lapokon a kioltás értéke $\gamma' : c = 14^\circ - 18^\circ$. 2. *Barna amfibolok* kisebb mennyiségben fordulnak elő; pleochroizmusuk állandóan meglehetősen erős: α' = világos barnássárgától barnássárgáig, γ = sötét zöldesbarna; a hasadási lapokon a kioltás értéke $\gamma' : c = 12^\circ - 16^\circ$. Egyes szemecskék pleochroizmusuk a következő: α' = világos sárgásbarna, γ = sötét vörösbarna, a kioltás értéke a hasadási lapokon $\gamma' : c = 9^\circ - 12^\circ$. 3. Nem ritkán szintelen vagy csupán nagyon halványzöld, az *aktinolit*-sorba tartozó amfibolok is előfordulnak, vékony szemecskékben, pleochroizmus nélkül; valamivel vastagabb egyéneken a következő színek figyelhetők meg: α' = szintelen, olykor igen gyenge zöldes árnyalattal, γ = halványzöld; a kioltás értéke $\gamma' : c = 13^\circ - 17^\circ$. 4. Csaknem minden löszben találunk egy-két amfibolt a következő tulajdonságokkal: erős pleochroizmus: α' = világos rózsaszínű, erős ibolyaárnyalattal, γ = égkék; a kioltás a hasadási lapokon: $\gamma' : c = 2^\circ - 3^\circ$. Ezek az adatok *glaukofánra* utalnak. 5. Ugyancsak nagyon ritkán (a 6., 9., 10. számú löszben) találtunk egy-egy amfibolszemet a következő pleochroizmussal: $\perp c$ = igen sötétkék, csaknem fekete, $\parallel c$ = világoskék, gyenge zöldes árnyalattal. A kioltás a főtengelyhez mérve csak néhány ($2-3^\circ$).

A barna amfibolok nagyon erősen emlékeztetnek a Budapesttől északnyugatra levő terület (Szentendre—Visegrádi-hegység, Börzsöny-hegység stb.) némely kiömlésbeli kőzetében megjelenő amfibolokra. A zöld változatok úgy mélységbeli, mint kiömlésbeli kőzetekben megtalálhatók; a zöldszínűek kristályos palákban is általánosan elterjedtek. Az aktinolitok és glaukofánok kristályos palákból származnak.

Egyes amfibolokon gyenge, kezdődő kloritosodás figyelhető meg. Némely szemecske meglehetősen nagyfokú átalakuláson ment át. Ezek a szemek barnássárgák, erősen limonitosodottak és gyakran a főtengely irányában némileg rostos kifejlődésűek. Pleochroizmusuk meglehetősen gyenge: α' = világossárga, γ = világosbarna; a szálas szemecskéken mért kioltás $\gamma' : c = 7^\circ - 12^\circ$. A kioltás néha nem egységes, hanem foltos. Ezek kétségtelenül erősen mállottak.

Mint zárványok egyes amfibolokban opak ércszemecskék (magnetit) állapíthatók meg.

Limonit.

Ez az ásvány valamennyi megvizsgált löszben aránylag gyakran fordul elő. Mennyisége nagyon ingadozik: egyes mintákban nagyon alárendelten lép fel, vannak azonban löszök, amelyekben viszonylagosan nagy mennyiségben van jelen (2. sz.). A 2. számú lösz homokos, kavicsos, egyes konglomerát- és homokkőpadokat tartalmazó miocén rétegekre települ; különösen a nagyobb homokszemecskéket és a kavicszemeket sárgásbarna limonitkéreg vonja be. Ennek a lösznek viszonylagosan nagy limonittartalma ezekből a limonit-bekéregzésekből származik.

A limonitszemecskék különböző, szabálytalan alakúak. Néha a látszólag csupán limonitból álló szemecskék kisebb kvarc- és kalciumszemecskéket is tartalmaznak, melyeket limonit ragaszt össze és kéreg be. Ezek az összetett szemek 1—2 mm átmérőt is elérhetnek. Limonit mint különböző ásványoknak — főleg kvarc- és kalciumszemecskének — a bekéregzése is előfordul.

Néha (6. sz.) a nehéz részletben korongalakú, lapocskákhoz hasonló, sárgásbarna szemek fordulnak elő. Ezek finom kvarc- és kalciumszemecskékből állanak, melyeket limonit ragaszt össze.

Hipersztén.

Ez a piroxén minden megvizsgált löszben előfordul, de mindig mérsékelt és változó mennyiségben. Egyes löszök valamivel többet tartalmaznak belőle (2., 4., 9., 12. sz.), mások keveset. A szemek többnyire prizmás habitusúak, mégis gyakran erősen legömbölyödtek, de a γ -val párhuzamos fűzőna mindig jól észrevehető. Pleochroizmusuk erős α' = világos teasárga, egészen gyenge vörös árnyalattal, vagy világos barnásárga, γ = világos fűzőld vagy világos olivzöld. A szemecskék néha opak érczárványokat (magnetit) tartalmaznak, ritkábban üveg- és kvarczárványokhoz hasonló interpozíciókat.

Ritkán egyes hiperszténszemek barnásvörös limonittá alakul-

tak át, csupán itt-ott, a szemeknek mintegy a közepén maradt meg az eredeti, változatlan hiperszténanyag egyes foltokban. Az ilyen szemeken még megfigyelhetjük a pleochroizmust a limonit-részecskék között visszamaradt hipersztén-részleteken. A kettős-törés azonban gyengébbnek látszik, mint az eredeti hiperszténen. Ezeknek a részeknek a felépítése bizonyos fokig rostos; a rostok hossziránya a hipersztén főtengelyével párhuzamos. A rostos tömeg azonban még nem típusos serpentinanyag. A vasvegyületek kiválása a hasadási lapok és egyéb repedések mentén kezdődött.

Augit.

Monoklin piroxén a megvizsgált löszökben az amfibollal szemben igen alárendelten és kis számban fordul elő. Találunk közöttük majdnem teljesen színtelen, vagy világoszöldes színű diopszid-augitokat; ezeknek nincs észrevehető pleochroizmusa; csupán a vastagabb szemecskék pleochroosak valamennyire: α' = világos zöldessárga, γ = sárgászöld. A kioltás értéke — a hosszirányhoz mérve —: $\gamma' : c = 28^\circ - 34^\circ$. Egyes szemecskék valamivel sötétebb színűek a következő pleochroizmussal: α' = világoszöld, γ = sötétzöld.

Az augitszemecskék gyakran nem olyan élesek, mint az amfibolok. Többnyire kissé legömbölyödöttek. Néha a szemek opak ércet tartalmaznak zárványként.

Disztén.

A disztén valamennyi megvizsgált löszben előfordul, de kis mennyiségben. Szemecskéi gyakran hosszúkásak a főtengely irányában, ritkábban majdnem izodiametrikusak; túlnyomó részben négyszögletesen határoltak. Néha a határvonalak szabálytalanok, a főtengely irányában némileg rostosan vagy csipkésen megszakítva. A szemek többnyire táblás habitusúak az (100) szerint és mindkét hasadásuk a (010) és (001) szerint jól megfigyelhető. Az utóbb említett hasadás következtében előállt repedések gyakran csoportokban jelennek meg és többé vagy kevésbé rostosak. (VI. tábla, 3. ábra.) A szemek színtelenek; α csaknem merőleges az (100)-ra. A kioltás értéke az (100) lapon $28.5^\circ - 32^\circ$ az (100) : (010)

élhez mérve. A tengelyszög nagy. Ritkán egyes vastagabb szemecskén gyenge pleochroizmust figyelhetünk meg: az (100) lapon γ -val párhuzamosan igen világos égkek, γ -ra merőlegesen színtelen (15. sz.). Mint zárványok fekete, opak szemecskék fordulnak elő; vannak köztük hosszúkásak és ezek hossz tengelye párhuzamos a kristály fő tengelyével. Egyes disztének sűrűn tele vannak ezekkel a fekete zárványokkal. A 13. számú löszben egy olyan disztén szemecske is előfordul, melynek (100)-lapjára igen apró sztaurolitkristályka nőtt rá.

Apatit.

Ez az ásvány minden megvizsgált mintában megtalálható, de mindig csak kis mennyiségben. Színtelen szemecskéi gyakran erősen legömbölyödöttek, vagy ellipszoid-alakúak. Némely szemén azonban prizmalapok és hatoldalú véglapok is megfigyelhetők. Utóbbi esetben a kristálykák prizmazónája többnyire jól kifejlődött, a terminális lapok azonban gyakran erősen koptatottak, vagy esetleg teljesen hiányoznak és a prizmavégeket — a harántrepedések következtében — egyenetlen lapok határolják. A harántelválás majdnem minden szemecskén többé vagy kevésbé jól észrevehető. Kicsi törmelékszemecskék szabálytalanul határolt szilánkokcskák is előfordulnak. Egyes szemecskékben fekete, opak ércszemecskék (magnetit) figyelhetők meg. Egy esetben színtelen, nagyon erős fény- és kettőtörésű, túalakú kristálykák is előfordultak zárványként; ezek zirkonkristályok lehetnek.

Sztaurolit.

Nem annyira gyakran, mint a disztén és apatit, de azért minden megvizsgált löszben a nehezebb frakciókban sztaurolit fordul elő. Szemecskéi többnyire üdék, egyenetlen vagy kagylós törési felülettel; egyesek azonban lecsiszoltak, legömbölyödöttek. Némely egyén a fő tengely irányában kissé megnyúlt. A kioltás a finom hasadási irányokhoz mérve egyenes. A pleochroizmus meglehetősen erős: α' = nagyon halványsárga, γ = barnássárgától sötét narancssárgáig. Mint zárványok meglehetősen gyakran fekete, opak ércszemecskék (magnetit) és igen ritkán rutil állapíthatók meg.

Zirkon.

A zirkon valamennyi mintában előfordul. Szemecskéi gyakran jól kifejlett kristályok és csak kevéssé koptak le. (VI. tábla, 1. ábra.) A prizma- és piramislapok gyakran jól kifejlődtek, sokkal ritkábban a véglapok is. Néha nagyon lapdús kristályok is megfigyelhetők. A kristályok többnyire rövid, zömök, prizmás habitusúak, ritkábban a főtengely irányában meglehetősen megnyúltak és így túalakúak. Néha azonban többé vagy kevésbé teljesen legömbölyödött szemecskék is találhatóak. A legömbölyödés a tovaszállítás alatti megmunkálás következtében is előállhatott. Mivel azonban egyéb ásványszemecskéken — a lágú apatit kivételével — többnyire nem találunk ilyen jelentékeny legömbölyödést, ez a kerek alak inkább primérnek fogható fel. Ilyen erősen legömbölyödött zirkonok néha kristályos palákban fordulnak elő. Éles szilánkokban is található a zirkon.

A zirkonok több válfajhoz tartoznak. 1. Minden mintában túlnyomó mennyiségben vannak jelen a *színtelen* szemek; ezek — ha nem legömbölyödöttek, vagy szilánkosak — hosszú, vékony, közel túalakú vagy rövid prizmás kristálykák. 2. Valamivel kisebb mennyiségben fordulnak elő *rózsaszínű* zirkonok; ha ezek nem lekopottak, akkor általában rövid prizmás habitusúak. A rózsaszínű szemecskéken — ha meglehetősen vastagok — egészen gyenge pleochroizmus figyelhető meg: ω = világos rózsaszín, ε = világos barnás rózsaszín. 3. Ritkán *világos sárgásbarna zirkonokat* találhatunk, jelentékeny pleochroizmus nélkül. 4. A 3. sz. mintában egy szemecskén a következő gyenge pleochroizmust lehetett megállapítani: ω = színtelen, ε = világos fakósárga. 5. A 6. sz. löszben egy kristálykán a következő színeloszlás volt megfigyelhető: A kristály egyik fele — a főtengely irányában — színtelen volt, a másik fele világos barnásszürke, fokozatos átmenettel a színtelenbe.

A zirkonok nagyon gyakran tartalmazzák az ismert zárványokat; néha fekete opak ércszemecskéket is. Ritkán héjjas felépítést is felismerhetünk. Egy alkalommal (11. sz.) az egyik zirkonszemecskében két parányi, sárga rutilkristályka volt megfigyelhető zárványként; mindkét rutil főtengelye párhuzamosan haladt a zirkonkristály főtengelyével.

Rutil.

Minden megvizsgált mintában jelen van, de mindig kis mennyiségben. (VI. tábla, 2. ábra.) Szemecskéi gyakran meglehetősen erősen lekopottak és ellipszoid-alakúak. Vannak köztük határozott prizmás habitusúak is, mindkét végükön bipiramis-lapokkal. Néha szélességükhöz viszonyítva hosszúak. Ezek az utóbbi szemecskék végeiken többnyire erősen lekopottak és erősen legömbölyödöttek. Ezek a hosszú egyének ritkán némileg hajlottak (5. sz.). Sok szemecske mint határozott élű szilánk jelenik meg, melyen az eredeti kristálylapoknak csupán nyomait lehet megállapítani. Ritkábban (101) szerinti térdalakú ikrek, vagy nagyon ritkán (301) szerinti szívalakú ikrek is felismerhetők.

A rutiloknak három változatát különböztethetjük meg: 1. *Sárga változat* a következő pleochroizmussal: ω = világos gyantásárga, ε = sötétgyantásárga. Úgy látszik, hogy ez a fajta a megvizsgált mintákban túlnyomó mennyiségben fordul elő. 2. *Barnás változat*: ω = halványárga, ε = sötét barnásárga. 3. Nagyon ritkán sötét változatot találunk: ω = sárgásbarna, ε = sötétbarna.

A 6. sz. mintában egy szemecskét találtunk, melyen a következő felépítés látszott: a szemecske magja fekete érc, minden valószínűség szerint ilmenit és rutil, mégpedig mindkét ásvány körülbelül felét alkotja a magnak. Ezt a középső részt vékony titanit (leukokszén)-burok veszi körül. Hasonló kiképződést találunk, mint ismeretes, némely amfibolitban.

Egyes rutilszemecskékben ikerlemezek betelepődése figyelhető meg. A vékony lemezek (011) és (0 $\bar{1}$ 1) szerint metsződnek a látszólag egyszerű kristályban és a prizmazóna lapjain az ikerlemezek nyalábjai ferde sávok alakjában látszanak. Az ikerlemezeség csoportosan fejlődött ki.

Mint zárványok a rutilban néha fekete opak ércszemecskék (magnetit) voltak megfigyelhetők.

Glaukonit.

Ez az ásvány minden löszben előfordul, de csak kis mennyiségben. Szemecskéinek alakja gyakran majdnem teljesen gömbszerű, néha ellipszoidszerű, korongalakú, vagy közel pálcáalakú. Sok szem

szabálytalan öblös körvonalú. Az ásvány gyakran egészen üde, sötétzöld színű, sokszor azonban gyengén sárgás árnyalatú. Más szemek bár zöld színűek, külső részükön mégis — másodlagos oxidáció következtében — egészen sárgák, vagy legalább helyenkint sárga foltok figyelhetők meg rajtuk. Olykor a szemek szabálytalanul eloszlott limonitszemecskéket tartalmaznak. A szemek anizotrópok, de gyenge kettőtörésűek és nagyon finomszemű aggregátumpolarizáció foltos kioltással jellemzi őket. Pleochroizmusuk nincs.

Mint zárványok fekete opak ércszemecskék (valószínűleg magnetit) figyelhetők meg némely szemben.

Turmalin.

Valamennyi részben megtalálható elegyrész. Szemecskéi általában prizmás habitusúak, de a terminális részek rendszeren vagy letörtöttek, vagy erősen legömbölyödöttek. Helyenkint azonban a terminális lapok nyomait is meg lehet figyelni. Ritkán hemimorfia is megállapítható. Némely szemecske szabálytalanul letört, éles szilánk. Egyes egyének erősen legömbölyödöttek. A harántpedések többnyire jól megfigyelhetők.

Makroszkóposan a turmalinok túlnyomó része sötét, barnásfekete színű; vannak azonban világosszínű szemek is. A színek alapján többféle változatot különböztethetünk meg: 1. A legtöbb fekete turmalin pleochroizmusa a következő: ω = igen sötét kávébarna, ϵ = halvány barnássárga. 2. ω = nagyon sötét zöldesbarna, ϵ = világos barnássárga. 3. Egyes turmalinok pleochroizmusa a következő: ω = sötétzöldeskék, ϵ = rózsaszínű, gyenge sárgás árnyalattal. 4. ω = sötétbarna, ϵ = rózsaszínű. 5. Ritkán a következő színt figyelhetjük meg: ω = nagyon sötét ibolya (majdnem fekete), ϵ = világosszürkésbarna. 6. Egyes szemek világos színűek: ω = narancssárga, ϵ = színtelen, nagyon gyenge sárgás árnyalattal. 7. Némely kristályka főtengelyének irányában kémiailag két különböző részből áll; ez a különbség kiváltképpen a különböző pleochroós színekben jut kifejezésre. A következő változatok voltak megállapíthatók: ω = a kristály egyik fele a főtengely irányában sötétbarna, másik fele sötét zöldeskék, ϵ = mindkét félre vonatkozólag színtelen, nagyon gyenge sárgás árnyalattal. Továbbá: ω = sötét zöldes-

barna a főtengely irányában az egyik végén, barna a középső részen és valamivel világosabb zöldesbarna a főtengely irányában a másik végén; az egyes színek élesen elhatárolódnak, átmenet nélkül; ϵ = igen halvány rózsaszín, csaknem színtelen mind a három részleten. 8. Egy alkalommal (15. sz.) teljesen zónás felépítésű szemecskét is találtunk: ω = világos kávébarna a magban, sötét kávébarna a középső zónában is világos sárgásbarna a köpenyben: ϵ = világos rózsaszínű, gyengén sárgás árnyalattal mindhárom zónában.

Mint zárványok gyakran fekete opak ércszemecskék (nyilván magnetit) voltak megállapíthatók; egyes szemecskék csaknem teljesen tele vannak ércszemecskével. Egy szemecskében folyadék-zárványt is megfigyeltünk, mozgó libellával.

Epidot.

Az epidotszemek nagyon kis mennyiségben fordulnak elő. Hosszúkásak vagy kerekék, néha élesen szilánkosak és szabálytalanul határoltak. A zöld, sárgászöld, sárgás, elvétve nagyon halvány sárgás vagy színtelen szemecskék nagy fény- és kettőtörésűek. A pleochroizmus a valamivel erősebben színezett szemeken jól észrevehető s zöld, sárgászöld és nagyon halványsárga színű. Némely szemecskén hasadási irányok is felismerhetők, a kioltás — ezekhez mérve — egyenes. Olykor egyes szemecskéken foltos interferenciaszín állapítható meg. Néhány színtelen, gyengébb kettőtörésű szem klinozoit.

Mint zárványok ritkán fekete opak ércszemecskék (magnetit) figyelhetők meg.

Andaluzit.

Az andaluzit, úgy látszik, nagyon kis mennyiségben van jelen; több mintában azonban teljes bizonyossággal megállapítható (7., 8., 10., 11., 14., 15. sz.). Szabálytalanul határolt, de többnyire kissé hosszúkás szemecskékben fordul elő, jól észrevehető hasadással. A kioltás — a hasadási irányokhoz mérve — egyenes. A közepes törésmutató értéke 1.62 és 1.65 között van. Kettőtörése kicsi. Pleochroizmusa jól megfigyelhető: α = halvány rózsaszínű, γ' = színtelen. Mint zárványok fekete opak ércszemecskék fordulnak elő.

Az andaluzitszemek száma kicsi; jelenlétüket a megvizsgált minták mindegyikében általában nem állapítottuk meg. Ez a tény azonban nem jelenti azt, hogy ezekből a löszökből ez az ásvány teljesen hiányzik. Sokkal valószínűbb, hogy nagyobb mennyiségű anyag megvizsgálása alkalmával ezt az ásványt is minden löszben megtaláltuk volna. Az andaluzit a Duna homokjában is erősen alárendelt szerepet játszik, miként Vendl Aladár megállapította.

Zoizit.

Zoizitot nagyon ritkán találunk színtelen, szálas, élesen határolt, vagy legömbölyödött szemekben, erős fény- és gyenge pozitív kettőtöréssel. A kioltás a hosszirányhoz mérve egyenes.

Sillimanit.

Mint nagy ritkaság, egyes löszökben sillimanit határozható meg. Hosszú, vékonyan megnyúlt, színtelen vagy kissé szürkés, élénk polarizációs színű egyének alakjában jelenik meg. A valamivel nagyobb (0.1 mm) szemecskék rostos, nyalábos kifejlődésűek. A törésmutatók az α -monobromnaftalinéhoz közel állanak. A szemecskék hossziránya γ a kioltás ehhez mérve egyenes. Egyes szemecskék opak, fekete zárványokat tartalmaznak.

Titanit.

Ugyancsak nagyon alárendelt elegyrész a titanit. Többnyire sárgás vagy szürkéssárga, lekopott szemecskék alakjában található. Néha éles szilánkokokban jelenik meg. Némely szemecskén kristálylapok nyomai is felismerhetők. Ez az ásvány csaknem minden megvizsgált löszben megállapítható. A szemek meghatározásánál irányadó volt a magas fény- és kettőtörés, a pozitív optikai karakter, az erős diszperzió $\rho > v$ és a kis tengelyszög. Egyes szemecskén gyenge pleochroizmus állapítható meg: $a' =$ színtelentől világossárgáig, $\gamma' =$ világos barnássárgától sárgáig.

Opál.

Ezt az ásványt csak egyes mintákban (1., 2., 6., 12., 13. sz.) figyelhettük meg éspedig mint nagy ritkaságot a legkisebb sűrűségű részletekben. Szemecskéi sárgásszínűek és részben szögletesek, üde, kagylós töréssel, részben kissé lecsiszolódtak. A szemecskék szétnyomása alkalmával a letört darabkák helyenként víztisztán átlátszóak. Ezek az átlátszó részek kisebb fénytörésűek (kisebb, mint a benzolé) és részben izotróp magaviseletűek, részben foltos interferenciaszínűek. Ezek szerint ezek a szemek közönséges sárga opálok, vagy májopálok.

Kalcedon.

Némely mintában (1., 2., 5., 9., 12. sz.) a könnyű részletek ezt az ásványt, mint nagy ritkaságot tartalmazzák. A szemecskék éles szilánkok, laposan kagylós törésűek, legtöbbjük szürkés színű; a vékony szilánkok azonban víztisztán átlátszóak. Sugaras szferolitos szerkezetűek, sugaras rostos kioltással. Helyenkint nagyon kis, szabálytalanul határolt kvarcszemecskéket találunk a sugaras szferolitos részecskék között. A kalcedonszemek valószínűleg a budai hegység dolomitjainak és mészköveinek szaruköveiből származnak.

Korund.

Némely löszben (2., 8., 9., 13., 14. sz.) roppant alárendelten ez az ásvány is meg van. Ezekben a löszökben egy-egy szemecskét találtunk. Szabálytalan alakú, igen erős fénytörésű, szilánkokban jelenik meg, mindkét főtörésmutatója $n > 1.74$. A kettőtörés kicsi, körülbelül a kvarcéval megegyező. Optikailag egytengelyű és gyengén pleochroos, $\omega =$ halvány ibolyakék, $\varepsilon =$ színtelentől gyengén sárgás rózsaszínűig. E megfigyelések alapján korundnak kell tartanunk. Egyes szemecskékben fekete opak zárványokat figyelünk meg.

Olivin.

Két mintában (6., 13. sz.) egy-egy szemecskét találtunk. A színtelentől gyengén sárgásig változó színű szemecskék interferenciaszíne magas, fénytörésük erős, törésmutatójuk értéke a jódmetiléné

és α -monobromnaftaliné között van. A szemecskék optikailag két-tengelyűek, igen nagy tengelyszöggel. A 13. sz. löszben talált szemecske opak, fekete zárványt tartalmaz.

Barit.

Az 1. és 4. számú lösz nehéz részleteiben egy-egy szintelen szemecskét találtunk. Mindkét szem némileg táblás volt és két, egymásra merőleges irányban jól hasadt. Ha a szemecskéket viasz segítségével egyik vékony oldalukra állítottuk, akkor egy harmadik, a táblás lapokkal párhuzamos hasadást is meg lehetett figyelni. A törésmutatók értéke közel van az α -monobromnaftalin törésmutatójának értékéhez és pedig $\gamma = >$, $\alpha = <$ mint az α -monobromnaftalin törésmutatója. A kettőstörés valamivel erősebb, mint a kvarcé. A tengelyszög kicsi.

Mint ismeretes, a barit a budai hegység több helyén előfordul és pedig hidrotermális termék gyanánt. A löszben talált szemecskék nagy valószínűség szerint ezekből az előfordulásokból származhatnak.

*

A megállapított ásványok a Duna homokjában is meg vannak (v. ö. VENDL A. munkáit). Csupán a löszökben is igen ritkán megjelenő kalcedont és a rendkívül ritka baritot nem találtuk még eddig a Duna üledékeiben. Nem csupán az egyes ásványok tulajdonságai egyeznek meg nagyon jól, hanem ugyanazon ásvány különböző válfajai is többnyire pontosan megegyező jellemvonásúak. Rövidség kedvéért csak egyes tényekre utalunk: az amfibolok között ugyanolyan változatokat találunk, mint a Duna homokjában. A zöld módosulatok túlnyomó mennyiségben vannak jelen, azonkívül vannak barna változatok is, valamint szintelentől gyengén zöldesre színezettek is. A löszök és a Duna-homok hiperszténjének pleochroizmusa teljesen megegyező. Ezek a — pontosan egyforma tulajdonságú — hipersztének a magyar középhegység (Szentendre—Visegrádi-hegység, Börzsöny-hegység) andezit-vidékein gyakoriak és sok andezitnak jellemző elegyrészei. A gránátok, továbbá rutilok és zirkonok ugyancsak megegyezők.

Ennek a megegyezésnek az alapján csupán csak arra gondol-

hatunk, hogy az elsődleges löszelegrészek a Duna homokjából fúvódtak ki. A következő fejezetben a löszök és a Duna-homok néhány ásványának mennyiségi megegyezését is ki fogjuk mutatni.

*

A fent röviden ismertetett ásványok mennyiségi viszonyairól a következőket állapíthatjuk meg. Mindenekelőtt ki kell emelni, hogy az ásványok főtömege kvarc. A kvarcnak nehéz folyadékokkal történő közvetlen kvantitatív elválasztása nem volt keresztülvihető, mivel a szemecskéket — különösen a kicsinyeket — gyakran kalciumkarbonát-, olykor csekély vasoxid-kéreg burkolta. Ennek ellenére egyes mintáknál hozzávetőleg meghatároztuk a kvarctartalmat, miután (kb. 1 normál) sósavval kezeltük őket, még pedig részben nehéz folyadékkal (THOULLET-oldattal) történő elválasztás útján, részben pedig LERTZ-féle nagy integrációs asztal segítségével. Még pedig vizsgálatra kerültek úgy csekély, mint nagy kalciumkarbonáttartalmú löszök. A következő lekerékített középértékeket kaptuk:

	kvarc súly %		kvarc súly %
1. Kistétény	47	10. a. Dunavecse	35
2. Budafok	46	12. Ördögórom	41
4. Horthy Miklós-út	33	13. Rupphegy	50
8. Pesthidegkút	39	14. Ferenchegy	42
9. Máriaremete	38	15. Pécel	50

Ezeket a számokat azonban csak *tájékoztató értékeknek* vehetjük. Mert úgy az integrációs asztallal való méréseket, mint a kis részecskék elválasztását, nem lehetett abszolút pontossággal végezni.

A kvarc után mennyiség szempontjából a *kalcit* következik. Mint azt már fentebb hangsúlyoztuk, egyes szemecskék csekély vasat és magnéziumot is tartalmaznak. Ezeknek az ásványoknak a mennyiségét közvetlenül mérni vagy kvantitatíve elválasztani nem tudtuk más ásványokon kéregréként való szereplésük miatt. Mégis elég jól elfogadható értékekhez jutunk olyan alapon, hogy a kémiai elemzés útján nyert szénsav mennyiségét átszámítjuk kalciumkarbonátra. Az átszámítást a következő módon végeztük: Először

is az egész kalciumoxidot szénsavhoz kötöttük, majd a fennmaradó szénsavmennyiséget magnéziumoxiddal kötöttük le. Ezzel az átszámítási módszerrel egy kis hibát követtünk el. Nevezetesen: aránylag kis mennyiségű kalciumoxid szilikátokhoz kötve szerepel. Mivel azonban a mésztartalmú szilikátok a kvarchoz, kalcithoz és egyéb szilikátokhoz (csillám) viszonyítva igen csekély mennyiséget tesznek ki, ez a hiba — a karbonátok közelítő értékének megállapításakor — elhanyagolható volt. Továbbá a szénsav egy igen kis része a karbonátokban vashoz kötve is szerepelhetett. Ezeknek a kis hibáknak elhanyagolásával a következő számított értékeket nyerjük:

	súly % CaCO ₃	súly % MgCO ₃	összesen CaCO ₃ + MgCO ₃
1.	16·20	2·98	19·18
2.	15·25	2·18	17·43
3.	22·10	6·33	28·43
4.	37·86	3·10	40·96
6.	14·54	3·98	18·52
7.	23·26	6·52	29·78
8.	24·67	8·87	33·54
9.	27·35	6·15	33·50
10/a.	32·57	8·03	40·60
10/b.	32·95	8·43	41·38
12.	24·15	5·54	29·69
13.	9·10	3·25	12·35
14.	21·60	7·70	29·30
15.	13·22	1·11	14·33

Amint ebből az összeállításból kitűnik, a megvizsgált löszök igen sok karbonátot tartalmaznak, 12·35 (13. sz.) és 41·38 % (10/b. sz.) között. A kalcitban igen gazdag löszökben a kalcit jelentős része feltétlenül másodlagos, mint ezt a körülményt már fentebb is kiemeltük.

Érdekes az összehasonlítás a Csepel-szigetről (Budapesttől délre) származó Duna-homokkal. Ez az alluviális homok (VENDL ALADÁR egyik közleménye szerint) 11·82 % karbonátot tartalmaz.

Mint az összehasonlításból kitűnik, a löszök általában jelentékenyen több karbonátot tartalmaznak, mint a Duna-homok.

Csak a 13. sz. minta tartalmaz csupán mintegy 0·5 %-kal többet, mint 11·82 %. Mivel azonban az összehasonlításul szolgáló homok növényekkel részben benőtt talajról származott, szintén tartalmaz bizonyos mennyiségű másodlagos kalciumkarbonátot s ezért a nem utólagosan keletkezett karbonátok mennyiségét a homokban 11·82 %-nál kevesebbnek kell feltételeznünk. A nagy integrációs asztallal végzett közelítő mérések szerint a primér karbonátszemcskék mennyisége a 13. sz. mintában alig lehet több 5—7 %-nál. Pontos mérést végezni nem lehetett. Ezekből a megfigyelésekből következik, hogy ez a lösz is meglehetősen sok utólag képződött kalciumkarbonátot tartalmaz.

Ezen az ásványon kívül — a fentiekhez viszonyítva — már apadó, de még mindig jelentékeny mennyiségben csillámokat találunk. Ezek között uralkodó mennyiségben van jelen a muszkovit. Különösen a finom frakciókban koncentráldik. A kis muszkovitpikkelyeket a szél könnyen ki tudja fújni a homokból. Becslés és integrációs asztallal végzett mérések szerint mennyisége körülbelül 8 és 13 térfogatszázalék között ingadozik. Ezek a számok természetesen csak igen durva megközelítésben érvényesek, mivel a legfinomabb frakciók a mikroszkópos megfigyelés számára csupán részben hozzáférhetőek. Biotit és klorit — a muszkovithoz viszonyítva — csak kisebb mennyiségben található.

A nehezebb frakciókra vonatkozólag (>2·9 sűrűségűek) az integrációs asztallal végzett mérések és becslések a következő középértékeket adják:

amfibol	30	térf. %
piroxén (főleg hipersztén)	5	«
gránát	30	«
érc	25	«
disztén, apatit, zirkon, rutil és más ásványok	10	«

Ezek az értékek hasonlóképpen csak nagyon durva megközelítésben állják meg helyüket. A legutolsó csoport ásványainak gyakorisága az egyes ásványok leírásakor követett sorrendből állapítható meg. Ezek a megközelítő értékek általában megfelelnek a KÖLBL által a Dunavölgy löszeire és a Krems környéki löszökre megadott számoknak.

Kémiai összetétel.

A közölt 14 kémiai elemzés a szokásos módszerek szerint készült. A TiO_2 -ot és a MnO -t kolorimetrikusan határoztuk meg.

Bár a löszöt gyakran mint rendkívül egyhangú és egynemű kőzetet jelölik meg, mindig nagy különbségeket találunk a teljes analizisek eredményeiben, gyakran olyan löszökben is, melyek egymáshoz közel fekvő helyekről származnak. Mint ismeretes, a löszök összetételében a kalciumkarbonát fontos szerepet játszik; mennyisége nagyon ingadozik, egyes löszökben 40 %-ot is elér; a besszarábiai löszökben FLOROV szerint a CO_2 -tartalom 3 és 8·3 % között ingadozik.

Nemcsak a $CaCO_3$ -tartalomra, hanem a löszök egész kémiai összetételére vonatkozólag is nagy különbségeket találunk, mint ezt újabban a német löszökre H. HARRASSOWITZ megállapította.

Ha az elemzési táblázatainkat (V. és VI. táblázat) megtekintjük, észrevehetjük, hogy itt is nagy különbségek jelentkeznek. Egyes számokat itt is feltüntetünk: az SiO_2 37·80 % és 60·81 % között ingadozik, az s 51·57 és 72·47 között, az si 105—261 között, a CaO 5·10 % és 21·22 % között, az Al_2O_3 7·43 % és 12·52 % között, a CO_2 5·70 % és 18·89 % között.

A teljes elemzés eredményei általában mégsem alkalmasak az *eredeti*, széltől szállított anyag összetételének megítélésére és pedig a löszökben utólagosan kivált kalciumkarbonát miatt. Mint a mikroszkópos vizsgálatokból kitűnt, a kémiai elemzés segítségével megállapított karbonátok nagy része másodlagos kalcit. Ha az eredeti anyag kémiai összetételét meg akarjuk kapni, a másodlagos kalcit mennyiségét le kell vonnunk. Sajnos, az eredeti kőzetanyag kalcittartalmának pontos meghatározása legyőzhetetlen nehézségekbe ütközik. A mikroszkópos megfigyelések segítségével csupán azt állapíthatjuk meg, hogy a megvizsgált löszökben a kalciumkarbonát legnagyobb része utólagosan, diagenetikusán és még később «mészcsövecskék» alakjában jelent meg. Ennélfogva az eredeti összetételt csak durva megközelítésben tudjuk előállítani, ha valamennyi karbonátot kivonjuk és az ezután visszamaradt számokat százra számítjuk át. Ennél az átszámolásnál a CO_2 -mennyiségből indultunk ki; először a CaO -t kötöttük CO_2 -höz;

V. táblázat.
Kémiai összetétel.

	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MnO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	$H_2O + H_2O -$	P_2O_5	CO_2	SO_3	Cl	Össze- sen	
1. Kistétény	55·20	0·74	10·88	2·89	0·25	0·11	4·46	9·08	1·55	1·29	3·53	0·64	0·12	8·68	0·05	0·06	99·53
2. Budafok	54·19	0·64	12·28	3·20	0·55	0·08	3·44	8·55	0·97	1·81	4·62	2·24	0·24	7·84	0·06	0·02	100·73
3. Pacsirtahegy	48·86	0·60	8·62	3·14	0·48	0·13	4·43	12·39	1·04	1·60	4·50	0·87	0·28	13·02	0·02	0·02	100·00
4. Horthy Miklós-út	37·80	0·52	7·43	3·34	0·24	0·20	2·82	21·22	0·83	1·34	4·06	1·32	0·05	18·26	0·02	0·06	99·51
6. Hármashatárhegy	57·06	0·64	9·89	3·59	0·30	0·08	3·50	8·15	1·28	1·72	4·58	0·71	0·14	8·47	0·31	0·08	100·50
7. Dorog	51·06	0·61	7·43	3·01	0·24	0·08	4·13	13·04	0·97	1·38	4·35	0·58	0·23	13·63	0·04	0·02	100·80
8. Pesthidegkút	46·72	0·55	8·05	2·99	0·28	0·07	5·84	13·83	0·97	1·20	3·15	0·59	0·23	15·48	0·01	0·03	99·99
9. Máriaremete	45·50	0·64	8·43	3·02	0·37	0·07	4·18	15·33	1·26	1·03	4·81	0·73	0·18	15·24	—	0·02	100·81
10 a. Dunavecse	42·47	0·51	6·64	2·59	0·24	0·06	5·28	18·26	0·78	1·27	3·15	0·56	0·07	18·51	0·03	0·09	100·51
10 b. Dunavecse	42·57	0·59	7·32	2·53	—	—	4·89	18·47	0·83	1·08	1·72	0·99	—	18·89	—	—	99·88
12. Ördögrom	47·92	0·65	9·90	2·67	0·18	0·09	4·71	13·54	1·08	1·30	3·77	0·95	0·16	13·51	0·17	0·08	100·68
13. Rupphegy	57·41	0·77	12·52	4·29	0·38	0·10	4·07	5·10	1·44	1·81	4·71	1·00	0·23	5·70	0·03	—	99·56
14. Ferenchegy	48·19	0·70	9·73	3·56	0·14	0·08	4·35	12·11	0·81	1·66	3·98	1·01	0·08	13·52	0·03	0·07	100·02
15. Pécel	60·81	0·80	10·03	3·36	0·36	0·08	2·80	7·41	1·39	1·67	3·68	0·95	0·09	6·39	0·06	0·04	99·92

A BUDAPESTKÖRNYÉKI LŐSZRÓL.

VI. táblázat.
Osann- és Niggli-féle értékek.

	<i>s</i>	<i>A</i>	<i>C</i>	<i>F</i>	<i>n</i>	sor	<i>k</i>	<i>a</i>	<i>c</i>	<i>f</i>	<i>si</i>	<i>gz</i>	<i>al</i>
1. Kistétény	66·88	2·79	4·89	17·76	6·45	β	2·01	3·3	5·8	20·9	200	+ 66	23·0
2. Budafok	67·30	2·58	6·31	14·92	4·46	δ	1·56	3·3	7·9	18·8	204	+ 72	27·0
3. Pacsirtahegy	62·27	2·56	3·84	24·93	4·96	γ	1·30	2·4	3·7	23·9	164	36	17·0
4. Horthy Miklós-út .	51·57	2·23	3·67	36·63	4·84	γ	0·90	1·6	2·6	25·8	105	- 13	12·0
6. Hármashatárhegy .	69·59	2·82	4·22	16·33	5·28	β	1·67	3·6	5·4	21·0	226	+ 88	23·0
7. Dorog	64·08	2·27	3·16	25·06	5·15	γ	1·42	2·2	3·1	24·7	177	+ 51	15·0
8. Pesthidegkút	59·15	2·13	3·81	28·97	5·49	γ	1·20	1·8	3·3	24·9	144	+ 24	15·0
9. Máriaremete	58·84	2·40	3·94	28·48	6·50	β	1·16	2·1	3·4	24·5	142	+ 18	15·5
10. a) Dunavecse	54·94	2·01	3·00	35·04	4·83	γ	1·02	1·5	2·3	26·2	121	+ 3	11·0
10. b) Dunavecse	55·26	1·92	3·62	33·66	5·36	γ	1·05	1·5	2·8	25·7	122	+ 6	12·5
12. Ördögórom	60·58	2·35	4·94	24·84	5·57	β	1·24	2·2	4·6	23·2	152	+ 28	18·5
13. Rupphegy	69·79	3·07	5·79	12·49	5·47	γ	1·64	4·3	8·1	17·6	229	+ 89	29·5
14. Ferenchegy	61·97	2·34	4·94	23·47	4·27	δ	1·31	2·3	4·8	22·9	161	+ 37	19·0
15. Pécel	72·47	2·84	4·12	13·61	5·60	β	1·86	4·1	6·0	19·9	261	+119	25·0

VI. táblázat. (Folytatás.)

Osaun- és Niggli-féle értékek.

	<i>fm</i>	<i>c</i>	<i>alk</i>	<i>k</i>	<i>mg</i>	<i>ti</i>	<i>p</i>	<i>h</i>	<i>co₂</i>	<i>so₃</i>	<i>cl</i>	<i>c/fm</i>	metszet
1. Kistétény	33·0	35·5	8·5	0·35	0·73	2·00	0·17	42·61	42·85	0·13	0·37	1·06	VI.
2. Budafok	30·5	34·5	8·0	0·55	0·64	1·81	0·38	57·99	40·19	0·16	0·14	1·13	VI.
3. Pacsirtahegy	32·0	44·0	7·0	0·50	0·70	1·51	0·40	50·21	59·39	0·04	0·12	1·40	VI.
4. Horthy Miklós-út .	20·0	63·5	4·5	0·52	0·60	1·09	0·07	37·73	69·39	0·03	0·28	3·20	VIII.
6. Hármashatárhegy .	33·0	34·5	9·5	0·47	0·64	1·91	0·24	60·72	45·87	0·93	0·55	1·06	VI.
7. Dorog	30·0	48·5	6·5	0·49	0·71	1·58	0·33	50·23	64·38	0·10	0·12	1·60	VII.
8. Pesthidegkút	34·5	45·5	5·0	0·45	0·78	1·27	0·29	32·25	64·82	0·02	0·15	1·31	VI.
9. Máriaremete	27·5	51·0	6·0	0·35	0·70	1·49	0·24	49·85	64·61	—	0·11	1·85	VII.
10. a) Dunavecse	29·0	55·5	4·5	0·52	0·78	1·09	0·09	29·87	71·80	0·07	0·43	1·94	VII.
10. b) Dunavecse	26·5	57·0	4·0	0·46	0·79	1·28	—	16·47	73·99	—	—	2·14	VII.
12. Ördögorom	29·5	46·0	6·0	0·44	0·76	1·54	0·21	39·89	58·48	0·40	0·44	1·56	VII.
13. Rupphegy	38·5	22·0	10·0	0·45	0·63	2·30	0·38	62·56	30·96	0·10	—	0·56	IV.
14. Ferenchegy	31·5	43·5	6·0	0·57	0·70	1·75	0·12	44·36	61·64	0·08	0·40	1·39	VI.
15. Pécel	30·5	34·0	10·5	0·44	0·59	2·51	0·15	51·38	37·35	0·18	0·28	1·12	VI.

ezután még mindig maradt kevés szénsav, azt MgO -val egyesítettük és mindkét karbonátot, továbbá a H_2O_{-110} -t kivontuk. A CaO kis részét szilikátok tartalmazzák, ami tulajdonképpen nagyobb CO_2 -tartalom hozzávételét tenné szükségessé.

A karbonátok és a H_2O_{-110} levonása után nyert számokat százalékban kifejezve a VII. táblázat tünteti fel. A VIII. táblázat tartalmazza a megfelelő OSANN- és NIGGLI-féle értékeket.

Mint a táblázatok adataiból kitűnik, az egyes oxidok értéke aránylag csak kevésbé ingadozik: a SiO_2 66·05 % és 73·97 % között (11 mintában 68·34 % és 73·97 % között), az Al_2O_3 10·55 % és 15·55 % között (12 mintában 11·19 % és 14·52 % között), az Fe_2O_3 3·63 % és 5·84 % között (10 mintában 4·27 % és 5·11 % között), a Na_2O 1·16 % és 1·94 % között, a K_2O 1·55 % és 2·38 % között (11 mintában 1·82 % és 2·34 % között). Az OSANN-féle számokra a következő határértékeket kaptuk: $s=77·02-83·43$, $a=7·3-9·7$, $f=20·3-22·7$; a NIGGLI-féle számok a következő határértékeket tüntetik fel: $si=332-499$, $al=39·5-50·0$ (11 elemzés adataiban az értékek 40·0 és 45·5 között vannak), $fm=34·0-45·0$ (11 elemzés adataiban 39·5 és 44·5 között), $alk=13·0-18·0$ (12 elemzés adataiban 14·5 és 17·0 között).

Amint ezekből a számokból kitűnik, valamennyi lösz — az eredeti kőzetanyagra vonatkozólag — közelítőleg *megegyező kémiai összetételű*. Az ingadozások nem nagyobbak, mint a laza szedimenteknél általában, melyekből a löszök származnak. Ez a körülmény, valamint a löszök ásványtani összetétele is azt jelenti, hogy a megvizsgált löszök eredeti ásványai lényegében *ugyanabból a laza kőzetanyagból származnak*.

A megvizsgált löszök eredetéről.

Miután RICHTHOFEN a típusos lösz eolikus eredetét kimutatta, a régibb löszelméletek (SAUER A. 1889) a port, melyből az európai lösz keletkezett, az eljegesedett területekről származtatták. Ez az elmélet még a legnagyobb valószínűség szerint elfogadható lehet Közép-Európára vonatkozólag elsősorban az Alpok területére. Az észak-európai területekre a viszonyok ebben a vonatkozásban kevésbé lehetnek érvényesek, mint ezt a tényt nemrég GRAHMANN hangsúlyozta.

VII. táblázat.
Átszámított kémiai összetétel.

	SiO_2	TiO_3	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MnO	MgO	Na_2O	K_2O	$H_2O +$	P_2O_5	SO_3	Cl	Összesen
1. Kistétény	69·25	0·93	13·65	3·63	0·31	0·14	3·81	1·94	1·62	4·43	0·15	0·06	0·08	100·00
2. Budafok	66·85	0·79	15·15	3·95	0·68	0·10	2·96	1·19	2·23	5·70	0·30	0·07	0·03	100·00
3. Pacsirtahegy	69·11	0·85	12·19	4·44	0·68	0·18	1·99	1·47	2·26	6·37	0·40	0·03	0·03	100·00
4. Horthy Miklós-út ...	66·05	0·91	12·98	5·84	0·42	0·35	2·34	1·45	2·34	7·09	0·09	0·04	0·10	100·00
6. Hármashatárhegy ...	70·21	0·79	12·17	4·42	0·37	0·10	1·97	1·58	2·11	5·63	0·17	0·38	0·10	100·00
7. Dorog	72·49	0·87	10·55	4·27	0·34	0·11	1·45	1·38	1·95	6·17	0·33	0·06	0·03	100·00
8. Pesthidegkút	70·94	0·83	12·22	4·54	0·43	0·11	2·44	1·47	1·82	4·78	0·35	0·02	0·05	100·00
9. Máriaremete	68·34	0·96	12·66	4·54	0·55	0·11	1·88	1·89	1·55	7·22	0·27	—	0·03	100·00
10 a. Dunavecse	71·56	0·86	11·19	4·36	0·40	0·10	2·44	1·32	2·14	5·31	0·12	0·05	0·15	100·00
10 b. Dunavecse	73·97	1·03	12·72	4·39	—	—	1·58	1·44	1·88	2·99	—	—	—	100·00
12. Ördögórom	68·42	0·93	14·13	3·81	0·26	0·13	2·96	1·54	1·86	5·38	0·23	0·24	0·11	100·00
13. Rupphegy	66·60	0·89	14·52	4·98	0·44	0·12	2·92	1·67	2·10	5·46	0·27	0·03	—	100·00
14. Ferenchegy	69·13	1·00	13·96	5·11	0·20	0·12	0·98	1·16	2·38	5·71	0·11	0·04	0·10	100·00
15. Pécel	71·84	0·95	11·85	3·97	0·43	0·09	2·68	1·64	1·97	4·35	0·11	0·07	0·05	100·00

VIII. táblázat.

Osaun- és Niggli-féle értékek az átszámított kémiai összetétel alapján.

	<i>s</i>	<i>A</i>	<i>C</i>	<i>F</i>	<i>T</i>	<i>n</i>	sor	<i>k</i>	<i>a</i>	<i>c</i>	<i>f</i>	<i>si</i>	<i>gz</i>	<i>al</i>
1. Kistétény.....	77·98	3·24	0	9·83	5·71	6·45	β	2·66	7·4	0	22·6	351	+191	40·5
2. Budafok.....	77·54	2·97	0	9·25	7·27	4·48	δ	2·86	7·3	0	22·7	342	+190	45·5
3. Pacsirtahegy....	80·35	3·30	0	8·09	4·96	4·97	γ	2·88	8·7	0	21·3	405	+237	42·0
4. Horthy Miklós-út	77·78	3·38	0	9·94	5·52	4·85	γ	2·57	7·6	0	22·4	346	+186	40·0
6. Hármashatárhegy	80·93	3·29	0	7·60	4·89	5·32	γ	2·96	9·1	0	20·9	421	+253	43·0
7. Dorog.....	83·43	2·93	0	6·56	4·15	5·19	γ	3·46	9·3	0	20·7	499	+327	42·5
8. Pesthidegkút....	80·54	2·91	0	8·46	5·18	5·37	γ	3·11	7·7	0	22·3	410	+250	41·5
9. Máriaremete.....	80·21	3·27	0	7·87	5·38	6·48	β	2·92	8·8	0	21·2	401	+235	43·5
10. a) Dunavecse ...	81·34	2·98	0	8·27	4·43	4·83	γ	3·11	8·0	0	22·0	432	+268	39·5
10. b) Dunavecse ...	82·61	2·87	0	6·25	5·40	5·37	γ	3·52	9·4	0	20·6	470	+304	47·5
12. Ördögórom.....	78·79	3·05	0	8·69	6·42	5·57	β	2·92	7·8	0	22·2	368	+210	44·5
13. Rupphegy.....	77·02	3·38	0	9·82	6·40	5·47	γ	2·56	7·7	0	22·3	332	+174	42·5
14. Ferenchegy.....	80·97	3·06	0	6·45	6·46	4·25	δ	3·28	9·7	0	20·3	421	+257	50·0
15. Pécel.....	80·79	3·17	0	8·28	4·59	5·58	β	2·96	8·3	0	21·7	416	+250	40·5

VIII. táblázat. (Folytatás.)

Osann- és Niggli-féle értékek az átszámított kémiai összetétel alapján.

	<i>f_m</i>	<i>c</i>	<i>alk</i>	<i>k</i>	<i>mg</i>	<i>ti</i>	<i>p</i>	<i>h</i>	<i>co₂</i>	<i>so₃</i>	<i>cl</i>	<i>c/f_m</i>	metszet
1. Kistétény	44·5	0	15·0	0·35	0·65	3·52	0·33	74·76	0	0·21	0·70	0	I.
2. Budafok	41·5	0	13·0	0·55	0·55	3·04	0·65	97·27	0	0·28	0·25	0	I.
3. Pacsirtahegy	41·0	0	17·0	0·50	0·42	3·73	0·99	124·53	0	0·14	0·28	0	I.
4. Horthy Miklós-út	45·0	0	15·0	0·52	0·41	3·59	0·19	123·95	0	0·16	0·88	0	I.
6. Hármashatárhegy	40·0	0	17·0	0·47	0·44	3·56	0·43	112·48	0	1·69	1·01	0	I.
7. Dorog	39·5	0	18·0	0·48	0·38	4·51	0·95	141·54	0	0·29	0·33	0	I.
8. Pesthidegkút	43·5	0	15·0	0·45	0·49	3·61	0·87	92·16	0	0·07	0·49	0	I.
9. Máriaremete.....	40·0	0	16·5	0·35	0·42	4·23	0·67	141·23	0	—	0·28	0	I.
10. a) Dunavecse ...	44·5	0	16·0	0·52	0·50	3·87	0·29	106·81	0	0·22	1·52	0	I.
10. b) Dunavecse ...	36·0	0	16·5	0·46	0·42	4·92	—	63·35	0	—	—	0	I.
12. Ördögorom	41·0	0	14·5	0·44	0·58	3·74	0·52	96·39	0	0·97	1·00	0	I.
13. Rupphegy	43·0	0	14·5	0·45	0·51	3·32	0·57	90·64	0	0·12	—	0	I.-
14. Ferenchegy	34·0	0	16·0	0·58	0·26	4·57	0·29	115·89	0	0·18	1·02	0	I.
15. Pécel	43·0	0	16·5	0·44	0·54	4·14	0·28	84·04	0	0·31	0·49	0	I.

TIETZE az európai löszök eredetét Európának abban az egykori medencéjében kereste, mely sivataggá lett. Felfogása szerint ebből a mélyedésből a keleti szél a finom port nyugat felé fújta. A löszök emlőállat-faunája azonban ezt a nézetet nem erősíti meg; ennek a faunának az alapján a glaciális éghajlat Közép-Európában nem lehetett kimondottan sivatagszerű.

WITSCHELL elmélete szerint az európai lösznek a Szaharából kellett származnia. Újabb tények azonban ezt a véleményt nem erősítik meg.

Ezek közül az elméletek közül Közép-Európára a löszök glaciális származása a legvalószínűbb. De mégis nagyon nehézkes azokat a nagy löszmennyiségeket, melyeket nem vonatkoztathatunk az Alpok glaciális vidékére, kizárólag Észak-Európa moréna-vidékeiről származtatni. A magyar löszöket nem is lehet csupán kifújtt glaciális törmelékekből levezetni.

A megvizsgált löszök meghatározott elsődleges elegyrészei a Duna homokjának ásványaival megegyeznek. A nehéz ásványok viszonylagos mennyisége is ugyanaz, mint a Duna homokjában. Ez a megegyezés csak oly módon magyarázható, ha elfogadjuk, hogy *a megvizsgált löszök porát a szél a Duna üledékéből fújta ki*. Ezt a tényt a megvizsgált löszök eredeti anyagának aránylag jól megegyező kémiai összetétele is megerősíti, mint ahogyan az átszámított kémiai elemzésekből, mint fent láttuk, következik. Nagyobb kémiai különbség csak később, utólagosan jött létre. A hulló porhoz leülepedésekor természetesen több-kevesebb helyi törmelék is keveredett, miként a vizsgálatokból kitűnik.

A löszök szemnagyságeloszlása sem igazol eolikus *távoli* tovaszállítást. Ha összehasonlítjuk a löszök mechanikai elemzéseinek eredményeit olyan üledékek szemnagyságeloszlásával, melyeket nagyobb távolságon szállított a szél, akkor világosan láthatjuk, hogy *a Budapest környéki löszökre vonatkozólag eolikus távoli tovaszállítást* nem lehet feltételezni. Sokkal inkább igazolnak a mechanikai elemzések eredményei olyan szemnagyságeloszlást, amely finom-homokos, folyóvízben hosszabb időn át tovaszállított üledékekre jellemző. A mechanikai analízisek eredményei szerint azonban *ezenfelül kisebb távolságból történt eolikus tovaszállítás lehetséges*. A mechanikai összetétel alapján tehát a megvizsgált löszök csak

finom-homokos üledékekből származhatnak, melyek azonban *nem nagy távolságból szállítottak* a szél hatására.

Bár a pleisztocén Duna a mellékfolyók közvetítésével jelentékeny mennyiségű glaciális törmelékot hozott az Apokból Magyarországra, emellett azonban sok anyagot szállítottak azok a magyar folyók is, melyek nem származnak eljegesedett területekről. Ennek a ténynek legjobb bizonyítéka a többi között a löszökben nem ritka *hipersztén*. Ez az ásvány ugyanolyan pleochroizmus-sal és ugyanolyan egyéb tulajdonságokkal fordul elő Magyarország dunamenti területeinek hiperszténtartalmú andezitjaiban, mint a Duna homokjában és a megvizsgált löszökben. Ez az ásvány feltétlenül közvetlenül az andezitvidékekről származott és folyók szállították tovább. Ezek a vidékek azonban a pleisztocénban sem jegesedtek el. Ezenkívül a Vág bizonyára a Tátra morénatörmelékéből is hozott bizonyos mennyiségű anyagot. Morénatörmelék tehát szintén részt vehet a löszök felépítésében, de nem a glaciális vidékekről történt közvetlen kifújás következményeként, hanem tulajdonképpen mint folyók által tovaszállított, majd szélről kifújttörmelék.

Az eddigi kutatások eredményeként feltehetjük, hogy a glaciális klímában a tél és nyár váltakozása meglehetősen hirtelen, hosszabb átmenet nélkül történt. A hőmérsékletnövekedés gyors beállása következtében a télen összegyülemlt hőtömeg hirtelen megolvadt és ennek folyományaként a folyók mentén az áradás folytán nagy területek víz alá kerültek. Az árvíz lefolyása után nagy kiterjedésű iszap-, homok- és kavics-tömegek maradtak vissza. *A finom homok és iszap nagy részét a szél nyáron kifújta.* A kifújttörmelék szemek olyan messzire jutottak, míg a szél sebességét valahol egy kiemelkedő terület le nem csökkentette.

Ezek szerint a megállapítások szerint a Budapest környéki megvizsgált, többnyire magasabban fekvő löszök *kétszer leülepedett üledékek*. A törmelékanyag leülepedése először *folyóvízből* történt, különösen a tavaszi árvizek alkalmával. Ezután következett a *második ülepedés levegőből*, főképpen nyáron; még pedig a löszök primér anyaga túlnyomólag az árvizi üledékekből fújódott ki. A löszök egyenletes szemcsézettsége legnagyobbbrészt ezeken a körülményeken alapszik. Ezek az eredmények teljes összhangban van-

nak azokkal a következtetésekkel, melyeket GRAHMANN az európai löszökre vonatkozólag megállapított. A hulló porhoz leülepedésekor több-kevesebb helyi törmelék is keveredett.

Végül még arra az ismert tényre hívjuk fel a figyelmet, hogy a Budapest környéki löszök — mint az egész Magyar Középhegységben is — többnyire a keleti lejtőre települtek. Erre a jelenségre csak egyik későbbi közleményben fogunk kitérni, amennyiben az itt közölt vizsgálatok csupán csak kis területre vonatkoznak.

1

Irodalom.

ANDRÉE, K.: Die Diagenese der Sedimente, ihre Beziehungen zur Sedimentbildung und Sedimentpetrographie. Geologische Rundschau. Bd. 2. 1911, 61—74.

BARBOUR, G. B.: Das Lössproblem in China. Walther-Festschrift. Leopoldina. Bd. 6. 1930, 63—66.

BERNAUER, F.: Die Kolloidchemie als Hilfswissenschaft der Mineralogie und Lagerstättenlehre und ihre Anwendung auf die metasomatische Blei-Zink-Lagerstätten. Berlin, 1924.

BERG, I. S.: Über das Auftreten des Loeses. Nachrichten d. kais. Russ. Geogr. Ges. Bd. 3. 1916. Ref. Mohr: Int. Mitt. f. Bodenkunde. Bd. 10. 1920.

BOSWELL, P. G. H.: On the mineralogy of sedimentary rocks. London, 1933.

BREDDIN, H.: Löss, Flugsand und Niederterrasse am Niederrhein. Jahrb. d. Preussischen Geol. Landesanstalt. Bd. 46. 1925, 635—662.

BREDDIN, H.: Löss, Flugsand und Niederterrasse im Niederrheingebiet, ein Beitrag zur Frage der Entstehung des Löss. Geologische Rundschau. Bd. 18. 1927, 72—78.

BULLA, B.: Morfológiai megfigyelések magyarországi löszös területeken. Földrajzi Közlemények. 61. k. 1933, 169—201.

CHOLNOKY J.: A futóhomok mozgásának törvényei. Földtani Közlöny 32. k. 1902, 6—38.

DEWEES, F.: Flottsandgebiete im Nordwestdeutschland, ein Beitrag zum Lössproblem. Abh. Naturwiss. Vereine z. Bremen. Weber-Festschrift. 28. Bd. 1931—1932. 101—204.

DRUIF, J. H.: Over het ontstaan der Limburgsche Löss. Utrecht, 1927.

FRENGUELLI, G.: Sulle concrezioni calcaree intorno alle radici di vegetali viventi. Bollettino della Società Geologica Italiana. 45. k. 1926, 85—90.

GANSSEN, R.: Die Entstehung und Herkunft des Löss. Mitt. aus dem Lab. d. Preuss. Geol. Landesanstalt. H. 4. 1922, 35—42.

- GESSNER, H.: Die Schlämmanalyse. Leipzig, 1931.
- GRAHMANN, R.: Der Löss in Europa. Mitt. d. Ges. f. Erdkunde z. Leipzig. Bd. 51. 1932, 5—24.
- GREGORIO A. (DE): Su talune rizoconcrezioni. Boll. della Società Geologica Italiana 45. 1926. 167—174.
- HARRASSOWITZ, H.: Die chemische Zusammensetzung der Lössse. Zeitschr. d. Deutsch. Geol. Ges. 83. 1931. 659.
- HAUER, F.: Miemit von Zepce in Bosnien. Verh. k. k. geol. Reichsanstalt Wien. 1879, 121.
- HORUSITZKY F.: A «mocsárlössz» terminológiájáról. Földtani Közlöny 62. k. 1932, 213—218.
- HORUSITZKY H.: Lösszterületek Magyarországon. Földtani Közlöny 28. k. 1898. 29—36.
- HORUSITZKY H.: Muzsla és Béla község határainak agronomgeológiai viszonyai. M. kir. Földt. Int. Évkönyve 12. k. 1895—1898, 195—229.
- HORUSITZKY H.: Budapest székesfőváros III. kerületének (Óbuda) agronom-geológiai viszonyai, kiváló tekintettel a szőlőkultúrára. M. kir. Földt. Int. Évkönyve 12. k. 1895—1898, 293—320.
- HORUSITZKY H.: A Vág és Kis-Duna közének agrogeológiai viszonyai. M. kir. Földt. Int. évi jelentése 1904-ről, 252—272.
- HORUSITZKY H.: A lösz. Természettudományi Közlöny. 1899. 31. k. 2. pótfüzet, 75—84.
- JOHNSTON, J.—MERWIN, H. E.—WILLIAMSON, B. B.: The several forms of calcium-carbonate. Amer. Journ. of Sci. (4) 41. 1916, 473—512.
- KINDLE, E. M.: Range and distribution of certain types of Canadian pleistocene concretions. Bull. of the Geol. Soc. of America. vol. 34. 1923, 609—646.
- KINDLE, E. M.: A note on Rhizocretions. Journ. of Geol. 33. 1925, 744—746.
- KLINGNER, F. E.: Vielflächige Spaltenooide von dolomitischer Zusammensetzung. Zentralblatt f. Min. etc. Abt. A. 1934, 6—13.
- KÖLBL, L.: Studien über den Löss. Mitt. d. Geol. Ges. in Wien. 23. 1930. 85—121.
- KÖLBL, L.: Über die Aufbereitung fluviatiler und äolischer Sedimente. Min. u. Petr. Mitt. 41. 1931. 129—144.
- KRUMBEIN, W. C.: The dispersion of fine-grained sediments for mechanical analysis. Journal of Sedimentary Petrology vol 3. 1933. 121—135.
- LEE, H. T.: Mineralogical composition of Chinese loess. Pan-American Geologist. 51. 1929. 245—248.
- LEE, H. T.: A preliminary study on the chemical and mineralogical composition of loess. Bull. Geol. Soc. China 7. 1928. 191—207.
- MOHR, H.: Lösstudien an der Wolga. Akad. d. Wiss. in Wien. Math. Naturw. Kl. Sitzungsber. Abt. I. Bd. 129. 1920. 29—69.
- OBRUCSEV, V. A.: Zur Frage über den Ursprung des Lösses. Isvestija

der Tomscher Technologischen Instituts 23. Bd. 1911. (Oroszul.) Ref. Merzbacher: Petermanns Mitt. 1913. I. Bd. 16. 69, 126.

OEFELIN, R. T.: A mineralogical study of loess near St. Charles, Missouri. Journal of Sedimentary Petrology, vol 4. 1934. 36—44.

L. B. OLMSTEAD—LYLE, T. ALEXANDER—H. E. MIDDLETON: A pipette method of mechanical analysis of soils based on improved dispersion procedure. U. S. Department of Agriculture, Washington. Technical Bull. No. 170. 1930. 1—22.

PÁVAI-VAJNA F.: Az erdélyrészi medence löszfoltjairól. M. kir. Földt. Int. Évijelentése 1909-ről. 200—221.

PIA, J.: Die rezenten Kalksteine. Min. und Petr. Mitt. 1933. Ergänzungsband.

SCHAFARZIK F.—VENDL A.: Geológiai kirándulások Budapest környékén. Budapest, 1929.

SCHRÉTER Z.: A Gellérthegy délkeleti lejtőjén föltárt löszről és Dunateraszról. Földtani Közlöny. 37. 1907. 252—254.

SOERHEL, W.: Löss, Eiszeiten und paläolithische Kulturen. Jena, 1919.

TARR, W. A.: Syngenetic origin of concretions in shale. Bull. of the Geol. Soc. of America, vol. 32. 1921. 373.

TODD, J. E.: Concretions and their geological effects. Bull. of the Geol. Soc. of America, vol. 14. 353—360.

TREITZ P.: Mi a mállás? Az I. nemzetk. agrog. értek. Munkálatai 1910. Budapest, 123.

TREITZ P.: Jelentés az 1900. év nyarán végzett agrogeológiai munkálatokról. M. kir. Földt. Int. Évijelentése 1900-ról. 132—141.

TREITZ P.: Jelentés az 1901. év nyarán végzett talajfelvételi munkáról. M. kir. Földt. Int. Évijelentése 1901-ről. 120—128.

TREITZ P.: A Duna—Tisza közének agrogeológiai leírása. Földtani Közlöny. 33. 1903. 297—316.

TREITZ P.: Jelentés az 1907. évi nagyalföldi agrogeológiai felvételről. M. kir. Földt. Int. Évijelentése 1907-ről. 192—219.

VENDL A.: Adatok a Duna homokjának ásványtani ismeretéhez. Diss. Budapest, 1910. 1—30.

VENDL A.: A Csepel-sziget homokjáról. Földtani Közlöny 43. 1913. 331—343.

VENDL A.: A Duna budapesti homokjának ásványai és kémiai összetétele. Anyagvizsgálók Közlönye 1928. 107—120.

WAHNSCHAFFE, F.: Beitrag zur Lössfrage. Jahrb. d. Preuss. Geol. Landesanstalt. 1889. 328—346.

WAHNSCHAFFE, L.: Die lössartigen Bildungen am Rande des nord-deutschen Flachlandes. Zeitschr. d. Deutsch. Geol. Ges. Bd. 38. 1886. 353.

WIESENER, H.: Studien an Sanden des niederösterreichischen Marchfeldes. Min. und Petr. Mitteil. 40. 1930. 304—324.

WOLDSTEDT, P.: Das Eiszeitalter. Stuttgart, 1929.

ZEPHAROVICH, V.: Miemit von Zepce in Bosnien und von Racová in Slavonien. Verh. d. k. k. geol. Reichsanstalt Wien, 1879. 180.

ZEPHAROVICH, V.: Über Dolomit-Pisolith und die sog. «doppelkörnige» Struktur. Zeitschr. f. Krist. 4. 1880. 113.

Táblamagyarázat.

1. A pesthidegkúti (8. számú) lösz 2·9-nél nagyobb sűrűségű szemcséi glicerinben. Zr = zirkon. Vonalas nagyítás: 108.

2. A pesthidegkúti (8. számú) lösz 2·9-nél nagyobb sűrűségű szemcséinek másik részlete glicerinben. R = rutil; G = gránát. Vonalas nagyítás: 108.

3. Részlet a budafoki (2. számú) lösz 2·9-nél nagyobb sűrűségű, vízben levő szemcséiből. A = amfibol; D = disztén; G = gránát; M = magnetit. Vonalas nagyítás: 105.

4. Egymással szorosan összefüggő másodlagos kalcitszemekből álló halmazok a hármashatárhegyi (6. számú) löszből. A beágyazó folyadék: víz. Vonalas nagyítás: 23.

5. Vízbe beágyazott, másodlagos kalcitszemekből álló halmazok a hármashatárhegyi (6. számú) löszből. A kép felső részén látszik, hogy a szemek sorokban csatlakoznak egymáshoz. A baloldalon egy elszakadt, különálló kalcitszem. Vonalas nagyítás: 67.

6. Különválasztott, vízbe beágyazott másodlagos kalcitszemek a hármashatárhegyi (6. számú) löszből. A középben levő nagyobb szemek a BERTRAND-WEBSKY-féle kereszt látszik. Vonalas nagyítás: 640.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1933. máj. 28-án tartott üléséből.)

STUDIEN ÜBER DEN LÖSS DER UMGEBUNG
VON BUDAPEST.

Von A. VENDL, T. TAKÁTS und A. FÖLDVÁRI.

Tafel VI.

Die Arbeit erscheint in deutscher Sprache in der Zeitschrift
«Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie,
Abteilung A, Beilage—Band 69.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissen-
schaften vom 28. Mai 1934.)

A FOSZFORESZKÁLÓ FESTÉKOLDATOK HŐMÉRSÉKLETI OPTIMUMA.

FRÖHLICH PÁL lev. tagtól.

(VII. Tábla.)

1. A hosszú hullámú színváltás.

Ismeretes, hogy a folyékony festékoldatok fluoreszkálnak, azonban szilárd halmazállapotban, a fluoreszcencia mellett foszforeszkálnak is.¹ Úgy a fluoreszcencia, mint az utóvilágításként jelentkező foszforeszcencia esetén a látható részben egy vagy több meglehetősen diffúz sávot emittálnak. Az ultravörös és ultraibolya emisszió még nincs megvizsgálva.

A szilárd festékoldatok esetén a fluoreszcenciában emittált sávok nem jelentkeznek a foszforeszcencia-emisszióban teljes egészükben, hanem csak egy részük. Ezenkívül még a foszforeszcenciában a sávok intenzitás eloszlása általánosságban nem egyezik a fluoreszcenciában emittált sávokéval, vagyis ugyanazon szilárd festékoldatnál a két emisszió súlypontjai nem esnek egybe.² Így a foszforeszcenciában esetleg relatíve nagy intenzitással lép fel egy olyan sáv, mely ugyanezen festékoldat fluoreszcenciájában csak kis intenzitással jelentkezik. Ha egy ilyen szilárd festékoldatot megvilágítunk, az fluoreszkálni fog egy bizonyos színben a szerint, hogy a fluoreszcencia emisszió súlypontja milyen hullámhosszú-

¹ E. WIEDEMANN: Wied. Annalen, 1888, 34. kötet, 449. oldal.

² LOMMEL: Wied. Annalen, 1887, 30. k. 379. o., E. WIEDEMANN u. G. C. SCHMIDT: Wied. Annalen, 1895, 56. k. 247. o., KAYSER: Handbuch der Spektroskopie V. k., PRINGSHEIM u. WAWILOW: Zeitschr. für Physik, 1926, 37. k. 705. old.

ságnál van, ha most a gerjesztő fényt elzárjuk, akkor az emisszióban egy ugrásszerű színváltás léphet fel, mert az emisszió súlypontja a foszforeszcenciában eltolódhat.

Újabb¹ vizsgálatok szerint ez a színváltás, ha fellép, minden esetben a hosszabb hullámok felé történik. Ugyanis PRINGSHEIM és WAWILOW szerint a szilárd és cseppfolyós festékkoldatok emissziója között a különbség nemcsak abban áll, hogy a szilárd festékkoldatoknál a fluoreszcenciában emittált sávok egy része foszforeszcenciaképesé vált, hanem a folyékony oldatok által emittált sáv mellé a szilárd oldat esetén egy új, foszforeszcencia képes sáv lép fel, melyet foszforeszcenciasávnak neveztek. Ez a foszforeszcenciasáv mindig hosszabb hullámú, mint az eredeti fluoreszcenciasáv, továbbá ez a fluoreszcenciában relatíve igen gyenge a rövidhullámú fluoreszcenciasávhoz viszonyítva. A foszforeszcenciában azonban éppen fordítva áll a helyzet. Itt emittálódhatik ugyan a folyékony oldatok jellemző, rövidhullámú fluoreszcencia sávja is, de csak kis intenzitással, rövid csillapodással és magas hőmérsékletnél. Nagy intenzitással, hosszú csillapodási idővel a hosszúhullámú foszforeszcenciasáv fog emittálódni, s a hőmérséklet csökkenésével ez mindinkább dominálóvá válik, úgy hogy a cseppfolyós levegő hőmérsékleténél már csak egyedül ez a sáv fog a foszforeszcenciában jelentkezni. Minthogy a fluoreszcenciában e sáv intenzitása mély hőmérsékleten is igen gyenge marad a rövidhullámú fluoreszcenciasávhoz viszonyítva, a fluoreszcenciából a foszforeszcenciába való átmenetnél egy vörös irányú színváltásnak kell fellépnie.

Ezek szerint tehát nemcsak a fluoreszcenciából a foszforeszcenciába való átmenet volna ugrásszerű, mely ugrásszerűség a színváltásban jelentkezik, hanem a fluoreszcenciaképességből a foszforeszcenciaképességbe való átmenet sem folytonos. Ezt úgy látták igazoltnak, hogy összehasonlították ugyanazon festék vizes és teljesen megszáradt zselatinos oldatainak emisszióját. A vizes oldat csak fluoreszkált, a zselatinos pedig a fluoreszcencia mellett foszforeszkált is. A foszforeszcenciaképes zselatinos oldat emissziójában, a vizes oldatéhoz viszonyítva a hosszabb hullámokban tényleg fellépett az új foszforeszcenciasáv. Azonban ebből az eredmény-

¹ PRINGSHEIM und WAWILOW: i. h.

ből vont az a következtetés, hogy a fluoreszcenciaképességből a foszforeszcenciaképességbe az átmenet nem folytonos, hanem a foszforeszcenciaképesség beálltával ugrásszerűleg egy új sáv, a hosszúhullámú foszforeszcenciasáv lép fel, nem lehet megnyugtató. Ugyanis az összehasonlításra szolgáló két oldat alapanyaga, víz és zselatin heterogének és így könnyen lehetséges, hogy a hosszabbhullámú új sáv az oldat foszforeszcenciaképességével nincs is kapcsolatban, hanem egyszerűen az alapanyagok különbözőségéből ered.

Annak a kérdésnek az eldöntésére, hogy a fluoreszcenciaképességből a foszforeszcenciaképességbe folytonos-e az átmenet, az egyedüli és teljesen biztos módszer az, hogy a festékoldatot lassú hűtéssel megfagyasztjuk. A fagyás alkalmával az oldat változatlan alapanyag mellett foszforeszcenciaképesé válik, s most megvizsgálendő, hogy fellép-e az emisszióban ugrásszerűleg egy új sáv. Vizes oldattal ez a vizsgálat nem végezhető el, mert a festék a vizes oldatban nem fagy bele, hanem zárványokba kifagy. Azonban glicerines, vagy alkoholos oldatba a festék egyenletesen belefagy. Tehát ez oldatoknál el tudom érni, hogy tisztán a hőmérséklet csökkenésével az oldat fagyáspontjánál egyenletesen megfagy és új anyag hozzáadása nélkül foszforeszcenciaképesé válik.

Már a bevezető, kvalitatív vizsgálatok mutatták, hogy a foszforeszcenciaképes sávok a fluoreszcenciaemisszióban a hőmérséklet csökkenésével már jóval a megfagyás, tehát a foszforeszcenciaképesség beállta előtt jelentkeznek és a megfagyáskor az emisszióban nincs ugrásszerű változás. Tehát a kvalitatív megfigyelések szerint az átmenet a fluoreszcenciaképességből a foszforeszcenciaképességbe folytonos, vagyis a foszforeszcenciaképesség beálltával nem lép fel ugrásszerűleg egy új foszforeszcenciaképes sáv, hanem e sáv már a foszforeszcenciaképesség beállta előtt is emittálódik a fluoreszcenciában. Ezt az eredményt azonban csak részletes kvantitatív vizsgálat után lehet majd véglegesnek tekinteni.

• 2. Rövidhullámú színváltás.

E kérdésre vonatkozó részletes vizsgálataimat azonban nem fejeztem be, illetőleg a folytatásukat elhalasztottam, mert már a

bevezető vizsgálatok alkalmával egy olyan jelenséget tapasztaltam, melynek külön kivizsgálása igen fontosnak látszott.

Ugyanis az egyik festék, methylviolett 3B, szilárd oldata a PRINGSHEIM—WAWILOW színváltási effektussal éppen ellenkező viselkedést mutatott. E festék glicerines oldata úgy folyékony, mint szilárd halmazállapotban erősen vörösben fluoreszkál. A valószínűségben két sávot emittál. Egy nagy intenzitású vöröset 690—610 $\mu\mu$ között, 650 $\mu\mu$ -os súlyponttal és egy kis intenzitású kékes-zöldet 560—430 $\mu\mu$ között. A hőmérséklet csökkentésével a vörös fluoreszcencia folyton élénkebb lesz, s a vörös súlypont a cseppfolyós levegő hőmérsékletéig növekedő intenzitással megmarad. A cseppfolyós levegő hőmérsékleténél a gerjesztő megvilágítást megszüntetve, az emisszió színváltással megy át az utóvilágításba, s kékes-zöld foszforeszcencia lép fel. A foszforeszcenciaemisszió súlypontja 475 $\mu\mu$ -nál van. Vagyis ez a festékoldat a cseppfolyós levegő hőmérsékleténél a fluoreszcenciából a foszforeszcenciába a vörösből a rövidebb hullámok felé mutat színváltást. A PRINGSHEIM—WAWILOW effektus szerint azonban a színváltásnak éppen fordított irányúnak kellene lennie.

Hasonlóan viselkedik a methylviolett 5B-nek úgy zselatinos, mint glicerines és alkoholos oldata is. E festékből egy 0.6 mm vastag zselatinlemez készíttettem, ahol a festékkoncentráció 10² gr/cm³ volt. 20° C-nál a lemez vörösben fluoreszkál. Spektroszkópiailag megvizsgálva az emissziót, kitűnik, hogy itt is két sáv emittálódik: a fluoreszcenciában egy nagy intenzitású vörös és egy gyenge intenzitású kékes-zöld. Ugyanezen hőmérsékletnél a lemez kis intenzitással és kis csillapodási idővel foszforeszkált is a vörösben. A hőmérséklet csökkenésével úgy a vörös fluoreszcencia, mint a vörös foszforeszcencia erősödik. —40° C-nál erősen vörösben fluoreszkál, de az ugyancsak igen erős vörös foszforeszcencia mellett egy kis intenzitású, de a vörösnél hosszabb csillapodású kékes-zöld foszforeszcencia is fellép. A vörös foszforeszcencia csillapodása 0.5 sec., a kékes-zöldé 2.5 sec. A jelenség a következő módon folyik le: a lemez vörösben fluoreszkál, a gerjesztő fényt elzárva, színváltás nélkül ugyancsak vörösben foszforeszkál, 0.5 sec. elteltével, úgy látszik, mintha egy vörös burok leválna a zselatinlemezről, s azután még 2 sec.-on át kékes-zöldben világít tovább. A jelenség

szépségénél fogva külön figyelmet érdemel. A hőmérséklet további csökkentésével a fluoreszcencia még mindig lassan erősödő intenzitással, s változatlanul vörös súlyponttal emittálódik, ellenben a vörös foszforeszcencia intenzitása és csillapodása csökken, míg a kékes-zöldé növekszik. —180° C-nál a fluoreszcencia erős intenzitással vörös súlyponton megmarad, azonban a vörös foszforeszcencia teljesen megszűnik, s egyedül a kékes-zöld foszforeszcencia marad meg megerősödött intenzitással és körülbelül 10 sec. csillapodással.

Hasonlóan viselkedik a fuchsin szilárd zselatinos oldata is. Az 1. ábrában (lásd I. Tábla) látható a fuchsin szilárd zselatinos oldatának foszforeszcenciaemissziója. A zselatinlemez vastagsága 0,3 mm, a festék koncentrációja 10^{-3} gr/cm.³ A felvétel a gerjesztés után 0,0025 sec.-mal történt, s az expozíció 3 óráig tartott. Az ábra elsősorában az összehasonlításra szolgáló helium spektrum látható itt az expozíciós idő 15 sec. volt. A II. sor a foszforeszcenciaemisszió +100° C-nál, de a festéklemezzel e hőmérséklet-nem történt felvétel. A III. sor a foszforeszcencia-emisszió +20° C-nál, a IV. sor az emisszió —40° C-nál, végül az V. sor —180° C-nál. Látható, hogy a vörösben fekvő emisszióssáv intenzitása a III. sortól a IV. sorig növekszik, innen az V. sorig azonban teljesen lecsökken, s a sáv már itt egyáltalán nem látható, de ugyanitt emittálódik a rövidhullámú kékes-zöld sáv.

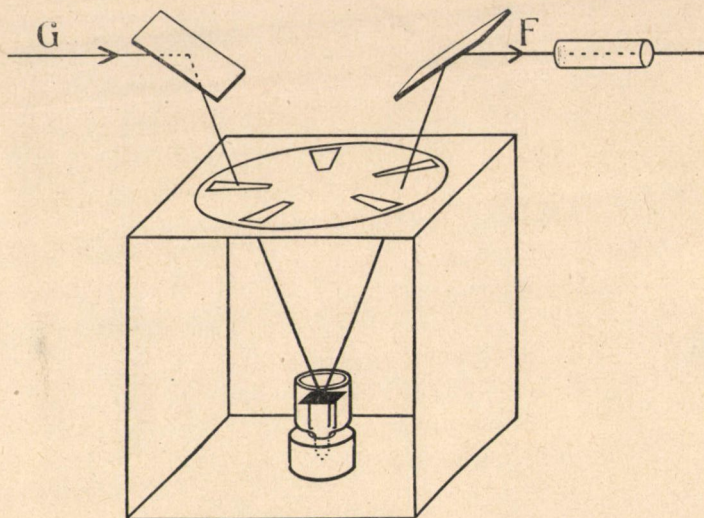
E festékeken kívül a festékek egész sorát találtam mint methylenblau, brillantgrün, rhodamin S, rhodamin 3B extra stb., melyek mind úgy viselkedtek, hogy a cseppfolyós levegő hőmérsékleténél a foszforeszcenciában a rövidebb hullámú sáv emittálódott és a fluoreszcenciából a foszforeszcenciába való átmenetelnél a rövid hullámok felé lépett fel színváltás. Ezt csak olyan módon lehet megmagyarázni, hogy PRINGSHEIM és WAWILOW véletlenül csupa olyan festéket vizsgáltak meg, melyek a vörös színváltást mutatták, de ez semmiesetre sem általános érvényű.

3. Kísérleti berendezés.

A kérdés legszorosabban összefügg a festéköldatok emissziójának hőmérsékleti változásával. A hőmérsékleti változás megvizsgálásához egy olyan foszforoszkópot konstruáltam, melyben a fosz-

for vízszintes helyzetű. Az általam konstruált foszforoszkóp tulajdonképpen a BECQUEREL-rendszerű foszforoszkóp egyszerűsítése.

Lényegében egy vízszintes síkban forgó korong, melyen páratlanszámú, leggyakrabban öt egyenlő távolságú nyílás volt kivágva. (Lásd 2. ábrát.) A korong fedőlapja egy teljesen zárt doboznak, melybe a forgási tengely irányában egy DEWAR-poharat, vagy elektromos fűtőkészüléket állítottam. A DEWAR-pohárban álló kis állványra vagy az elektromos fűtőkészülékre ráhelyeztem a megvizsgálandó foszfort. Egy 30 Ampères ívlámpa fényét egy sík-

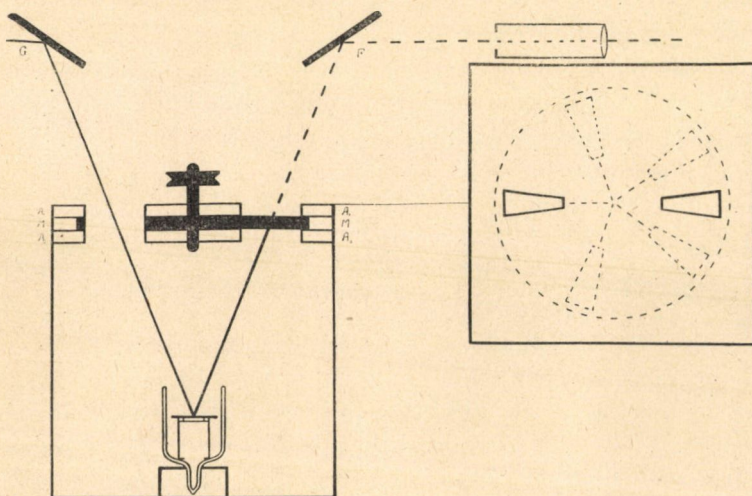


2. ábra.

tükörrel rávetítettem a festékfoszforra, s egy másik síktükörrel a foszforeszcencia-fényt a spektrográf vagy spektroszkóp részére vetítettem. A gerjesztés és megfigyelés ugyanazon függőleges síkban történt. A gerjesztés és megfigyelés irányában, tekintettel a nyílások páratlan számára, egyidejűleg sohasem volt nyitva a foszforeszkáló anyagot tartalmazó doboz. Még megjegyzem, hogy a forgó korong két álló korong között végezte forgását. Az álló korongok mindegyikén a gerjesztés és megfigyelés számára egy-egy nyílás volt kivágva. E nyílásokat a forgó korong váltakozva nyitotta és zárta, de egyidejűleg a gerjesztés és megfigyelés nyílásai sohasem

voltak nyitva. A 3. ábrában látható a foszforoszkóp metszete. Az A_1A_1 , illetve A_2A_2 a fix korongok, az MM a forgó korong. Az ábrában az a helyzet látható, amikor a gerjesztés számára kinyílt, s a megfigyelés számára lezárult a fix korongok nyílása és egyszersmint a foszforoszkóp doboza. Általában gondosan vigyáztam arra, hogy a megfigyelés helyére kizárólag a foszforeszcencia fénye kerülhessen.

A gerjesztés után a forgási idő $\frac{1}{10}$ -ének elteltével nyílt meg a megfigyelés számára a foszforoszkóp doboza, a forgó korong öt



3. ábra.

nyílása esetén. Tekintettel arra, hogy a korong fordulatszáma általában percenként 2400, a megfigyelés a gerjesztés után 0.0025 sec.-mal történt. Tehát az emisszió intenzitását a gerjesztés után 0.0025 sec.-mal vizsgáltam meg.

Ha a foszforeszkáló anyag cseppfolyós halmazállapotú volt, s fagyasztással tettem foszforeszcenciaképesé, akkor egy üveglapra, vagy egy kis üvegcsészébe öntve állítottam a DEWAR-edény állványára. Általában azonban zselatinfestékfoszforokat használtam, melyek lemezalakúak és szilárdak voltak. A lemezalakú foszfor egy fémtokba volt elhelyezve, melyen éppen csak a gerjesz-

tés és megfigyelés számára volt egy nyílás, különben a foszforeszkáló lemezt egészen magában foglalta. A fémtok szorosan hozzásimult a hűtőkeverékhez vagy fűtőkészülékhez úgy, hogy annak hőmérsékletét teljesen átvette. A hűtő vagy fűtő a foszforeszkáló lemezzel egy üvegbura alatt állt, melyet foszforpentoxid-dal gondosan kiszárítottam.

Egy ZEISS-féle kis spektrográfot használtam üvegoptikával és Ilford Panchromatic Hypersensitiv fotografálólemezeket. E lemezek érzékenysége igen nagy, azonban a zöld-kék határán minimuma van. Ezért, ha szükségesnek mutatkozott, a zöldeskékben érzékeny Agfa Isochrom fotografáló lemezre is készült egy-egy felvétel. Az expozíciós idő a foszfor emissziójának intenzitása szerint 15 perc és 8 óra között váltakozott. Vizuális megfigyelés esetén a spektrográfot megfelelő spektroszkóppal helyettesítettem.

A foszforeszkáló zselatinos festéklemek készítése módját egy előző dolgozatomban részletesen ismertettem.¹

4. Az emisszió hőmérsékleti optimuma.

Az emissziót általában négy különböző hőmérsékleten vizsgáltam meg: $+100^{\circ}\text{C}$, $+20^{\circ}\text{C}$, -40°C és -180°C -nál. Szükség esetén azonban közbeiktatott hőmérsékleteken is történt megfigyelés. $+140^{\circ}\text{C}$ fölé nem lehet menni, mert itt a zselatinlemez hólyagosodni kezd. -180°C alá ugyan igen gyakran fontos lett volna a hőmérsékletet levinni, de helyi okok miatt ez nem volt lehetséges.

Megállapítottam, hogy a foszforeszcenciában emittált sávok intenzitása lényegesen változik a hőmérséklettel. Minden sávhoz e szempontból egy legkedvezőbb hőmérséklet, tehát egy hőmérsékleti optimum tartozik. Az optimális hőmérséklet alatt és felett a sáv intenzitása csökken. Különböző festékek által emittált sávoknak és ugyanazon festékoldat különböző sávjainak optimális hőmérsékletei általánosságban különbözők, továbbá az emisszió intenzitásának csökkenése is az optimális hőmérséklet alatt és felett

¹ FRÖHLICH PÁL: Mat. és Term. tud. Értesítő 1930, XLVII. kötet 80. old.

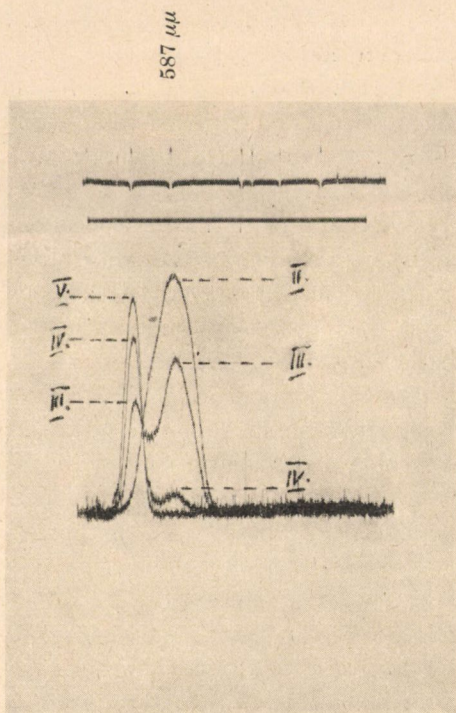
különböző sávok esetén különböző menetű. Ezek szerint a foszforeszcencia-emisszió színe változik a szerint, hogy melyik sáv hőmérsékleti optimumának környezetében vagyunk, illetőleg a szerint, hogy az optimális hőmérséklet alatt és felett a különböző sávok intenzitásváltozása milyen menetű. A fluoreszcenciában a sávok hőmérséklet okozta intenzitás változása nem azonos a foszforeszcencia-emisszióknak fent ismertetett hőmérsékleti effektusával, hanem, eddigi megfigyeléseim szerint, a fluoreszcenciában a hőmérséklet csökkenésével az emittált sávok intenzitása folytonosan erősödik. A fluoreszcenciaemisszió súlypontja és színe tehát a hőmérséklettel nem változik. Ebből önként következik, hogy a fluoreszcenciából a foszforeszcenciába való átmenetnél színváltás léphet fel, melynek irányát egyrészt a fluoreszcencia-emisszió változatlan súlypontja, másrészt a foszforeszcencia-emisszió változó súlypontja szabja meg. A színváltás tehát egyszerűen következménye a fluoreszcencia és foszforeszcencia-emissziók heterogén viselkedésének a hőmérsékletváltozással szemben.

Az erre vonatkozó nagyszámú eredményeimből csak néhány tipikusát kívánok itt közölni. Az erythrosin purum (GRÜBLER) zselatinos szilárd oldatának koncentrációja 10^{-2} gr/cm³, a lemez vastagsága 0.1 mm volt. A festékmez minden hőmérsékleten sárgás-zöld fluoreszcenciát mutat és a foszforeszcenciába magas hőmérsékleteknél narancs, mély hőmérsékleteknél pedig vörös, de minden esetben hosszuhullámú színváltással megy át. A foszforeszcencia-emisszió csillapodási ideje -180° C-nál körülbelül $\frac{3}{4}$ sec.

A foszforeszcencia-emissziót úgy itt, mint a következő esetekben is az előzőekben vázolt módon lefotografáltam. A 4a ábrán (I. Tábla) látható e szilárd zselatinos erythrosin-oldat foszforeszcencia-emissziójának fotografiája a már említett négy hőmérsékleten. Expozíciós idő 15 perc volt. A 4b. ábra e fotografált lemez kiregisztrálva. $+100^{\circ}$ C-nál magasabb hőmérsékleten nem készítettem felvételt, mert itt már nehezen állapítható meg, hogy nem a lemez deformációja okozza-e az emisszióban esetleg előálló változást. A fotografáló lemezen két emissziós sáv jelentkezik. A hosszuhullámú sáv maximuma $\lambda=662\mu\mu$ -nál, a rövidhullámúé $582.9\mu\mu$ -nál van, az optimális hőmérsékletek esetén.

A maximumok helyei természetesen csak akkor határozhatók meg pontosan, ha a két sáv egymástól szét van választva. A maximumok helyei a hőmérséklet változásával kisebb ingadozást mutatnak.

Ez az emisszió tökéletes és tipikus esete a PRINGSHEIM—WAWILOW effektusnak. Ugyanis -180° C-nál (V. sáv és görbe) a hosszuhullámú sáv maximális intenzitású. -40° C-ig (IV. sáv



4b. ábra.

és görbe) a hosszuhullámú sáv intenzitása csökken, a rövidé növekszik. $+20^{\circ}$ C-ig (III. sáv és görbe) a hosszuhullámú sáv intenzitása tovább csökken, a rövidé tovább növekszik. $+100^{\circ}$ C-ig a hosszuhullámú sáv eltűnik, s a rövidhullámú maximális intenzitásúvá növekedett. Tehát a hosszuhullámú sáv intenzitása a hőmérséklet csökkenésével fokozatosan növekszik, míg a rövidhullámú fokozatosan csökken. Vagyis a hosszuhullámú sáv hőmérsékleti

optimuma a legmélyebb, a rövidhullámúé a legmagasabb hőmérséklet.

Meg kell még jegyeznem, hogy az emisszió kiregisztrált képe természetesen nem adja vissza híven az emisszió energiaeloszlását, mert hiszen ehhez a fotografálólemez érzékenységének a hullámhosszúságtól való függését figyelembe kellett volna venni. De megállapítást nyert, hogy az emisszióknak a regisztrált képen látható típusa és a hőmérsékletváltozástól való függésének menete lényegileg akkor sem változik, ha a fotografálólemez érzékenységét figyelembe vesszük, csak a vörös sávok maximuma nagyobb lesz és a hosszúhullámok felé eltolódik. Ez a következő esetekre is áll.

Az eosin *A* salzfrei zselatinos szilárd oldata a következő megvizsgált festék. A lemez vastagsága 0·1 mm, koncentrációja $10^{-1.25}$ gr/cm³. Ez a festéklemez is minden hőmérsékleten sárgás-zöld fluoreszcenciát mutat, s magas hőmérsékleteken narancs, mély hőmérsékleten pedig vörös színváltással megy át a fluoreszcencia foszforeszcenciába. A foszforeszcencia-emisszió csillapodási ideje - 180° C-nál 1·5 sec.

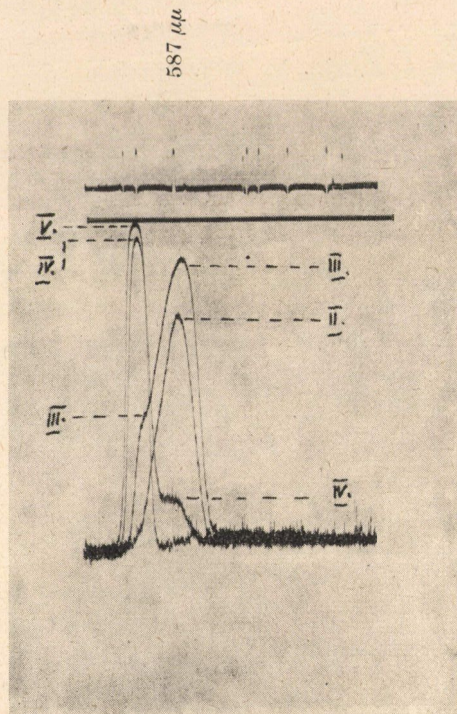
Az 5a. (1. Tábla) és 5b. ábrákon látható a foszforeszcencia-emisszió lefotografálva, expozíció 25 perc, illetőleg kiregisztrálva. Itt is két sáv emittálódik, a hosszúhullámú sáv maximuma $\lambda = 669\cdot4 \mu\mu$, a rövidhullámúé $\lambda = 576\cdot3 \mu\mu$ az optimális hőmérsékleteken.

A hosszúhullámú sáv viselkedése a hőmérséklettel szemben az előző esettel teljesen azonos. —180° C-nál az intenzitás maximális, tehát ez vagy ennél mélyebb hőmérséklet e sáv hőmérsékleti optimuma. A hőmérséklet emelésével a sáv intenzitása fokozatosan csökken és +100° C-nál a sáv teljesen eltűnik. A rövidhullámú sáv azonban már a erythrosinétől eltérőleg viselkedik. Ugyanis —180° C-nál e sáv egyáltalán nem emittálódik, a hőmérséklet emelésével —40° C-nál már előtűnik, a hőmérséklet további növelésével fokozatosan tovább növekszik az intenzitása és +20° C-nál (III. sáv és görbe) eléri maximumát. Innen a hőmérséklet további emelésével a sáv intenzitása újból csökken, úgyhogy +100° C-nál (II. sáv és görbe) az intenzitás kisebb, mint +20° C-nál.

Tehát e festéknél a hosszúhullámú sáv hőmérsékleti optimuma a legmélyebb hőmérséklet és a magasabb hőmérsékletek felé az

intenzitása fokozatosan csökken, a rövidhullámú sáv hőmérsékleti optimuma egy közbülső $+20^{\circ}\text{C}$ körüli hőmérséklet, s ennél úgy magasabb, mint mélyebb hőmérsékletek felé az intenzitás értéke kisebbedik.

A rhodulin orange (GRÜBLER) zselatinos szilárd oldatának koncentrációja $10^{-1.25}$ gr/cm³, a lemez vastagsága 0.1 mm volt.

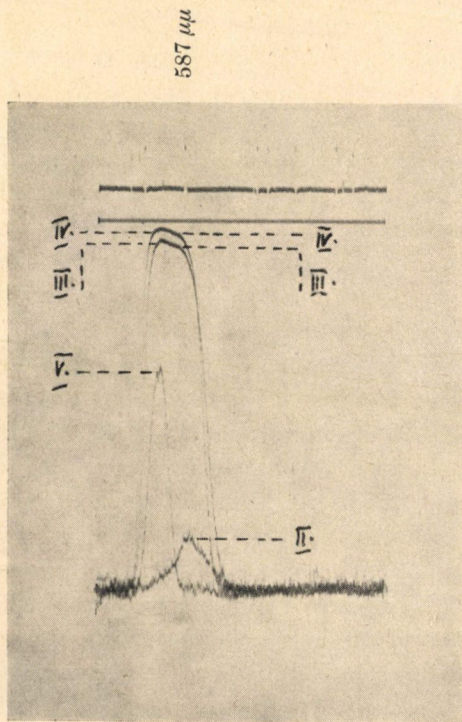


5b. ábra.

Ez a festéklemez is minden hőmérsékleten sárgás-zöld fluoreszcenciát mutat, $+100^{\circ}\text{C}$ környezetében sárga, $+20^{\circ}\text{C}$ körül narancs és -180°C -nál vörös színváltással megy át a fluoreszcencia a foszforeszcenciába. A foszforeszcencia-emisszió csillapodási ideje -180°C -nál 8.5 sec. Tehát a színváltás itt is minden esetben a hosszú hullámok felé irányul, és mély hőmérsékletek felé úgy itt, mint az előző két esetben is a fluoreszcencia és fosz-

foreszcenciaemisszió súlypontjai távolodnak egymástól, oly értelemben, hogy a foszforeszcencia-emisszió súlypontja a hőmérséklet csökkenésével a hosszú hullámok felé fokozatosan eltolódik.

A 6a. (I. Tábla) és 6b. ábrákon látható a foszforeszcencia emisszió lefotografálva, illetőleg a fotografált lemez kiregisztrálva.



6b. ábra.

Az expozíciós idő $+100^{\circ}$ C és -180° C-nál 20 perc, $+20^{\circ}$ C és -40° C-nál 5 perc volt.

Itt is két sáv emittálódik, a hosszuhullámu sáv maximuma -180° C-nál $\lambda=662\mu\mu$, a rövid hullámúé $+100^{\circ}$ C-nál $\lambda=582\cdot9\mu\mu$, azért adom meg a maximumokat e két hőmérsékletnél, mert ezeken a két sáv teljesen szétvált, illetőleg ezeken a hőmérsékleteken már csak egy sáv emittálódik.

E festékoldatnál már mind a két sáv viselkedése más, mint az erythrosin esetén. Ugyanis itt mind a két sáv -40° C-nál maximális intenzitású, tehát -40° C, vagy ennek környezetében van mindkét sáv hőmérsékleti optimuma. Ennél úgy mélyebb, mint magasabb hőmérsékleteknél mindkét sáv intenzitása csökken, de a mély hőmérsékletek felé a rövidhullámú sáv, a magas hőmérsékletek felé pedig a hosszúhullámú sáv intenzitás-csökkenése rohamosabb. Úgy, hogy -180° C-nál már csak a hosszú, $+100^{\circ}$ C-nál pedig már csak a rövidhullámú sáv emittálódik. De mind a kettő kisebb intenzitással, mint -40° C-nál, vagy $+20^{\circ}$ C-nál.

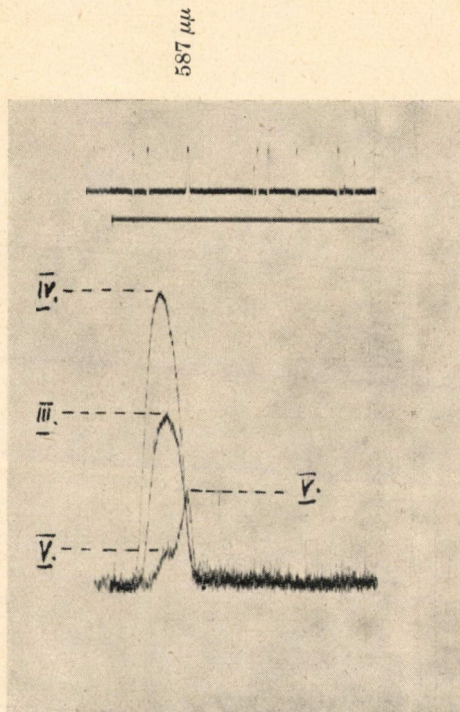
Tehát ebben az esetben a két sáv közül egyiknek az optimuma sem fekszik szélső, a legmélyebb vagy legmagasabb, hanem egy közbülső hőmérsékleten.

A rhodamin *S* zselatinos szilárd oldata 0.3 mm vastag és 10^{-2} gr/cm³ koncentrációjú. E festéklemezt nem vizsgáltam meg $+100^{\circ}$ C hőmérsékleten, mert e vastagság mellett $+100^{\circ}$ C-nál a lemez már erősen hólyagosodik és deformálódik.

E festéklemez is minden hőmérsékleten sárgás-zöld fluoreszcenciát mutat. $+20^{\circ}$ C-nál hosszúhullámú színváltással narancsban foszforeszkál, míg -180° C-nál hasonló módon viselkedik, mint a methylviolett *5B* -40° C-nál. Vagyis a megvilágítást megszüntetve, hosszúhullámú színváltással narancsban foszforeszkál, 3. sec. elteltével azonban a narancsfoszforeszcencia eltűnik és utána még 2.5 sec-ig zöldes-kékben rövidhullámú színváltással foszforeszkál tovább. Tehát a foszforeszcenciában -180° C-nál egyidejűleg emittált két sáv csillapodási ideje nem egyenlő. A hosszúhullámú sáv 3 sec, a rövidhullámú 5.5 sec. Ennek az a külső következménye, hogy kettős színváltással megy át a fluoreszcenciából a foszforeszcenciába az emisszió. Természetesen ez a kettős színváltás csak akkor észlelhető, ha az emisszió teljes lefolyását a csillapodási idő végéig követjük. A gyorsan forgó foszforoszkópban a kettős színváltás nem látható.

A 7a ábra (I. tábla) e festéklemez emissziójának fotografiája és a 7b ábra ugyanez kiregisztrálva. Expozició 3 óra. A fotografálólemezen két sáv látszik, egy hosszúhullámú $\lambda=636.2\mu\mu$ maximummal és egy rövidhullámú $\lambda=582.8\mu\mu$ maximummal. A maximumok helyei az egyes sávok optimális hőmérsékletére vonatkoznak.

E festéklemez merőben másképp viselkedik, mint az erythrosin. Ugyanis a hosszúhullámú sáv intenzitása -40° C-nál maximális (IV. sáv és görbe), ennél magasabb és mélyebb hőmérsékleteknél az intenzitás csökken. A rövid hullámú sáv $+20^{\circ}$ C (III. sáv és görbe) és -40° C-nál egyáltalán nem is jelentkezik és -180° C-nál (V. sáv és görbe) lép csak fel. Tehát a hosszúhullámú sáv optimális hőmér-



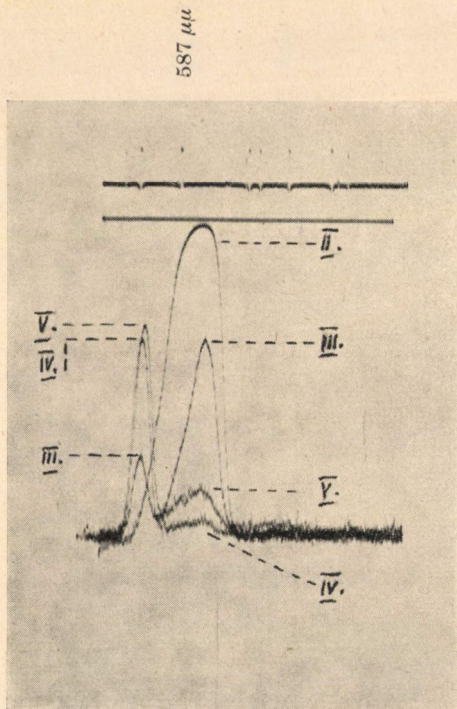
7b. ábra.

séklete -40° C környezetében van, a rövidhullámúé pedig -180° C-nál vagy ennél mélyebb hőmérsékleten.

Az eosin w. gelblich (GRÜBLER) festék zselatinos lemezének vastagsága 0.1 mm, koncentrációja 10^{-4} gr/cm³. E festéklemez minden hőmérsékleten zöldben fluoreszkál és magas hőmérsékleteken sárgás-zöldben foszforeszkál. De -180° C-nál kettős színváltással megy át a foszforeszcenciába, éspedig a gerjesztés meg-

szüntével 3 sec.-on át sárgászöldben foszforeszkál s ennek lecsillapodása után még 2 sec.-on át kékes-zöldben rövidhullámú színváltással foszforeszkál tovább.

A 8a. (I. tábla) és 8b. ábrákon látható e festéklemez emissziójának fotografált képe. Expozició 30 perc. Ugyancsak két emittált sáv látszik egy hosszúhullámú $\lambda = 653.7 \mu\mu$ maximummal, a maximum



8b. ábra.

helye -180° C hőmérsékletre vonatkozik (V. sáv és görbe) és egy rövidhullámú $554.4 \mu\mu$ maximummal, itt a maximum $+100^{\circ}$ C-ra vonatkozik. A hosszúhullámú sáv viselkedése a hőmérséklettel szemben nem mutat semmi különösét. Azonban a rövidhullámú sáv másképpen viselkedik, mint az előzőek. Ugyanis ennek a sávnak $+100^{\circ}$ C-nál (II. sáv és görbe) maximuma van. A hőmérséklet csökkenésével $+20^{\circ}$ C-on át (III. sáv és görbe) -40° C-ig (IV. sáv

és görbe) az intenzitás folytonosan csökkenve eléri minimumát. Innen azonban a hőmérséklet további csökkenésével -180° C-ig (V. sáv és görbe) az intenzitás újból növekszik. Tehát ennek a sávnak két hőmérsékleti optimuma van és a kettő között egy minimuma.

Fel kell említenem, hogy az összes felvételek 0.0025 sec.-al a gerjesztés után történtek. A csillapodás más időpontjában más lesz a sávok intenzitás eloszlása és egyszersmint az optimális hőmérséklet is, mint közvetlenül a gerjesztés után.

A megvizsgált összes festéklemezekenél a csillapodási idő a hőmérséklettel csökken.

A további vizsgálatok folyamatban vannak.

Végül köszönetet mondok a Rockefeller Alapnak anyagi támogatásáért, továbbá Mischung Lona úrnőnek és Darvas Andor úrnak, akik a vizsgálatok folyamán segítségemre voltak.

Szeged, Kísérleti Fizikai Intézet. 1933. június.

DAS TEMPERATUROPTIMUM PHOSPHORESZIERENDER FARBSTOFFLÖSUNGEN.

Von P. FRÖHLICH.

(Mit Tafel VII.)

Es wurde qualitativ nachgewiesen, dass der Übergang von der Fluoreszenzfähigkeit in die Phosphoreszenzfähigkeit bei den Farbstofflösungen stetig ist, denn die phosphoreszenzfähigen Banden erscheinen in der Fluoreszenzemission schon vor dem Eintreffen der Phosphoreszenzfähigkeit.

Ferner wurde gezeigt, dass die Intensität der Phosphoreszenzbanden der festen Farbstofflösungen von der Temperatur wesentlich abhängt. Zu jeder Bande gehört diesbezüglich eine günstigste, also eine optimale Temperatur. Über und unter der optimalen Temperatur nimmt die Intensität der Bande ab. Die optimale Temperatur der Banden ist bei den verschiedenen Farbstoffen und bei den verschiedenen Banden derselben Farbstofflösung meistens verschieden, auch der Gang des Abnehmens der Emissionsintensität über und unter dem Temperaturoptimum ist bei verschiedenen Banden nicht derselbe. Die Farbe der Phosphoreszenzemission ändert sich mit der Temperatur einerseits nach der Bande, welche ihr Optimum in der Nähe dieser Temperatur hat, und andererseits nach dem Gange der Intensitätsänderung der verschiedenen Banden.

Die Temperaturabhängigkeit der Intensität in der Fluoreszenzemission ist nicht dieselbe, als bei der Phosphoreszenz. Der Schwerpunkt und die Farbe der Fluoreszenzemission ändern sich mit der Temperatur praktisch nicht, sondern die Emissionsintensität der Fluoreszenzbanden von den hier untersuchten Farbstofflösungen wächst mit abnehmender Temperatur nach den bisherigen Untersuchungen stetig.

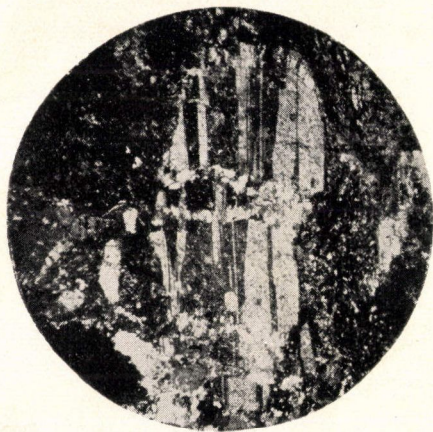
Aus dem geht hervor, dass beim Übergang von der Fluoreszenz in die Phosphoreszenz ein Farbumschlag auftreten kann, deren Richtung einerseits durch den stabilen Schwerpunkt der Fluoreszenzemission, anderseits durch den sich ändernden Schwerpunkt der Phosphoreszenzemission bestimmt ist. Der Farbumschlag ist also die Folge des heterogenen Verhaltens der Fluoreszenz- und Phosphoreszenzemission bei Temperaturänderungen. Der Farbumschlag kann sich nicht nur gegen die längeren, sondern auch gegen die kürzeren Wellen richten.

Szeged, Institut für Experimentalphysik der Franz Joseph Univ. Jun. 1933.

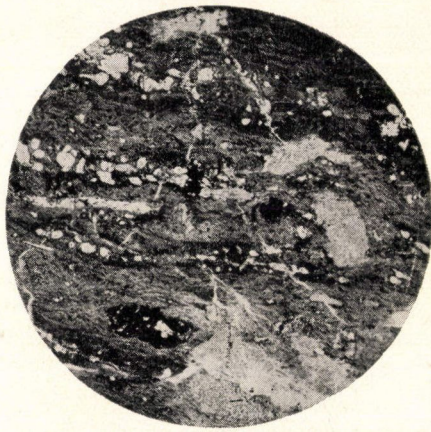
(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 12. Juni 1933.)







1.



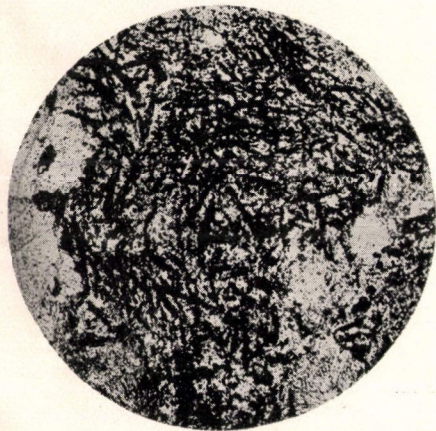
2.



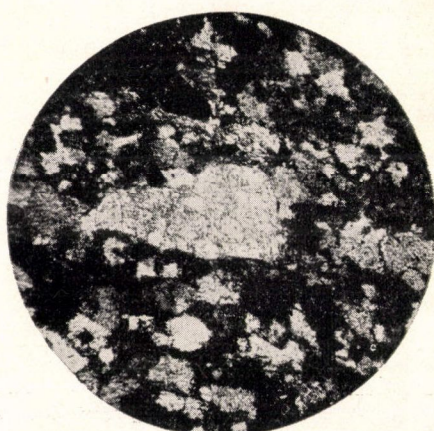
3.



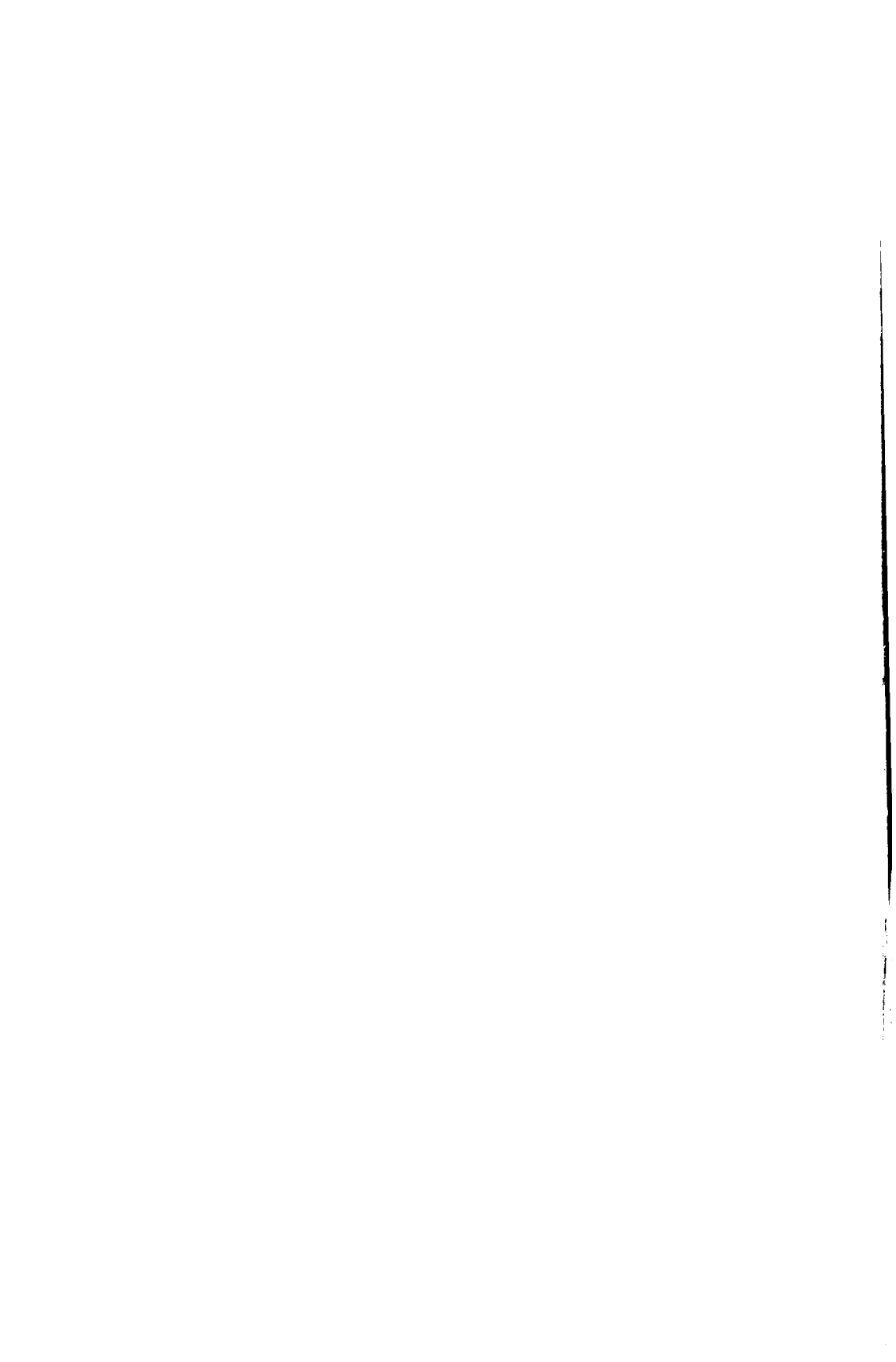
4.

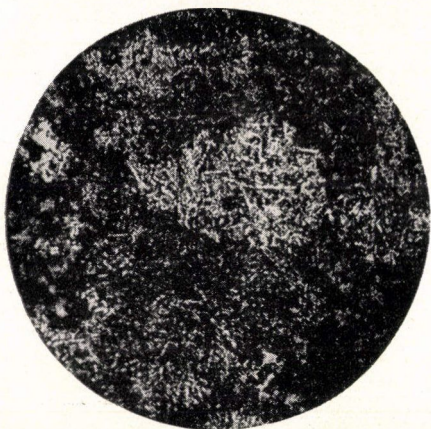


5.



6.

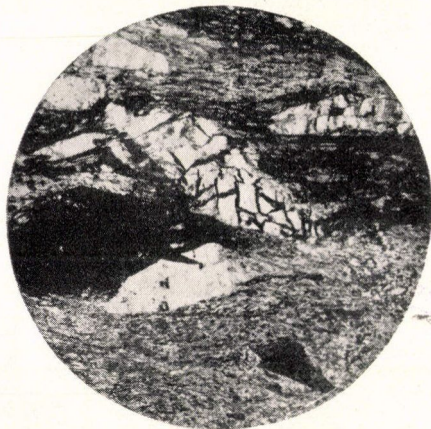




1.



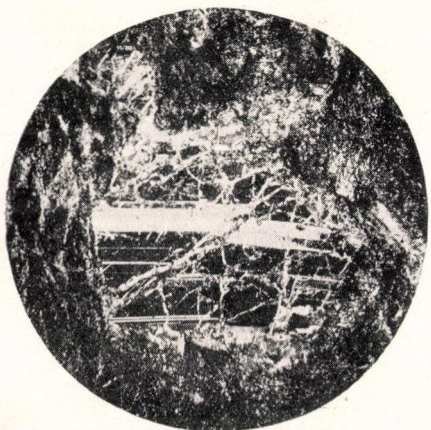
2.



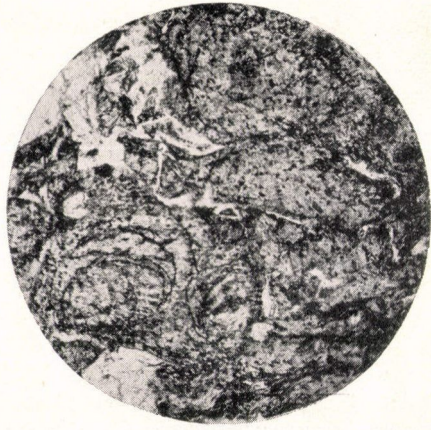
3.



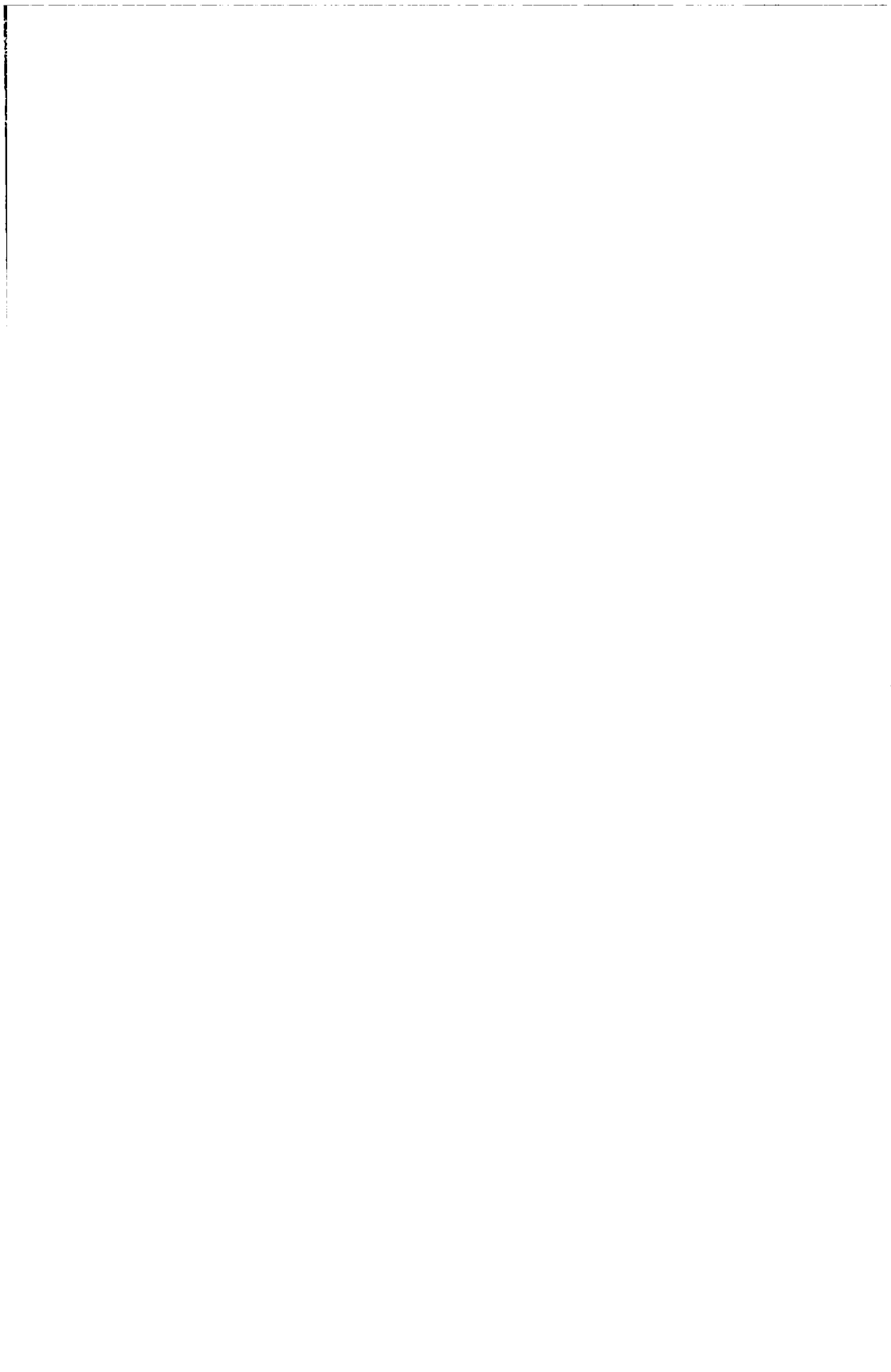
4.

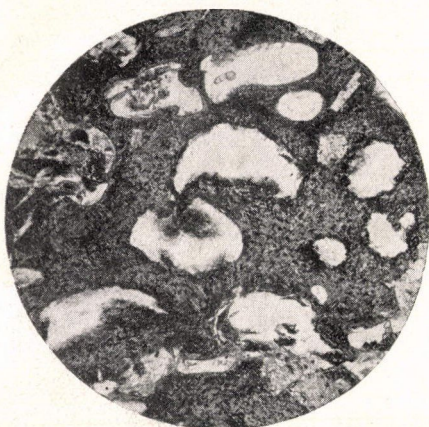


5.

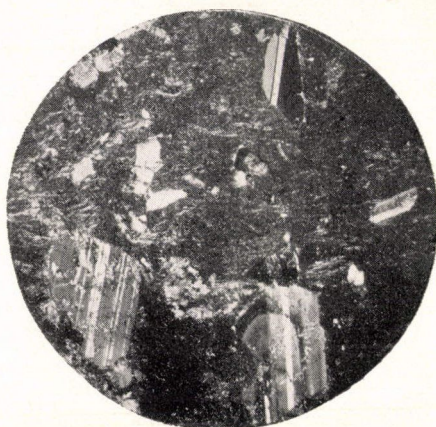


6.





1.



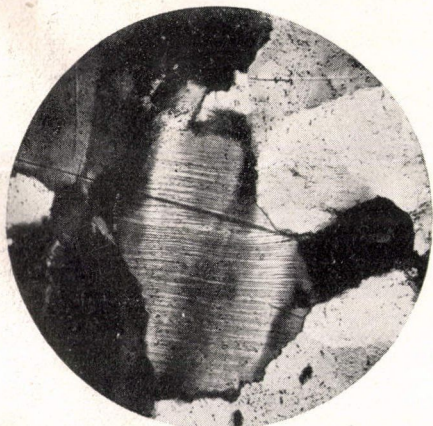
2.



3.



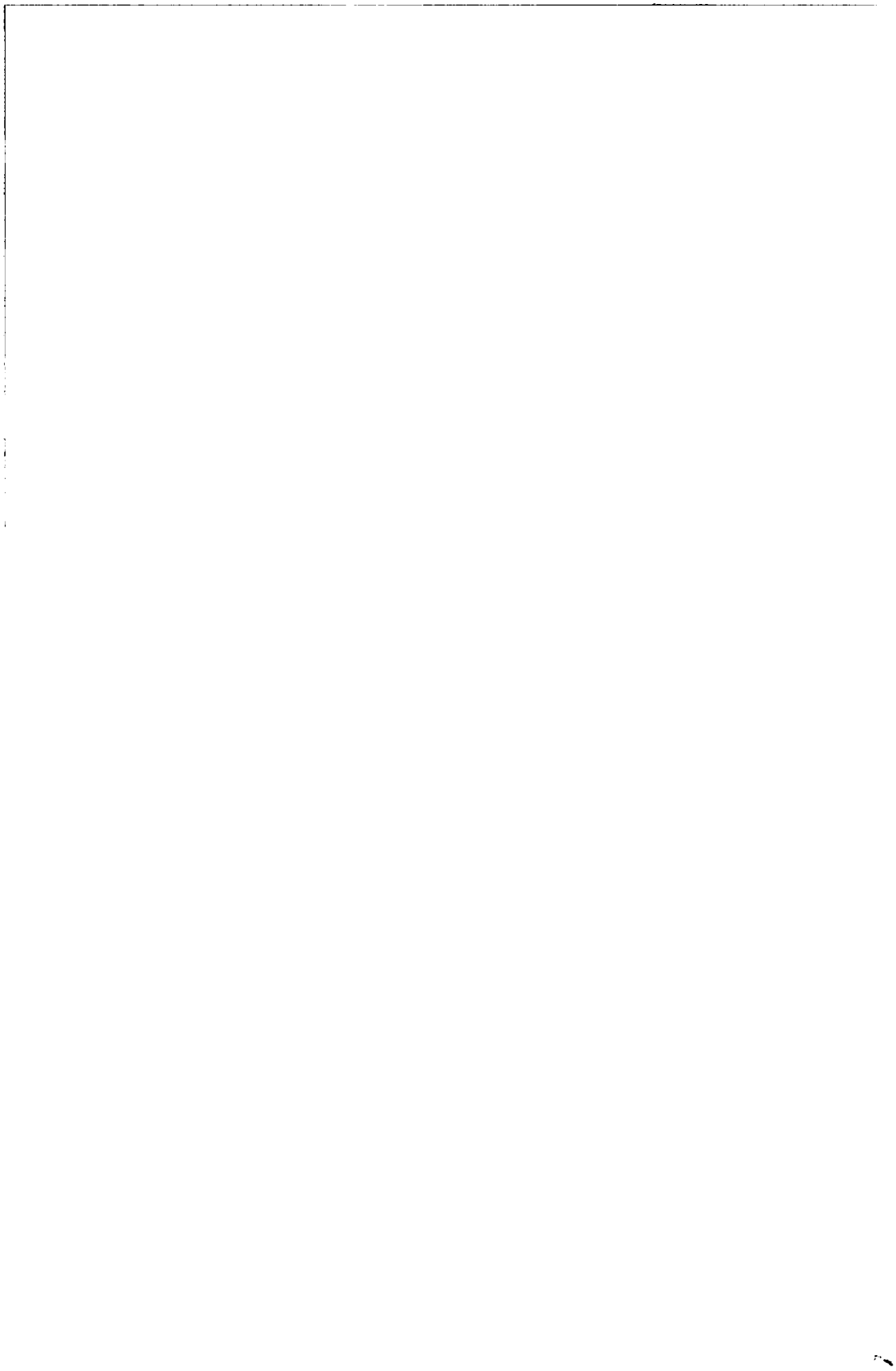
4.



5.



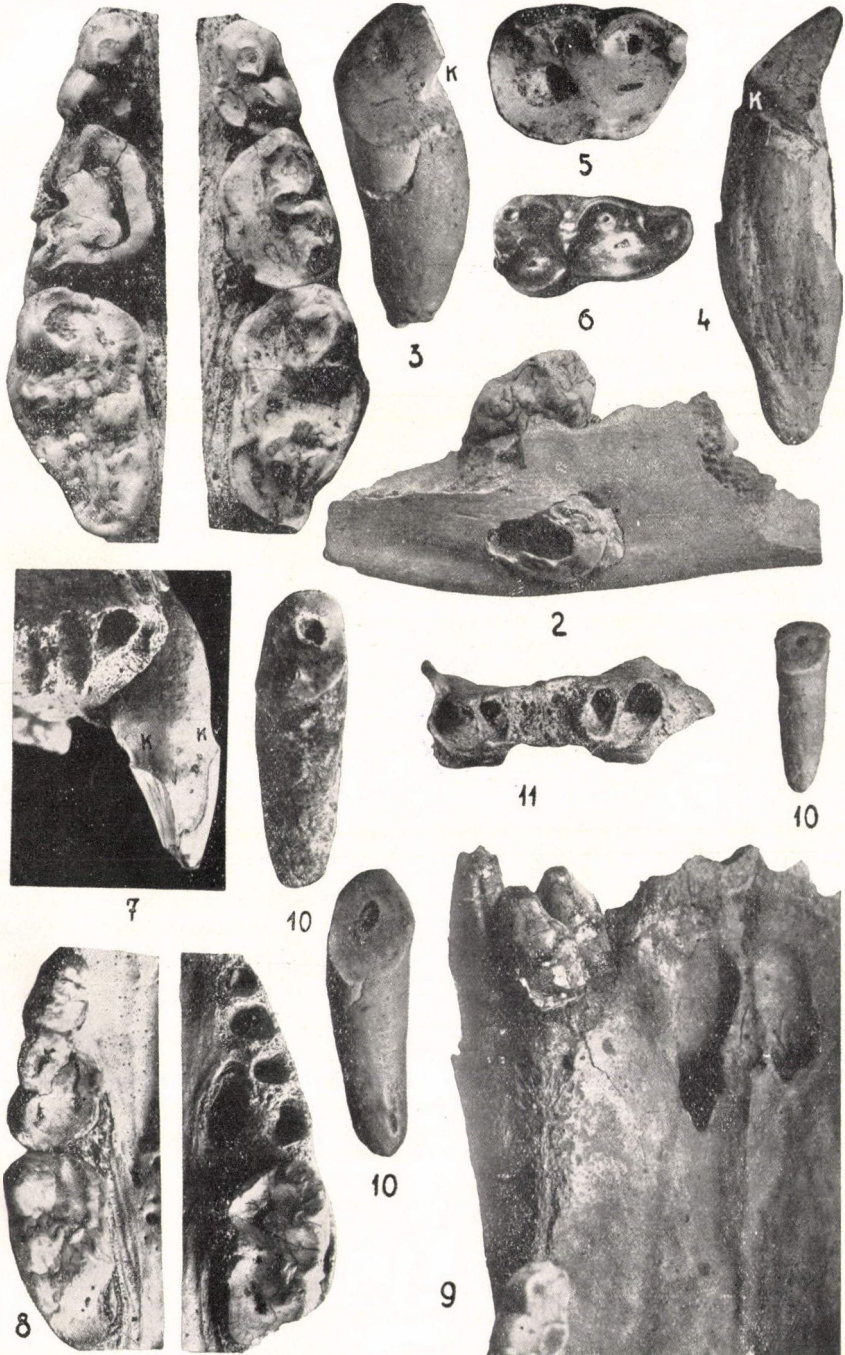
6.

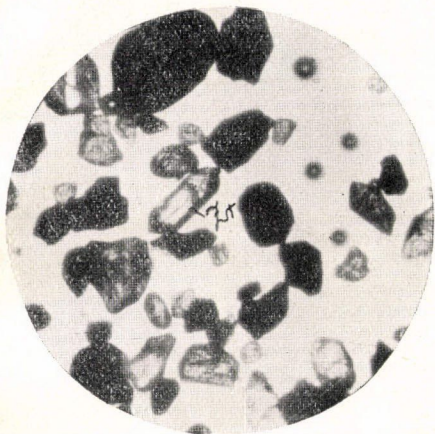




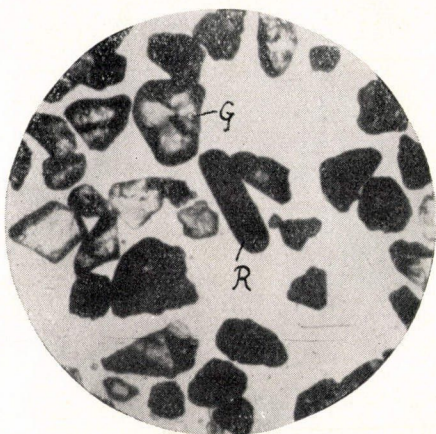


Kubaeska A.: Patológiai vizsgálatok
magyarországi barlangi medvék
koponyáján.

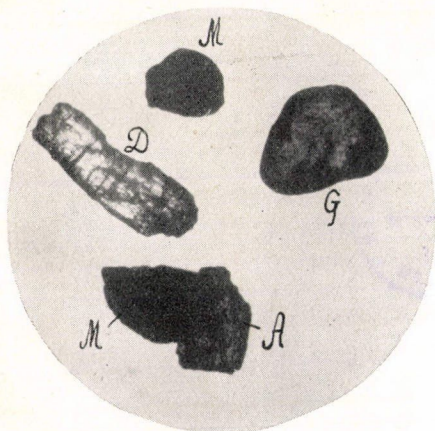




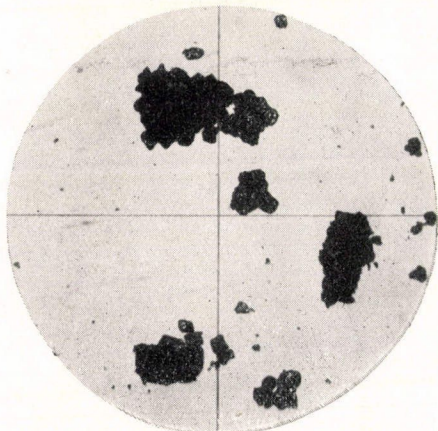
1



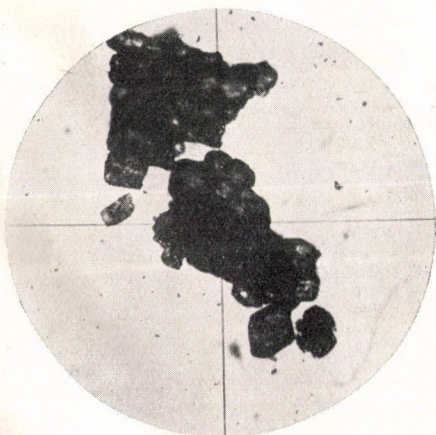
2



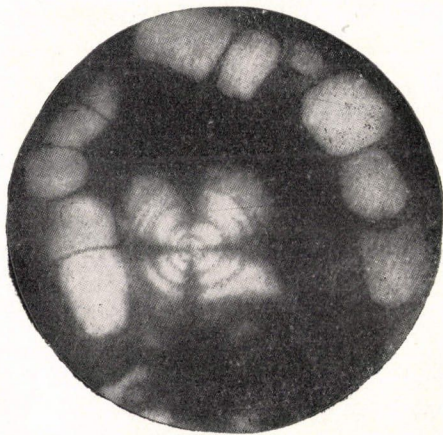
3



4



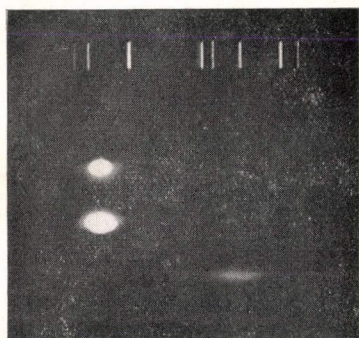
5



6



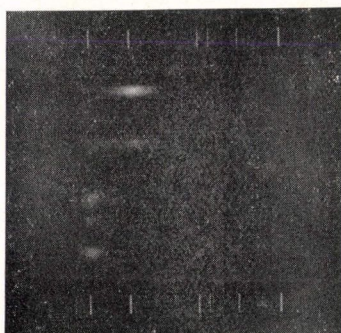
587 $\mu\mu$



- I.
- II.
- III.
- IV.
- V.

1. ábra.

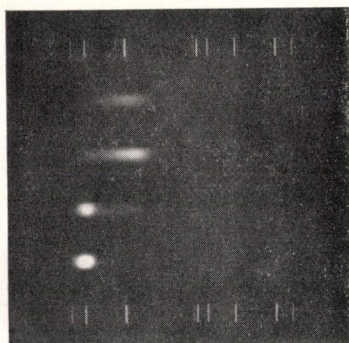
587 $\mu\mu$



- I.
- II.
- III.
- IV.
- V.

4a. ábra.

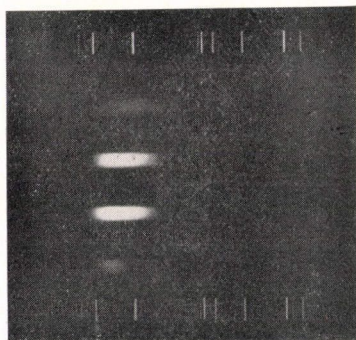
587 $\mu\mu$



- I.
- II.
- III.
- IV.
- V.

5a. ábra.

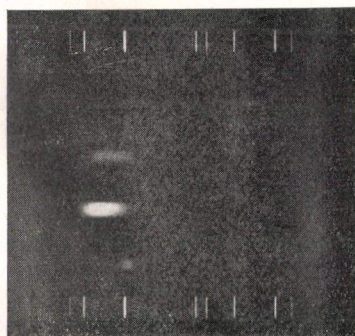
587 $\mu\mu$



- I.
- II.
- III.
- IV.
- V.

6a. ábra.

587 $\mu\mu$



- I.
- II.
- III.
- IV.
- V.

7a. ábra.

587 $\mu\mu$



- I.
- II.
- III.
- IV.
- V.

8a. ábra.

