

FÖLDTANI KÖZLÖNY

Band LXVII. kötet.

1937. július—szept.

Heft 7—9. füzet.

A

MAGYARHONI FÖLDTANI TÁRSULAT VÁLASZTMÁNYA

mélyen megrendülve jelenti, hogy

REICHERT RÓBERT dr.,

egyetemi m. tanár, egyetemi adjunktus,

aki az összes iskolai- és egyetemi tanulmányait kitüntetéssel végezte, az Angolkisasszonyok Polgári Tanárképző főiskolájának tanára, a Kis Akadémia r. tagja, a Kir. Magy. Természettudományi Társulat választmányi tagja, eserkéztiszt, a Kat. Egyetemi és Főiskolai Hallgatók Szövetségének tiszteleti tagja, a Collegium Hungaricum Szövetségnek választmányi tagja.

Társulatunknak 1921 óta rendes tagja, 1924-től — 1930-ig másodtitkára, 1930-tól—1933-ig elsőtitkára, 1933 óta pedig választmányi tagja a kötelességtudás, pontosság és rendszeret mintaszerű megszemélyesítője :

1937. július 8-án elhunyt.

Béke legyen Vele! .

UJABB SZIKKÉPZŐDÉSI ELMÉLETEK ÉS SZIKJAVITÁSI TANÁCSOK.

Irta: 'Sigmund Elek dr.*

EINIGE NEUEREN THEORIEN ÜBER DIE BILDUNG DER UNGARISCHEN ALKALIBÖDEN (SZIKBÖDEN) UND DER DARAUŠ GEFÜLGERTEN PRAKTISCHEN RATSCHLÄGE.

Von Dr. Alexius A. J. von 'Sigmund**

Az utóbbi időben három új szikképződési elmélet vetődött fel: Treitz gázexhalációs elmélete, Scherf geológiai elmélete és Kreybig-Endrédy terasz elmélete. Az elsöre vonatkozólag csak annyit állapítok meg, hogy gázexhalációk ugyan észlelhetők tavasszal a szikéseket borító víztükörből felszálló buborékok alakjában, de azok nem mélyből jövő, hanem a felszíni metán- és egyéb erjedési folyamatoknak eredményei, melyek a szikések képződésére semmiféle hatást nem gyakorolnak. Scherf elméletét ugyan már részletesen megeáfoltam 1929-ben¹, de közleménye csak 1935-ben jelent meg² s így szükséges vele még egyszer foglalkoznom. Scherf elméletében, ami helyt álló, nem új, nagyrészt én már 1905-ben közöltem; ami pedig új, az ellenkezik a már eddig ismert tapasztalatokkal. Elméletének veleje, hogy a hol a pleistocénkorú CaCO_3 tartalmú, agyagos löszréteg alatt víztetző réteg van, ott a felgyűlt nátriumsók felfelé szivárgás útján a karbonátos szintben szódává alakultak és a reá ülepedett, eredetileg savanyú, holocén iszapot többé-kevésbé közömbösítették és elnátriumosították. Tagadja a lefelé való kilugzást és a kilugzott szikések degradálását további hidrolízis útján. Mindenekelőtt hibás az a feltevése, hogy a szikések szárazabb viszonyok között képződtek, mint fekete mezőségi talajaink. Így tehát adva van a lehetőség a lefelé való kilugzásra. Ezt bizonyítják egyebek közt a 3. 4. és 5. táblázat adatai, melyek a hortobágyi degradált szikre vonatkoznak. A 3. táblázat azt bizonyítja:

1. hogy az A-szintből a B_1 , B_2 és B_3 szintbe ingzódott a vas, alumínium és oldható kóvasav tekintélyes része; 2. a C_2 szintben CaCO_3 felhalmozódás jelentkezik a C_1 -szint rovására; 3. az A-szint magas Na_2O tartalma nem vall savanyú kilugzású iszapra; 4. a vízben oldható sók az A-szintből hiányoznak és a B_2 és B_3 -ban halmozódtak fel a 4. táblázat tanúsága szerint; 5. az alkálitalaj hidrolízise csak ott jelentkezik érdemiiesen, ahol (t. i. A-szintben) a sók mennyisége nem haladja meg a 0.1%-ot 6. az 5. tábl. tanu-

* Előadta a Magyarhoni Földtani Társulat 1937. ápr. 7-i Szakülésén.

** Vorgetragen in der Fachsitzung der Ung. Geol. Gesellschaft am 7. April 1937.

sága szerint az A-szintben és részben a B₁-ben is a kieserélhető nátrium helyét a hidrogén pótolja.

Mindez azt bizonyítja, hogy tényleg volt lefelé való kilugzás, sőt a felső szintekben az alkalitalaj részben hidrolizist szenvedett és így degradálódott.

Ezek alapján Scherf új elmélete nemesak nem nyert kellő bebizonyítást, de ellenkezik az eddig ismert adatok- és tapasztalatokkal. Természetes, hogy így mindazok a gyakorlati tapasztalatok is, melyeket Scherf új elméletéhez fűzött, vagy elvesztette megbízhatóságát, vagy már azelőtt is ismeretes jelenségekre vonatkozik.

Ami végre a Kreybig-Endrédy-féle új elméletet illeti, az egyelőre annyira nyers és kiforratlan, hogy abból nehéz egyebet kiolvasni, mint, hogy a szikések előfordulása a helyi orografiai és hidrográfiai viszonyoktól függ, ami szintén nem új felfedezés, csak abban az alakban, ahogyan azt beállították, nem általánosítható. A Kreybig-féle nátroniszap mibenlétéről, keletkezéséről és sajátosságairól pedig semmit nem mond.

A három új elmélet tehát semmi olyat nem tartalmaz, mely arra indíthatna, hogy az eddig jól megalapozott szikképződési jelenségekre vonatkozó ismereteinket és nézeteinket módosítanom kellene. A Scherf-féle geológiai kortörténet mindenesetre magyarázatot adhat az Alföldön található egyes üledékrétegek geológiai képződéséről, de a szikképződés lényegén nem változtat, mert az már nem geológiai, de talajtani képződmény, melyet kortörténeti kombinációkból és pH-értékek alapján nem lehet kellőleg megmagyarázni. A szikképződési folyamat nagyon jellegzetes és erős hatású talajképződési folyamat, melyet ma már több, mint 30 éves kémiai tanulmány alapján, nagyszámú kísérleti tapasztalattal támogatva építettem fel. Ezt nem lehet kortörténeti feltevésekkel és magában véve is megbízhatatlan pH-meghatározásokkal megingatni.

* * *

Im Jahresbericht der Kgl. Ung. Geologischen Anstalt über die Jahre 1925—1928 erschien im Jahre 1935. eine Abhandlung von Dr. Emil Scherf „Geologische und Morphologische Verhältnisse des Pleistozäns und Holozäns der grossen ungarischen Tiefebene und ihre Beziehungen zur Bodenbildung, insbesondere der Alkalibodenentstehung.“ betitelt. In dieser hat Scherf eine neue Entstehungstheorie der ungarischen Alkaliböden aufgestellt deren Grundprinzipien er in folgenden Punkten zusammenfasst.

„Zur Bildung von Alkaliböden ist also auf unserer Tiefebene das Zusammenwirken folgender Faktoren erforderlich:

1. Vorhandensein CaCO₂-führenden Pleistozäns in nicht zu grosser (z. B. 1 m überschreitender) Tiefe unter der heutigen Oberfläche;

2. Reichthum des Grundwassers an Natriumsalzen, die durch Kapillarwirkung in die CaCO_3 -Zone gehoben, dort Soda produzieren können; im Zusammenhang damit:

3. Vorhandensein und muldenförmiges Relief des wasserdichten blauen Tegels (2b.) zur Ermöglichung der Akkumulation von Salzen im stagnierenden Grundwasser in nicht zu grosser, durch den Kapillarhub noch zu überwindender Tiefe unterhalb der soda-produzierenden, CaCO_3 -führenden Schicht."

Der letzte Punkt ist nicht neu. Ich habe schon im Jahre 1905⁴, sodann in meiner Monographie über die ungarischen Szikböden festgestellt, dass die Anhäufung der Natronsalze in den strengen Szikböden des Tisza-Gebietes nicht von den orographischen Verhältnissen der Oberfläche, sondern von der Wasserundurchlässigkeit der blauen Tonschicht und deren wellenförmige Ausbildung bedingt ist. Es scheint, dass Scherf diese Abhandlungen nicht gelesen oder wenigstens nicht geachtet hat. Der Prioritätsanspruch kann also für diese Entdeckung nicht Scherf zugesprochen werden, höchstens kann er nur behaupten, dass er im Jahre 1923 festgestellt hat, dass in seinem Aufnahmegebiet ähnlich wasserundurchlässliche Untergrundschicht vorkommt, welche ich schon im Jahre 1905 in Békésesaba und an anderen Teilen des Tiszagebietes als *einen Grundfaktor* der Salzanhäufungen festgestellt habe. *Nicht richtig ist jedoch die Behauptung Scherfs*: „dass als erste wasserakkumulierende Schicht nicht nur im Gebiet zwischen Donau und Tisza, sondern überhaupt *in der ganzen ungarischen Tiefebene* der blaue Tegel (2b.) fungiert.“ (Siehe S. 288 der zitierten Abh.) Denn ich habe schon im Jahre 1905 festgestellt, dass eben im Gebiete zwischen der Donau und Tisza bei den sandigen Sodaböden, die wasserundurchlässige Schicht eine muldenartig ausgebildete *Kalksteinschicht* bildet, welche einfach mit CaCO_3 zusammenkitteter Sand ist und wahrscheinlich eine lakustre Grundablagerung darstellt.

Um Missverständnisse vorzubeugen theile ich mit die mechanische Zusammensetzung des Profils eines rein sandigen Sodaboden aus Makraszék bei Szeged in Tabelle 1.

Unter diesen CaCO_3 -reichen Sandschichten finden wir die oben erwähnten Kalksteinschicht, welche nicht nur hier, sondern im Sandgebiet ziemlich verbreitet ist und unter den sandigen Sodaböden von mir stets in etwa 2 m. Tiefe gefunden war. Es scheint mir, dass in diesen Gebieten diese wahrscheinlich lakustre Kalksteinschicht kleinere oder grössere Mulden bildet und in den tiefsten Teilen werden das Wasser und die Natronsalze angehäuft und zur Bildung der sandigen Sodaböden als Grundlage dienen. Die Rolle ist also ungefähr dieselbe wie des blauen wasserdichten Tonnes unter den strengen Szikböden des Tisza-Gebietes. Ich habe so

Tabelle 1.
1 sz. táblázat

	Tiefe der Bodenschicht Talajréteg mélysége.							
	0—15 cm		15—90 cm		90—120 cm		120—200 cm	
	Original eredeti	Ohne CaCO ₃ nélk.	Original eredeti	Ohne CaCO ₃ nélk.	Original eredeti	Ohne CaCO ₃ nélk.	Original eredeti	Ohne CaCO ₃ nélk.
	‰							
Grobster Sand Legdurvább homok	0.28	0.20	0.12	0.04	0.32	1.32	0.32	0.32
Grobsand Durva homok	11.83	11.52	6.00	5.44	13.24	12.88	16.32	15.60
Mittelfein Sand Középfinom homok	57.60	51.24	34.04	26.44	62.00	52.60	59.64	49.32
Feinsand Finom homok	12.12	9.56	22.88	14.88	15.08	11.20	12.24	8.92
Feinstersand Legfinomabb homok	5.64	3.24	12.80	5.36	1.72	0.84	0.92	0.48
Staub Por	0.84	0.32	2.40	0.84	0.64	0.16	0.16	0.04
Summe d. Skeletteile Összes finom vázrész	88.36	76.08	78.24	53.00	93.00	78.00	89.60	74.68
Schluff Iszap	8.28	3.16	18.32	5.28	5.76	1.64	3.72	1.36
Ton Agyag	0.15	0.07	0.77	0.26	0.12	0.04	0.12	0.05
Feuchtigkeit Nedvesség	0.52	0.52	2.28	2.28	0.35	0.36	0.38	0.38
Summe Összesen	97.31	79.83	99.61	60.82	99.24	80.04	93.82	76.47

eine Kalksteinschicht analysiert und die betreffenden Ergebnisse sind in Tabelle 2. zu finden.

Diese Kalksteinschicht ist mitunter so fest, dass es in der Umgebung zu Bauzwecken verwendet wird.

Damit will ich nur darauf hinweisen, dass diese blaue, wasserdichte Tonschicht nicht, wie Scherf meint, in der ganzen ungarischen Tiefebene als erste wasserakkumulierende Schicht vorkommt. Richtig ist nur die Verallgemeinerung in dem Sinne wie

Tabelle 2.
2. sz. táblázat

Bestimmte Bestandteile Meghatározott alkatrész megnevezése	Oberer, lockerer Teil der Kalk- steinschicht A mészkőpad felső laza része	Mittlerer, weisser und harter Teil der Kalkstein- schicht A mészkőpad kö- zépűsű fehér és kemény része	Unterer gelb gefärb- ter und härtester Teil der Kalk- steinschicht A mészkőpad alsó sárgás árnyalatu legkeményebb része
Unlöslicher Rückstand Oldhatatlan maradék ---	19.691 0/0	16.442 0/0	25.101 0/0
Lösliche Kieselsäure Oldható kovásv ---	2.127 „	1.514 „	1.391 „
Fe ₂ O ₃ Al ₂ O ₃ ---	0.547 „	0.390 „	0.464 „
CaO ---	39.091 „	38.904 „	24.248 „
MgO ---	2.617 „	3.235 „	0.559 „
CO ₂ ---	31.073 „	33.041 „	18.000 „
SO ₃ ---	sp. nyom	sp. nyom	—
Summe Összesen ---	95.146 0/0	93.526 0/0	96.763 0/0

ich schon in meiner Monographie festgestellt:⁶

„Although conditions have varied from place to place we might name the following as periods or steps in the evolution of this soil type:

1. The formation of an impermeable subsoil layer which hinders the filtration and drainage of the water and salt solutions which accumulate on the surface” . . . etc.

Der zweite Kernpunkt der Theorie von Scherf ist die sogenannte „Sodafabrik“ (S. 236 in der Abh. v. Scherf) in der lössartigen Lehm Schicht (9 b.) oberhalb des blauen Tegels (2 b.). Pleistozän-Sand usw. (4—7). *Diese Schichtenfolge ist auch nicht neue Entdeckung.* Schon im Bodenprofil aus Békésésaba habe ich in 1905 ähnliche Profile publiziert. Auch daselbst ist ausdrücklich betont worden, dass nicht nur in Békésésaba, sondern in Tiszaradvány und in anderen Gebieten des Tisza-Flusses und seiner Nebenflüsse die strengen Szikböden stets ähnliche Bodenprofile aufwei-

sen. Das ist also keine neue Entdeckung von Scherf, nur die Bestätigung alt bekannter Tatsachen in seinem Aufnahmegebiet, was jedoch in seiner Tafel I. nicht angegeben ist, sondern als allgemeine Theorie bezeichnet wird. Wo ist jedoch die lössartige Lehmschicht in den sandigen Sodaböden von Makraszék bei Szeged? In Tabelle 1. haben wir ja sehen können dass bis zur Tiefe von 2 m im Bodenprofil nur Sand und Sand gefunden wurde und darunter lag die wasserdichte Kalksandsteinschicht. Es ist ja möglich, dass viel tiefer hier noch Lösslehm und auch blauer Ton vorkommen können, diese haben jedoch gar keinen Einfluss gehabt bei der Ausbildung der sandigen Sodaböden.

Richtig ist die Behauptung von Scherf, dass bei uns Soda im Boden nur dort aufgefunden wird, wo die Natronsalze enthaltenden Bodenschichten zugleich reich an CaCO_3 sind. Diese Behauptung ist aber *auch nicht neu*. Ich habe das bereits in 1905 festgestellt und seitdem sehr oft wiederholt bewiesen.

Neu ist hingegen, dass er die ganze Alkalisierung unserer Szikböden dieser „Sodafabrik“ zuspricht. *Allein diese Behauptung stimmt nicht mit den bekannten Tatsachen*. Denn erstens gibt es salzreiche Alkaliböden in Ungarn, wo im ganzen Bodenprofil keine Spnr von CaCO_3 vorkommt. Sodann vermutet Scherf zu viel der Kapillarität dieser Böden, wenn er jenes Grundw.-Niveau richtig in seiner Tafel I. angibt. Ich weiss nicht ob Scherf mit diesen Böden Kapillaritäts-Versuche ausgeführt hat oder nicht. Ich habe aber gefunden, dass im besten Falle während 20 Tage die kapillare Steigung nicht 0.5 m übertrifft. In den ausgelaugten resp. degradierten Szikböden finden wir die Karbonatschicht gewöhnlich viel tiefer als 50 cm. und sehr oft unter 1 m Tiefe. Es ist also *kaum möglich, dass die Alkalisierung der oberen Horizonte in der von Scherf angegebenen Weise vor sich geht*.

Aber wenn ein Teil der Soda, welche in der CaCO_3 -haltigen Pleistozänschicht gebildet wurde durch kapillare Hebung in die darüber geschichtete ursprünglich saure Holozänschicht gerathen ist, ist es kaum verständlich, dass die Soda in diesen Schichten spurlos verschwindet und dass die Soda in CaCO_3 -freien Schichten in messbaren Menge nicht getroffen wird.

Auch ist es ganz unverständlich, wesshalb in einem Boden, wo er so kräftige Kapillarität vermutet in der 3–4 Monate langen Trockenperiode, er die Auslaugung während der 8–9 Monate dauernder nassen Periode verneint.

Auch ist es ganz falsch wie er die Bodenklima-Verhältnissen der Szikböden in Fig. 1. (S. 289.) darstellt. Denn die Alkaliböden kommen bei uns in solchen Gebieten vor, wo früher oder auch noch jetzt stagnierendes Wasser während einer gewissen Periode den Boden bedeckt hat. Wo also wie ich in meiner oben zitierten Monographie zum Ausdruck brachte *die Bodenverhältnisse sich der-*

art verhielten, dass der Boden zeitweise an Wasserüberschuss leidet. Das Bodenklima der Szikböden ist also zeitweise *viel feuchter, zur Auslaugung viel günstiger als in den benachbarten Steppenböden.* Es ist also ganz unmöglich zu vermuten, dass in den ungarischen Alkaliböden nur eine kapillare Hebung der Salze möglich wäre, und eine Wanderung nach der Tiefe nicht vorkommen kann. Auch ist es ganz falsch wenn er in Fig. 1. die Salzböden dadurch charakterisiert: „Keine Auslaugung nach unten, sondern Aufstieg der Natronsalze.“ *Seherf hat aber in seiner zitierten Abhandlung überhaupt keine Salzbestimmungen, noch weniger Absorptionsbestimmungen mitgeteilt.* Seine ganze Theorie will er mit den pH-Werten beweisen, von denen er selbst an anderer Stelle feststellte⁷, wie unsichere und variable Werte in den sodahaltigen Böden vorkommen können. *Auf ähnlichen unsicheren Bestimmungen ist die ganze Theorie von Seherf begründet.* Er beklagt sich, dass wir Bodenchemiker (S. 293) uns um die geologischen Verhältnisse gar nicht kümmern. Wer meine Abhandlungen über Alkaliböden und meine Allgemeine Bodenkunde⁸ gelesen hat, kann das nicht behaupten, dass ich mich mit den geologischen Faktoren nicht befasst habe. Allein die Alkalibodenbildung ist *keine geologische sondern eine bodendynamische Erscheinung.* Es ist schön wenn er geologisch die Entstehung des blauen Tegels, wie er den wasserdichten Ton nennt, sowie die geologische Bildung der verschiedenen lössartigen sowie sandigen Schichten erklärt. Es ist wahrlich wünschenswert, das unsere Geologen die Art und Weise der Bildung unserer ganzen Tiefebene geologisch-historisch aufklären, das ist aber nicht die Aufgabe der Bodenchemiker. Uns genügt festzustellen wie der Boden aus seinem Muttergestein gebildet wurde und welche bodenbildenden und dynamischen Faktoren bei der Entwicklung zur Geltung kamen resp. auch jetzt noch in Wirkung sind. Die Aufgabe der Geologen bleibt die Entstehung der verschiedenen geologischen Formationen petrographisch und paleontologisch aufzuklären und beschreiben. Daraus können auch wir lernen und oft nützliche Folgerungen ziehen. Allein die Alkalibodenbildung ist schon kein geologischer Prozess, sondern ein kräftig wirkender Bodenbildungsprozess, welche alle diese verschiedenen Sedimente durch und durch arbeitet und den gegebenen bodenbildenden Faktoren gemäss zu einen echten Bodentypus entfaltet. Diese Bodenentstehung hat wohldefinierbare und durch analytische Befunde bestätigte Stufen, wie:

1. Die Anhäufung der Natronsalze im Boden, verursacht durch den undurchlässigen Untergrund und die zeitweise herrschende Überfeuchtigkeit des Bodens im ariden resp. semiariden Klima.
2. Die Alkalisierung des absorbierenden Bodenkomplexes durch die herunter und herauf wandernden Natronsalzlösungen.
3. Die Auslaugung der wasserlöslichen Salze durch stagni-

erendes Wasser- oder künstliche Bewässerung in solchem Masse, dass die ausgelaugten oberen Bodenschichten mehr und mehr undurchlässig werden, und das Wiederaufsteigen der Salze dadurch verhindern.

4. Die Hydrolisierung des Natrium-Bodenkomplexes durch fortgesetzte Auslaugung und beginnende saure Humusbildung in dem oberen Horizont, d. i. die Degradierung des Alkalibodens.

5. Wenn aber durch spezielle Verhältnisse das Niveau der salzhaltigen Grundwässer soweit gehoben wird, dass die trockengelegten, ausgelaugten oder degradierten Alkaliböden wieder versalzt werden, dann entstehen die regradierten Alkaliböden.

Alle diese Entwicklungsstufen können wir heute schon mit sicheren chemischen Merkmalen feststellen. Das ist schon keine Theorie sondern Tatsache, welche nicht durch geologische Vorstellungen und pH-Wertbestimmungen umgestossen werden können, wie das Scherf sich einbildet.

Die Theorie von Scherf bezweifelt überhaupt die Wanderung der Salze nach unten, und behauptet, dass nur eine Wanderung der Salze nach oben möglich ist. Die von mir als ausgelaugt resp. degradiert bezeichneten Alkaliböden sind nach ihm dadurch entstanden, dass ein saurer, ausgelaugter Schlamm den Natronschlamm bedeckt hat, usw. Das hat er aber nicht bewiesen. Denn mit vermuteten Kombinationen verschiedener geologischer Formationen und mit blossen pH-Wertbestimmungen kann man Bodenbildungsfragen nicht beantworten. Der Reaktionsprung kann ja z. B. in jedem Podzolprofil, welches aus einem CaCO_3 -hältigen Muttergestein sich entwickelt hat, ähnlich wie, bei den Alkaliböden Scherf gefunden hat, vorkommen, und niemand wird aus diesem Befunde allein daran zweifeln, dass diese Erscheinung mit der sauren Auslaugung des Bodens eng zusammenhängt. Ähnlich ist das bei der Alkalisierung der Böden. Das ist mindestens ein so kräftiger bodenbildender Prozess als die Podzolisierung. Es ist ja wohl möglich, dass in einem Inundationsgebiet, wie unsere Tiefebene, ein saurer Schlamm sich auf eine Kalk und karbonathaltige Schichte absetzt und die saure Decke eine saure Bodenauslaugung vortäuscht. Allein wenn dies der Fall wäre, so müsste man echte Schichtengrenzen wahrnehmen, was aber bei unseren Szikböden nicht der Fall ist. Sodann dürfte die mechanische Zusammensetzung der beiden Bodenschichten von einander charakteristisch verschieden sein. Auch die mineralogische Zusammensetzung könnte in dieser Hinsicht Aufklärung geben, wenn einmal Scherf die dynamische Merkmale nicht beachten will. Aber auch in diesem Falle wird er nicht, feststellen können ob der Boden alkalisiert ist oder nicht, ob er Natriumsalze enthält, oder nicht, das kann nur mit gehörigen chemischen Untersuchun-

gen geprüft und entschieden werden. Eben diese chemischen Merkmale widersprechen der Theorie von Scherf.

Tabelle No. 3. gibt die chemische Zusammensetzung des salzsauren Bodenauszeuges des ausgelaugten Alkalibodenprofils im Hortobágy an, wie ich das schon viel früher als Scherf's Theorie bekannt wurde mitgeteilt habe.

Tabelle 3.
3. sz. táblázat

Bodenhorizont T a l a j s z i n t								
	A	B ₁	B ₂	B ₃	C ₁	C ₂	C ₃	D
Na ₂ O	0.90	2.32	3.00	1.96	0.78	0.81	0.67	0.89
K ₂ O	0.36	0.43	0.55	0.70	0.27	0.29	0.26	0.29
CaO	0.63	0.77	1.09	0.69	10.12	16.00	14.53	14.40
MgO	0.27	0.70	0.67	1.65	1.42	0.23	0.24	0.35
MnO	—	—	—	—	0.02	0.98	1.04	0.78
Al ₂ O ₃	3.60	5.77	8.15	8.33	6.65	6.63	8.95	8.25
Fe ₂ O ₃	0.57	3.32	6.81	7.00	4.14	3.60	4.63	4.50
SO ₃	0.18	0.26	0.58	0.46	0.01	0.23	0.07	0.17
P ₂ O ₅	0.21	0.13	0.12	0.20	0.15	0.07	0.05	0.04
CO ₂	—	—	—	—	7.00	11.55	10.62	10.45
In knz. HCl und 5 0/0 KOH lösliche Kieselsäure SiO ₂ cc. HCl- ben és 5 0/0 KOH-ban oldható.	5.83	10.88	20.75	21.20	12.94	12.75	13.50	13.36
Glühverlust Izz. vesz.	10.94	2.02	2.24	2.25	1.96	1.46	1.61	2.15
Unlöslich Oldhatatlan	76.50	73.75	55.75	55.15	54.80	46.00	44.00	44.95
Summe Összesen	99.99	100.33	99.71	99.59	100.26	100.60	100.37	100.59

Aus dieser ergibt sich zuerst dass die Sesquioxide und die lösliche Kieselsäure aus Horizont A ausgelaugt und in den Horizonten B₁, B₂ und B₃ sich angehäuft haben. Das kann also nur durch eine Auslaugung von oben nach unten am Platze stattgefunden haben. Das finden wir aber nur bei den ausgelaugten Alkaliböden

so entschieden ausgebildet. Denn, z. B. in einem salzreichen Alkaliboden auch im Hortobágy, konnte ich nicht ähnliche Wanderung der Sesquioxide feststellen. Wäre also nur eine Wanderung der Natronsalze nach oben vorhanden, wie Scherf das vermutet, so könnte diese Wanderung des Sesquioxide nicht entstehen.

Ferner ist eine Anhäufung von CaCO_3 im Horizont C₁ festzustellen, was nicht anders zu erklären ist, als das dieses Salz von oben ausgelaugt und in Konkretionen und Adern sich tiefer ausgeschieden hat.

Auch ist es gar nicht wahrscheinlich, dass ein schon früher saurer ausgelaugter Schlamm so reich an salzsaurezersetzbares Na_2O sei als der Alkaliboden in Tabelle 3. Immerhin sind die obersten Bodenschichten so reich an Na_2O , dass es gar nicht notwendig ist mit Scherf zu vermuten, dass das Natrium in Form von Soda aus der Karbonatschicht durch Kapillarität gehoben wurde.

Tabelle 4.
4. sz. táblázat

Sz. m	In % auf lufttrockenen Boden berechnet		pH		Titr. Azidität		T—S
	%—ban légszáraz talajra		H ₂ O	n.KCl	Titrális aciditás		
	Gesamtmenge der Salze Összes só	Na_2CO_3			mit n.KCl nach Kappen Kappen szerint n.KCl-al	mit Na-acetat Na-acetáttal	
A	0.0 —0.1	—	5.8	4.4	2.2	21.7	16.2
B ₁	0.1 —0.2	—	6.5	6.3	1.5	2.2	5.4
B ₂	0.3 —0.4	—	7.4	7.12	0.1	0.5	5.1
B ₃	0.4	nyomek	7.6	7.21	0.1	0.3	4.9
C ₁	0.25—0.30	0.14	8.5	7.88	0.15	0.15	4.8
C ₂	0.20—0.25	0.17	8.7	7.16	0.10	0.20	4.7
C ₃	0.20—0.25	0.20	8.9	7.79	0.15	0.15	4.5
D	0.20—0.25	0.09	8.9	7.42	0.17	0.20	6.5

Wie aus Tabelle 4. hervorgeht ist der obere Horizont A ganz salzarm. Die meisten Salze enthalten Horizont B₂ und B₃.

Wenn also die von Scherf vermutete Neutralisierung und Alkalisierung des ursprünglich sauren Schlammes von unten aufgesaugten Na_2CO_3 herrühren würde, so müsste der Salzgehalt in B₂ und B₃ beträchtlich geringer sein als in C₁, C₂ und C₃. Das ist eben nicht der Fall. Dagegen sehen wir aus den Angaben, dass

solange die Auslangung der Salze nicht unter 0,1% fällt, die Hydrolyse des alkalisierten Bodenkomplexes garnicht oder sehr schwach vorgeht.

Das wird aus Tabelle 5. noch mehr augenscheinlich.

Tabelle 5.
5. sz. táblázat

Horizont Szint	T	Equivalenten der austauschbaren Kationen in % der maximalen Absorptionskapazität (T)					S	V
		A kieserélhető kationok mgr equivalentesei a teljes abszorpcios kapacitás. T %-ában						
		Ca	Mg	K	Na	H		
A	35.8	16.8	15.0	3.2	20.9	44.1	20.6	55.9
B ₁	36.8	26.1	16.8	2.7	39.7	14.7	31.4	85.3
B ₂	47.4	21.8	15.5	1.9	50.2	10.6	42.3	89.4
B ₃	45.8	21.6	20.7	2.1	44.6	11.0	40.9	89.0
C ₁	44.4	32.4	19.8	4.1	32.9	10.8	39.6	89.2
C ₂	43.8	34.6	19.6	6.6	28.4	10.8	39.1	89.2
C ₃	45.0	35.8	17.8	5.4	31.0	10.0	40.5	90.0
D	45.6	34.9	18.4	4.4	28.1	14.2	39.1	85.4

Hier sehen wir ja, dass die H-Equivalente % in T-Wert für die Horizonten B₂, B₃, C₁, C₂ und C₃ beinahe ganz gleich sind, in B₁ nimmt es etwas zu. allein ein wahrer Sprung zeigt sich nur bei A-Horizont. Die austauschbaren Na-Equivalente sind dabei in B₂ und B₃ zu finden und der Rückfall bei B₁ und besonders bei A-Horizont ist das Gegenstück der H-Werte.

Alle diese Tatsachen sind nicht blosse Vermutungen, sondern wahrhaftig vorkommende Gegebenheiten, die Alle für die Auslangung nach unten sprechen. Diese Angaben sind auch schon nicht neu. Ich habe sie schon in meiner Monographie und am Kongress zu Washington in 1927 mitgeteilt. An Seite 294 bringt Scherf als Beispiel gegen meine Auslangungstheorie die Tatsache auf, dass „der Boden abgelassener Fischteiche in der Hortobágy zeigt bereits in einigen em. Tiefe keine Spur von Hydrolyse des darin enthaltenen Natriumtones, weil eben das Wasser garnicht eindringen konnte.“ Allein bloss aus dieser Angabe können wir garnicht beurteilen, wesshalb hier keine Hydrolyse eingetreten ist. Denn zunächst fehlt jede analytische Grundlage. Fernerhin ist der Natriumton so wasserdicht, dass kein Wasser eindringen kann, dann ist noch die Frage, ob Natriumsalze darin enthalten sind, welche be-

kamntlich die Hydrolyse des Absorptionskomplexes verhindern können. In 1913 habe ich gefunden, dass der Salzgehalt dieser Gegend so hoch war, dass ich damals die Meinung dem Ministerium für Landwirtschaft abgegeben habe⁹, dass man hier höchstens Fischerei nützlich treiben kann, denn die Auslaugung der Salze mit Bodenberieschung hier keine Zukunft verspricht. Einer Auslaugung oder Hydrolyse habe ich damals garnichts versprochen, obzwar in anderen Gegenden Ungarns unter dem ständigen Wasserspiegel auch eine Auslaugung statgefunden hat. Die Fischereigesellschaft hat auch keine Hoffnungen auf eine Bodenauslaugung gehabt, und meine vermeintliche Auslaugungstheorie hat damals nicht einmal existiert. Ich kann also nicht entscheiden wer hier getäuscht werden konnte von einer „irrigen Auslaugungstheorie“, die *damals noch garnicht existierte?* — Im Gegenteil, ich habe das Ministerium *gegarnt*, dass an diesem Teil der Hortobágy keine praktisch wertvolle Auslaugung der Salze zu erwarten ist und man die damals geplante Bewässerung nicht hier, sondern an den salzärmeren Teilen der Hortobágy anlegen möge. Hier kann man nur Fischteiche mit Nutzen anlegen. Das war meine Meinung und meine Ratgebung, und ich denke, dass die auch jetzt noch blühende Fischereiwirtschaft *der beste Beweis ist, dass meine Ratgebung nicht fehlgegriffen hat.*

Was endlich die praktische Ratschläge von Scherf betrifft, möchte ich folgendes bemerken:

1. Möchte ich nun bemerken, dass die Verbesserung durch chemische Mitteln der bezüglichen Sodaböden garnicht so Aussichtlos ist als dies von Scherf ausgesprochen wird.

2. Möchte ich nur bemerken, dass die staatliche Amelioration etwa 14—15,000 kat. Joek ausgelangten resp. degradierten Szikboden mit gepulverten CaCO_3 verbessert hat, ohne die neue Theorie von Scherf gekannt zu haben.

3. Sei bemerkt, dass umsonst ist der Drainkanal tiefer gemacht, wenn der Boden selbst undurchlässig ist, wie der grösste Teil unserer Szikböden. Es ist auch zu betonen, dass die Trockenlegung unserer, mit wilden Gewässer heimgesuchten Gegenden nicht deshalb geschieht, dass man die Szikböden verbessert, sondern dass die guten Böden sicher bewirtschaftet werden. Allerdings ist die Bewässerung eine nützliche Ergänzung der Entwässerung in unserem trockenen Klima, aber das haben wir Bodenchemiker und auch Kulturingenieure viel früher anerkannt als die neue Theorie von Scherf geboren ist.

Kurzgefasst kann ich also über die neue Theorie von Scherf für die Szikbodenbildung feststellen, dass was in der Theorie diesbezüglich richtig ist, ist nicht neu, und was neu ist, ist nicht richtig und garnicht durch seine pII-Bestimmungen bewiesen.

Eine andere neue Theorie die seit dem Erscheinen meiner

Monographie aufgeworfen wurde ist die Gasexhalationstheorie von Treitz, welche — wie das auch Scherf in seiner zitierten Abhandlung bemerkt (Seite 296) — durch die perlchnurartige Aneinandergliederung der Sodaböden im Donau und Tisza Zwischengebiet, und die besonders zur Frühlingszeit oft bemerkbaren Gasausströmungen des stagnierenden Wasserspiegels vorgetäuscht ist. Allein keine einzige Gasanalyse wurde ausgeführt um zu bestimmen, ob die aufströmenden Gase tatsächlich aus tieferen Erdschichten entstammen. Es ist aber in der Pusta längst bekannt, dass über solchen Wasserspiegeln sehr oft entzündbare Gasausströmungen vorkommen. Das sind jedoch die zeitweise aus dem Wasser- und der Bodenschicht freigelassenen Gase der Methan-gärung, der mit Wasser bedeckten oberen Bodenschichten. Auch andere gasbildende Gärungen kommen im Boden vor, welche nicht brennbare sonst ähnliche Gasauströmungen verursachen können, und mit tektonischen Verschiebungen nichts zu tun haben. Ferner ist es gar nicht notwendig, dass wir die Anhäufung der vorkommenden Natronsalze tektonischen Gasexhalationen zumuten.

Eine dritte neue Theorie der Szikbildung wurde von Ludwig von Kreybig und A. von Endrédy²⁰ in einer Abhandlung: „Über die Abhängigkeit des Vorkommens von Alkaliböden in oberen Tiszagebietes Ungarns von der absoluten Höhenlage“ dem Bodenkongress in Oxford 1935 vorgelegt. Der Schwerpunkt dieser neuen Theorie scheint darin zu liegen, dass die Alkaliböden „stets in gleichen geographischen Breiten in gleicher Höhe über dem Meeresspiegel zu finden sind. Diese auffallende Regelmässigkeit der Lage der Alkaliböden führte zu der Annahme, dass das Vorkommen derselben geologisch bedingt ist.“ Sie unterscheiden drei Terrassen des Ufergebietes von welchen die zweite oder mittlere Terrasse der Sitz der Alkaliböden ist. Allein man findet hier neben einander Alkaliböden und auch andere bessere Bodenarten. In diesem Falle vermutet die Theorie, dass entweder der Natronschlamm durch Erosion fortgetragen wurde, oder der Untergrund wasserdurchlässig war und die Natronsalze des vermutete Natronschlamm? Woher stammt er und wie ist er entstanden und hergeführt worden? Dass ist unbeantwortet dahingestellt. Überhaupt scheint mir die ganze Theorie, noch unreif und gar nicht bewiesen, nur mit vielen Hintertüren gesichert zu sein. Man kann also mit ähnlichen unbestimmten Vermutungen nicht neue Bodenbildungstheorien vergelten lassen, zu dem, wie die jetzt allgemein verbreiteten Kenntnisse der ungarischen Alkaliböden auf positiv festgestellten chemischen Analysen fussen. Es ist wohl möglich, dass der Salzgehalt und auch die Alkalisierung in gewissen Gegenden dem Mikorelief sich anpassen. Diese Erfindung ist nicht neu und kann leicht durch die lokalen hydrographischen Verhältnisse früherer Zeiten wie der Gegenwart erklärt werden, allein das hat mit speziellen geologischen Formationen wenig zu tun. Es ist auch

kaum verständlich, dass wenn aneh der vermeinte Natronschlamm über wasserdurchlässigen Grund angesalzt wird und verschwindet, wie wird es desalkalisiert wenn keine Degradierung und Bodenauslaugung von oben zugelassen wird.

Alles in Allem kann ich nur feststellen, dass die oben erwähnten neuen Alkalibodenbildungstheorien die von mir und Gedroiz sowie Kelley u. A. festgestellten Tatsachen nicht um mindesten geschwächt haben und die Alkaliauslaugungstheorie der „Bodenehemiker“ scheint mir gar nicht gefährdet zu sein durch geologische Formations-Kombinationen und pH-Werten, sowie durch vermutete aber nicht bewiesene Gasexhalationen aus der Tiefe, resp. durch absolute Höhenmessungen. Die bodenkundliche Erforschung der Alkaliböden ist heute schon herausgewachsen von jenen anfänglichen Zeitalter, wozu man mit neuen geologischen resp. klimatologischen Kombinationen immer wieder neue Bildungstheorien aufstellen konnte. Ja, die geologische und klimatologische Erforschung kann sehr nützlich sein, soll aber mit gehörigen objektiven Merkmalen des Bodenprofils unterstützt und begründet sein. Und das liefern eben die chemischen Merkmale. Damit will ich nicht sagen, dass die phisikalischen, morphologischen, wie auch die biologischen Eigenschaften die ganze Bodendynamik nicht gut charakterisieren, allein mit den chemischen Merkmalen können wir so zu sagen die innere Werkstätte des ganzen Mechanismus im Boden enträtseln, was bei den anderen Bestimmungen weniger möglich ist. Will man also die wohlbegründeten Alkalibodenbildungstheorien mit neuen und besseren ersetzen, dann soll man zunächst die jetzt gültigen Theorien mit entsprechenden chemischen Merkmalen bezweifeln und die neue Theorie unterstützen. Dazu sind jedoch die pH-Wertbestimmungen, Höhenmessungen usw. unzulänglich und unsicher. Ohne Kenntniss des Salzgehaltes, der austauschbaren Kationen, des Sättigungszustandes des Bodens, sowie der ganzen Stoffwanderungen im Bodenprofil kann man heute nicht einen Alkaliboden richtig bestimmen und noch weniger neue Bodenbildungstheorien aufstellen.

¹ Mezőgazd. Kutatások 1929. évi 6. sz. 273—293. 1.

² M. kir. Földtani Intézet 1925—28. évi jelentése. Megjelent 1935. Budapest, 272—298. 1.

³ Scherf, E.: Jahresber. d. Kgl. Ung. Geolog. Anst. über die Jahre 1925—1928, Budapest, 1935., S. 298.

⁴ Sigmund, E.: Kisérletügyi Közlemények, Bd. VIII., 1905, S. 440.

⁵ Sigmund, A. A. J. de: Hungarian Alkali Soils and Methods of their Reclamation. Berkeley, California, U. S. A. 1927 (Ung.: A hazai szikesek és megjavítási módjaik. Budapest, 1925.)

⁶ Sigmund, A. A. J.: Hungarian Alkali Soils and Methods of their Reclamation. University of California, Berkeley, Calif. 1927. S. 34.

⁷ Verh. d. II. Kommission d. Int. Bodenkundl. Gesellschaft, Budapest, 1929. Teil B. S. 60.

⁸ Ungarisch erschienen in 1934, und wird bald in englischer Sprache in London publiziert.

⁹ Sigmund, E.: Vízügyi Közl. 1913. Nr. 3.

¹⁰ Siehe Transactionen of the III. Intern. Congr. Soil Science, Oxford 1935., Bd. I. S. 357.

A PLEISZTOCÉN LÖSZ A KÁRPÁTOK MEDENCÉJÉBEN.

Irta: *Dr. Bulla Béla**

DER PLEISTOZÄNE LÖSS IM KARPATHENBECKEN.

Von *Dr. B. Bulla.***

I.

Das Alter des Lösses und die Umstände seiner Bildung. Seit Soergel (1) nimmt die Zahl jener Forscher immer mehr ab, die den Löss für eine prae- oder interglaziale Bildung betrachten, demgegenüber nimmt auf Grund der Forschungsergebnisse die Zahl derjenigen beständig zu, die davon überzeugt sind, dass der Löss in Europa sich während der Eiszeiten im näheren oder weiteren Umkreis der Inlandeisdecke bildete. Wenn Keilhack in den 1920-iger Jahren — von den vielen, auf die Entstehung und das Alter des Lösses bezüglichen Theorien verwirrt — noch mit Recht über das „Rätsel der Lössbildung“ klagen konnte, steht es fest, dass der trübe Horizont durch die heute bereits als Tatsache annehmbare glaziale Theorie Soergel's merklich geklärt wurde, immerhin aber noch viele, der Lösung harrende Probleme übrig blieben. Diese Probleme beziehen sich in erster Linie auf die Bildung und die Abarten des glazialen Lösses, auf die Ursprungstellen seines Materials, auf die Richtung der staubführende Winde, auf die Ablagerung und die Formen des Lösses, sowie auf die mit der Lössbildung zusammenhängenden erdgeschichtlichen und morphologischen Fragen. Diese Fragen sind nicht nur Probleme des ungarischen, sondern Probleme des Lösses im allgemeinen. Wollen wir also diese Probleme vom Gesichtspunkt unserer ungarischen Lösser beleuchten, so müssen wir gleichfalls aus der Soergel'schen

¹ Előadta a Magyarhoni Földtani Társulat 1937. IV. 7-i szakülésén.

** Vorgetragen in der Fachsitzung der Ung. Geol. Gesellschaft am 7. IV. 1937.

Theorie angesehen: *das Ungarische Becken war während der Eiszeiten ein Gebiet, das in vielen Zügen seines Auslitzes als periglazial bezeichnet werden kann, von den heutigen grundverschiedene klimatische Verhältnisse aufwies und seinem pseudoperiglazialen Charakter entsprechend, nicht nur die Möglichkeit, sondern auch die tatsächliche Ausbildung der glazialen Lössdecke gewährte.*

Zunächst ist aber noch in kurzen Worten der Weg zu skizzieren, auf dem die ungarische Lössforschung von der im Löss die Ablagerung stehender Gewässer sehenden Theorie J. v. Szabó's bis zum heutigen Standpunkt gelangte. Szabó (3, 4) hielt mit Wolff in den sechziger und siebziger Jahren des verfloßenen Jahrhunderts den Löss noch für das Sediment von Binnenseen. Dieser Auffassung schloss sich auch Staub an. Hiernach herrschte auf dem Gebiet der ungarischen Lössforschung lange Zeit hindurch Ruhe, um in den 90-iger Jahren — unter der Einwirkung Richtofen's — einem umso kräftigeren Aufschwung Platz zu geben. Erfolgreiche Lössforscher waren zu dieser Zeit und an der Jahrhundertwende Inkey, Halaváts, Treitz und H. Horusitzky (5—17), die sämtlich überzeugte Anhänger der subaerischen Theorie Richtofen's waren. Sie beschrieben die Eigenschaften des Lösses, Horusitzky gab die mehr oder weniger akzeptierte, auch heute noch gebräuchliche Definition des Lösses, und alle kartierten die verschiedenen Lössgebiete Ungarns. H. Horusitzky und Treitz erkannten unzweifelhaft, dass die Bezeichnung „Löss“ einem Sammelbegriff entspricht. Aus diesem Grunde suchten sie die verschiedenen Abarten des Lösses auf genetischer Grundlage von einander zu unterscheiden (8—17). Ihnen sind auch die ersten mechanischen Untersuchungen der ungarischen Lössse zu verdanken. Halaváts unterschied eher dem Gefühl nach, wie auf Grund konkreter Beweise diluviale und alluviale Lössse und hielt in Ungarn sogar die *Bildung von rezentem Löss* für möglich. Inkey war davon überzeugt, dass das Alföld (Tiefebene) im Pleistozän von einer einheitlichen Lössdecke bedeckt war.

Was das *Zeitalter* der Lössbildung anbelangt, geht es aus zahllosen Berichten von Treitz hervor, dass er im Ungarischen Becken zwei Phasen der Lössbildung unterschied, die nach ihm auf Grund seiner Forschungen in Transdambien durch eine einzige Lehmzone voneinander getrennt sind. Die erste Phase der Lössbildung entfiel nach Treitz auf das Pleistozän, die zweite hält auch heute noch an (14). Mit dem Problem der näheren Altersbestimmung des Lösses befasste sich Treitz nicht. Der erste, der die Bildungszeit der Lössse des Ungarischen Beckens innerhalb des Rahmens der pleistozänen polyglazialen Einteilung zu fixieren suchte, war H. Horusitzky (15). Auf Grund petrographischer und stratigraphischer Untersuchungen — die Fauna als ungeeignet gänzlich ausser Acht lassend — teilte er das ungarische Plei-

stozän in ein unteres und ein oberes auf. Im unteren Pleistozän unterschied er die präglaziale Zeit und eine einzige Eiszeit, im oberen zwei Eis-, zwei interglaziale Zeiten und die postglaziale Zeit. Seiner Auffassung nach ist der Löss eine oberpleistozäne Bildung und für die glazialen und interglazialen Zeiten, ja sogar auch für die postglaziale Zeit gleich charakteristisch. Schade, dass er seinen Tabellen nur wortkarge Erklärungen beifügt. Den Löss gliederte er auf Grund seiner rötlichbraunen Lehmzonen, begründete jedoch diese Einteilung nicht näher. Er stellte demnach den Löss in seiner Einteilung — mit der er eigentlich die Änderung des Klimas bezeugen wollte — ganz unverständlicher Weise sowohl in die glazialen, wie auch in die interglazialen Zeiten. Seine Auffassung ist nur zu rechtfertigen, wenn man bedenkt, dass in Europa damals noch viele Geologen die Bildung des Lösses sowohl in den glazialen, wie auch in den interglazialen Zeiten für möglich hielten.

Bis zum heutigen Tag vertrat in der ungarischen Literatur Treitz mit der grössten Bestimmtheit den Standpunkt, dass im Ungarischen Becken die Lössbildung auch heute noch im Gange sei. Hier müssen nun die Ergebnisse seiner Jahrzehnte hindurch fortgesetzten Lössuntersuchungen erwähnt werden, besonders diejenigen, welche sich auf die verschiedenen Weisen der Lössbildung beziehen. Treitz versuchte als erster ein Bild über die Phasen der Diagenese des Lösses zu geben. Das Grundmaterial des Lösses ist subäarischer Staub, aus dem unter der Einwirkung dürre (steppen-) Klimas Steppenböden entstehen. Da im Falle des Steppenklimas die Auslaugung des Bodens sehr gering ist, bleibt der bei der Verwitterung gebildete kohlen saure Kalk an der Stelle seiner Entstehung und wird nicht ausgelangt. Dieser kohlen saure Kalk bildet das Bindemittel des Lösses, dieser verkittet die Staubkörner zu Krumen und die Krumen zu einem zusammenhängenden, standfesten Gestein. Es ist wichtig, dass Treitz den Löss als Boden, doch — und dies ist sein Irrtum — auch als rezente Bildung ausspricht. In den dürren Gebieten des Ungarischen Beckens, namentlich im Kis- (Kleinen) und Nagy- (Grossen-) Alföld (Tiefebene) — sagt er — ist die Lössbildung bis zum heutigen Tag im Gang, in Transdanubien aber schon nicht mehr. Dem steht die Tatsache gegenüber, dass zwischen den Lössen von Transdanubien und vom Alföld absolut kein Unterschied festgestellt werden kann, nur, dass die Lössoberfläche in Transdanubien und an den Randgebieten des Alföld stärker verlehmt ist, wie im Alföld selbst. Es ist eine Tatsache, über die auch Treitz berichtet, dass an der Oberfläche der transdanubischen und der alföldischen Lössen in der Gegenwart eine Lehmschicht in Bildung begriffen ist. Dies wird von allen unseren Geologen und Agrogeologen bekräftigt, sogar die Mächtigkeit der rezenten Lehmschicht zahlenmässig angegeben. Treitz leitet in 1901 das Material der unga-

rischen Lösses aus dem durch den Wind aufgewirbelten Staub der nordeuropäischen Eisdecke her (16), vier Jahre später bezeichnet er die zwischen Donau und Tisza gelegenen Flugsandgebiete als den Ursprungsort des Materials des Lösses der Gebiete zwischen Donau und Tisza, die Lösses jenseits der Tisza leitet er aus den Ablagerungen des Inundationsgebietes der Tisza, die — seiner Ansicht nach — jungen, z. T. rezenten Lösses der Gegend des Maros-Flusses aus dem Material der Stranddünen her. In seiner 1913 in den Földrajzi Közlemények (Geographische Mitteilungen) veröffentlichten „Bodengeographie“ äussert er sich unter dem Einfluss der Resultate der deutschen und russischen agrogeologischen Forschungen — die grosse Rolle des Stanbregens bei der Entstehung des Lösses betonend — dahin, dass der Löss ein Steppenboden sei, da auch mehrere Meter mächtige Ablagerungen mit geschichteter Struktur durch die Arbeit der Steppentierwelt in einigen Jahrhunderten in einen homogenen, ungeschichteten Steppenboden verwandelt werden kann. Diese Bodenart bedeckt die Ebenen und Hügel der dünnen Gebiete Ungarns und wird von den Geologen Löss genannt (17). In derselben Abhandlung bezeichnet er die rötlichbraunen Lehmblätter des Lösses als den „B“-Horizont von Steppenwäldern.

Diese Zurückführung der Bildung und Diagenese des Lösses auf solche bestimmte klimatische Vorgänge bedeutet einen grossen Fortschritt in der ungarischen Lössforschung. Treitz sprach in der ungarischen Literatur als erster mit der grössten Überzeugung dafür, dass der Löss eine klimatische Bildung: ein auf den Steppengebieten entstandener Boden sei. Seine Theorie besitzt in denen einen leicht verwundlichen Punkt: es gelang ihm nicht, die äolische Theorie der Lössbildung mit der zu jener Zeit in der Literatur sich schon immer lauter meldenden, für die Steppengebiete angenommen, ja durch Berg und Ganssen sogar erwiesenen Theorie der arid-hydratischen Verwitterung restlos und in beruhigender Weise zu verknüpfen. Treitz konnte diese beiden Theorien nicht überzeugend in kausalen Zusammenhang mit einander stellen, er empfand zwischen den beiden einen Widerspruch. Dieser Gegensatz wurde drei Jahre später durch den Russen Berg überbrückt, der die Theorie der Lössbildung mit neuen Elementen ergänzte (18, 20). Er sucht zu beweisen, dass die Lössbildung restlos weder durch die aeolische, noch durch eine andere Theorie erklärt werden kann, da ja der Löss und die lössähnlichen Bildungen unter der Einwirkung des trockenen Klimas an *Ort und Stelle* zur Ausbildung gelangen. Dies bedeutet soviel, dass der Ursprung des Muttergesteins des Lösses vom Ursprung seines Lösscharakters zu unterscheiden ist. Der Ursprung des Muttergesteins kann fluvial, fluvioglazial, glazial, alluvial, etc. sein, der Lösscharakter des Gesteins kann aber nur in einer einzigen Weise zustandekommen. Nach Berg besteht zwischen dem Löss und sei-

nem Muttergestein derselbe Unterschied, wie zwischen dem anstehenden Fels und dem Boden. Dazu, dass aus dem Gestein ein Löss hervorgehe, ist ein lössbildender Prozess erforderlich. Die Grundbedingungen dieses Prozesses skizziert Berg nach Gansen (21) im folgenden: 1. das Gestein muss feine Partikelchen enthalten, 2. ist ein gewisser Gehalt an Kalk- und Magnesiumkarbonat, 3. ein bedeutender Gehalt an kohlenaurer Aluminiumsilikaten und 4. ein trockenes (Steppen-) Klima erforderlich. Unter diesen Bedingungen wird als Produkt der Verwitterung und Zerkleinerung ein lockeres, poröses, fahlgelbes Gestein; der Löss entstehen. Die Richtigkeit dieser Theorie wurde auch durch Glinka Bogoslawski und Neustrujew (22) bekräftigt. Diese Forscher vertreten gleichfalls die Ansicht, dass die Oberfläche des Geländes unter der Einwirkung des Steppenklimas einen Lösscharakter annimmt.¹

Die auf die Herkunft des Lössmaterials bezügliche, rein subarische Theorie wird also von Berg verworfen, das Hauptgewicht liegt in seiner Auffassung auf der arid-hydratischen Verwitterung, die aus Materialien verschiedensten Ursprunges — also nicht nur aus dem subarischen Staub — Löss zu bilden vermag. Diese merkwürdige Übertreibung wurde durch die Erklärung Münichsdorfer's glücklich gemildert (23). Auch nach diesen Forscher ist der Löss das Ergebnis arider Verwitterung, *er unterscheidet aber die innerasiatischen, rezenten Lössen streng von den mitteleuropäischen und russischen, fossilen Lössen*. Er erklärt auf Grund der auf das Alter der Lössbildung bezüglichen Forschungsergebnisse Soergel's mit voller Bestimmtheit, dass die europäischen Lössen wäh-

¹ Die Theorie Berg's dient eigentlich zur Ergänzung der glazialen Theorie Soergel's, da das Gewicht in der Lösstheorie Soergel's auf dem Alter der Lössbildung, in der Theorie Berg's aber auf den Umständen der Lössbildung, auf der Diagenese liegt. Eben deshalb muss man sich wundern, dass die das glaziale Alter des europäischen Lösses nicht nur verfechtende, sondern — man kann ruhig sagen — beweisende Arbeitshypothese Soergel's kaum einen befruchtenden Einfluss auf die ungarischen Lössforschungen ausübte. In den 1920-iger Jahren wurden zwar die rotbraunen Lehmzonen der transdanubischen Lössen von unseren aufnehmenden Geologen als Bildungen beschrieben, die mit pleistozänen Klimaänderungen in Zusammenhang gebracht werden können und D. Laczko (24) bezeichnete in 1929 die Lehmzone des Lösses von Ságvár im Sinne Soergel's entschieden als interglazial, den Löss aber als glazial, trotzdem blieb jedoch die volle Auswertung der Ergebnisse Soergel's vom Gesichtspunkt der ungarischen Lössen aus. Und doch hätte die Umpflanzung der Soergel'schen Auffassung in das Gebiet der ungarischen Pleistozänforschung schon in die Hände von Treitz einen verlässlichen Schlüssel zur richtigen Deutung der Diagenese des ungarischen Lösses und, was

rend der Maxima der Vereisungen und zwar vorwiegend aus *subarischem Staub*, unter der Einwirkung des kalt-trockenen Klimas der nicht vereisten, also periglazialen Gebiete entstanden. Das Klima der wärmeren, feuchteren interglazialen Zeiten, wie auch jenes der Gegenwart sind der Lössbildung nicht mehr günstig. Dies bedeutet, dass die optimalen klimatischen Bedingungen der Lössbildung in Europa nur während der Eiszeiten gegeben waren und auch dann nur auf gewissen Gebieten, namentlich in der periglazialen Zone, sowie in der Nachbarschaft dieser Zone. Sobald dann gewisse klimatische Schwellenwerte überschritten wurden, hörte die Bildung des Lösses auf. Leider wurden diese klimatischen Schwellenwerte, von denen die Lössbildung abhängt, noch von niemanden studiert. Und doch würden Untersuchungen solcher Natur in den innerasiatischen Gebieten der auch heute im Gange befindlichen Lössbildung an Hand von Untersuchungen im Laboratorium wahrscheinlich auch auf dieses wichtige Problem ein Licht werfen. Von unserem Gesichtspunkt ist es wichtig, dass der mittelenropäische Löss, dieses pleistozäne subarische Gestein sowohl nach der Ansicht der Mehrzahl der russischen und deutschen Lössforscher, wie auch nach dem Zeugnis der ungarischen Lössuntersuchungen während der Eiszeiten gebildet wurde, so dass folglich in Mitteleuropa von einer rezenten Lössbildung nur mit einer gewissen zurückhaltenden Vorsicht gesprochen werden kann, umso mehr, da Gegenden mit ausgesprochen aridem Klima innerhalb dieses Gebietes nicht vorhanden sind. Immerhin sind in den semiariden Gebieten Europas auch heute Staubstürme zu beobachten, bei deren Gelegenheit aber meist der pleistozäne Löss selbst in der Luft emporgewirbelt wird und später von neuem zur Ablagerung gelangt. Staubregen und Lössbildung sind aber keine adäquaten Begriffe, trotzdem einzelne Forscher auf Grund der gegenwärtigen Staubstürme auf eine rezente Lössbildung in Europa schliessen zu dürfen glauben. Im Zusammenhang mit den Staubregen muss hier auf einen in der Fachliteratur häufig vorkom-

hiermit gleichbedeutend ist: zur Lösung des auf das Alter der ungarischen Lössbildung bezüglichen Problems gegeben.

Als sich aber die auf eine Antwort harrenden vielen Fragen des ungarischen Pleistozäns als ein dankbares Arbeitsgebiet erwiesen und das Interesse sowohl der Geographen wie auch der Geologen erweckten und die Resultate der im Geiste Soergel's durchgeführten ausländischen Forschungen die Feuerprobe der wissenschaftlichen Kritik bestanden, wurde die Anwendung der Theorie Soergel's auf die Verhältnisse des ungarischen Pleistozäns unvermeidlich. In diesem Sinne führte E. Scherf (87) seine pleistozänen Studien im Alföld durch und die Soergel'sche glaziale Theorie der Lössbildung lieferte auch die Grundlage, von der der Verfasser der vorliegenden Arbeit bei seinen Lössforschungen in Transdanubien im Jahre 1930 ausging.

menden, begriffstörenden Irrtum hingewiesen werden. Ernstliche Fachschriften sprechen beständig vom herabfallenden Löss, von Lössregen etc. Dieser Irrtum muss beseitigt werden: *der Löss fällt nicht aus der Luft, sondern es kann sich unter geeigneten Umständen aus dem herabfallenden Staub Löss bilden.*

Im Zusammenhang mit der Lössbildungstheorie Berg's ist jedoch noch ein Umstand unbedingt zu erwähnen. Würde man bei der Bildung des Lösses dem Staubregen keine ausschlaggebende Rolle zuschreiben und rückhaltslos annehmen, dass unter der Einwirkung des Steppenklimas aus jedem den oben angegebenen Bedingungen entsprechenden Gestein sich an der Erdoberfläche Löss bilden kann, dann müsste der pleistozäne Löss auf unserem Aifold, sowie in unseren sandig-tonig-mergeligen Hügelländern und Mittelgebirgen viel massenhafter anzutreffen sein. Die beobachteten Tatsachen widersprechen jedoch dieser Annahme. Immerhin steht es fest, dass die in der von den russischen und deutschen Agrogeologen festgelegten Richtung durchgeführte, exakte Erforschung des für eine klimatische Bildung, namentlich für den Boden der ariden Steppenklimate angesehenen Lösses unsere Aufmerksamkeit auf höchst interessante Möglichkeiten lenken. Rathjens (25) beschreibt aus Tripolitaniem, Witschell (15) und Pervinquière (26) von anderen Gebieten Nordafrikas (Tunis), Zaborski (27) aus Spanien, Blaneckenhorn (28) aus Mesopotamien, Ränge aus Palästina lössartige Bildungen, die nach ihren Beobachtern nur im unwesentlichen Eigenschaften vom glazialen Löss der europäischen periglazialen Gebiete abweichen. Die Ursache der Unterschiede liegt wahrscheinlich in dem Umstand, dass die erwähnten Gebiete *warme Steppen* sind. Alldies spricht dafür, dass der Löss tatsächlich eine Bildung der trockenen Steppenklimate darstellt, und eine Bodenabart ist, die nur einer bestimmten Klimazone entspricht. Gleichzeitig ist es aber auch ersichtlich, dass der Name Löss einen Sammelbegriff deckt, unter dem zahlreiche Bildungen zusammengefasst wurden, ein Umstand, auf den neustens auch Kölbl (29) bestimmt hingewiesen hat. Es erhellt aus alldem auch, dass zur Bildung jenes Gesteins, das wir in Mitteleuropa als typischen Löss erkannten und bezeichnen, in erster Linie die Anhäufung grosser Mengen subaerischen Staubes auf kalten-trockenen glazialen Steppen erforderlich war und, dass der angehäuften subaerische Staub den Hauptanteil des Materials unserer Löss abgibt, neben welchem andere Materiale bei der Bildung des Lösses bloss eine unbedeutende Rolle spielten. *Unsere ungarischen Löss gehören demnach in jene Gruppe der warm-trockenen und kalt-trockenen Steppen bedeckenden, lössartigen Bildungen, welche während der pleistozänen Eiszeiten in der periglazialen und pseudoperiglazialen Gebieten Europas unter der Einwirkung des kalt-trockenen Steppenklimas in ihrer Hauptmasse aus subaerischem Staub zur Ausbildung gelangten.* Die ungarischen

Lösse sind demnach glazialen Alters, ihr Material ist jedoch nicht glazialen Ursprungs, also kein aus den Moränen herausgewehter Staub, kein fluvioglazialer Schlamm oder Gletschergeschiebe.

In dem wir erklären, dass die ungarischen Lösse glaziale Bildungen sind, deren Material aber: der vom Wind verfrachtete Staub nicht auf den glazialen Gebieten Europas zu suchen ist, weisen wir damit gleichzeitig auch auf den wichtigen, letzten Endes auf klimatischen Grundlagen fussenden Unterschied zwischen dem eigentlichen europäischen periglazialen Gebiet und dem pleistozänen ungarischen Becken hin. Wollen wir uns in der Frage nach der Herkunft des Materials der ungarischen Lösse ein zufriedenes Urteil bilden, müssen wir uns in Gedanken die Naturverhältnisse des Ungarischen Beckens im Pleistozän vorstellen. Zur Zeit der ersten ungarischen Lössforschungen fehlten sogar im Auslande noch chemische, mechanische u. petrographische Lössanalysen die physikalisch-geographischen, in erster Linie klimatologischen Verhältnisse der pleistozänen glazialen und periglazialen Gebiete waren unbekannt, dem gegenüber lag es aber auf der Hand, dass die deutschen Forscher das Material der deutschen Lösse aus den naheliegenden, glazialen, subglazialen und fluvioglazialen Ablagerungen herleiten, umso mehr, da die Richtigkeit dieser Annahme durch die späteren Lössanalysen z. T. wenigstens tatsächlich gerechtfertigt wurde. Die den deutschen Forschungsergebnissen gerne folgende ungarische wissenschaftliche Forschung war bereitwilligst geneigt, die Deflationszone der ungarischen Lösse gleichfalls in den glazialen Gebieten Norddeutschlands zu suchen. Treitz, der seine Ansichten in Bezug auf die Lössbildung und den Ursprungsort des Lössmaterials häufig änderte, leitete anfänglich auch das Material der ungarischen Lösse von den glazialen Gebieten Norddeutschlands her. Nach dreizehn Jahren äusserte er sich dahin, dass das Staubmaterial der ungarischen Lösse aus der Sahara, aus Innerasien und vom Gebiet des Ungarischen Beckens selbst stammt. Nach H. Horusitzky ist das Material unserer Lösse nicht im Schlamm der glazialen Gletscher und auch nicht in Innerasien zu suchen, da es aus dem Staub, der aus den sandig-tonig-mergeligen Ablagerungen der miozänen Meere herausgeweht wurde. Zur Bekräftigung seiner Ansicht erwähnt er, dass in der Osthälfte des Kleinen Alföld pannonische Muschelfragmente im pleistozänen Löss vorfand (32, 33) L. v. Lóczy sen., F. v. Pávai Vajna, Halaváts und andere mehr, die kleinere Lössgebiete studierten und ihre Ergebnisse nicht verallgemeinerten, bezeichneten gleichfalls das Ungarische Becken als den Ursprungsort des Lössmaterials. J. v. Chólnoky (30), der als erster die Monsunerscheinung in Europa nachwies, suchte das Staubmaterial der ungarischen Lösse in Innerasien. Seiner Ansicht nach gelangte der Staub auf den Flügeln des durch eine im allgemeinen O-liche Richtung gekennzeichneten, winterlichen Monsuns im Laufe der

pleistozänen Zeit nach Europa und so auch in das Ungarische Becken, jedoch nicht unmittelbar, sondern mit dazwischen geschalteten Ruhestellen. Diese in den Details richtige Annahme besitzt den Fehler, dass in Europa keine Verjüngung der Lössdecke von O gegen W, aber auch keine Verfeinerung der Körnerchen des Lössmaterials, also keine Klassierung desselben von O gegen W zu beobachten ist. Zu einer mit jener von v. Cholnoky verwandten Ansicht bekannten sich auch Tietze (31) und Müniehsdorfer. Sie hielten es für wahrscheinlich, dass im Laufe der pleistozänen Eiszeiten die Zone der periglazialen Steppen und Halbwüsten in der Richtung gegen den Atlantischen Ozean tief in den Körper Mitteleuropas hineinragte und sah folglich die Deflationszone der europäischen Lössen in diesen mittel- und osteuropäischen Steppen und Halbwüsten. Prinz hingegen ist der Meinung, dass das Staubmaterial der ungarischen Lössen in den glazialen Gebieten Nordeuropas zu suchen sei (92).

Grahmann unterzog mit gewaltiger literarischer Übersicht und auf Grund seiner reichlichen Forschungsergebnisse die auf die Bildung und Verbreitung des Lösses bezüglichen Theorien unlängst einer Revision (34, 35). Seine Ausführungen beziehen sich in erster Reihe auf die deutschen Lössen, doch auf die europäischen Lössen im allgemeinen. Grahmann unterscheidet Lössen vom glazialen und vom kontinentalen Typ. Zum ersteren gehören nach ihm die mitteleuropäischen Lössen, da sie keine ausgesprochene Deflationszone besitzen. Ihr Material stammt von Gebieten her, die im Laufe der Eiszeiten nur von spärlicher Vegetation bedeckt waren und wo damals infolge der Einwirkung des glazialen Klimas die Zerkleinerung der Gesteine sehr intensiv vor sich gieng. Die ungeheuren Trümmersmassen wurden von den Flüssen verfrachtet und sortiert. Gelegentlich ihrer frühjährlichen Überschwemmungen verbreiteten sie ihren feinen alluvialen Schlamm in enormen Mengen in ihren Tälern und auf ihren Inundationsgebieten. Dieser feine Schlamm wurde dann nach dem Rückzug der Hochwässer und dem Abtrocknen des Inundationsgebietes durch die im allgemeinen *O-lichen* Winde des periglazialen Gebietes herausgeweht und an dazu geeigneten Stellen ausgebreitet. Aus diesem Material bildete sich der zum glazialen Typ gehörige Löss. Diesen Löss bezeichnet deshalb Grahmann als „ein erst durch fliessendes Wasser, dann durch Wind, also ein doppelt sortiertes Sediment.“ Seiner Ansicht nach erklärt diese Auffassung die übereinstimmende Korngrösse der Lössen, das Vorherrschen der Körner mit Durchmesser zwischen 0.05—0.01 mm, ja sogar ihre chemische Zusammensetzung sehr gut.

Die zum kontinentalen Typ gehörigen Lössen sind durch das Vorhandensein von Deflationszonen gekennzeichnet. Das sind die Wüsten. Die aus dem Inneren der Wüsten kommenden Winde sortieren das Staubmaterial. Das grobe Material gelangt früher zur Ablagerung, das feinere wird weit fortgeführt. Die Korngrösse

des Lösses nimmt mit seiner Entfernung von der Deflationszone ab. Tatsächlich scheint die Untersuchungen von Dscheng Wang und Obrutschew diese Annahme zu bekräftigen. Das Korn der ostchinesischen und mandschurischen Lössen ist nach Dscheng Wang (36) tatsächlich feiner, wie jenes der mittelmexikanischen. Auch Obrutschew (37, 37/a, 38) beobachtete das allmähliche Feinerwerden des Flugsandes der Wüste und seinen langsamen, stufenweisen Übergang in den lössartigen Sand, sandigen und schliesslich typischen Löss. Deshalb schreibt Grahamann „derkontinentale Löss ist ein einfach sortiertes subärisches Sediment von verschiedener Körnung.“ Die Bedingung der Bildung des glazialen Lösses waren auch nach der Theorie Grahamann's nur im Laufe der Eiszeiten gegeben, es lässt sich also auch der Theorie Grahamann's der letzte Schluss ziehen, dass die europäischen Lössen fossil sind und eine rezente Lössbildung in Europa nicht stattfindet.

Die Theorie Grahamann's kann im allgemeinen angenommen werden. Sie gestattet die Beleuchtung vieler bisher dunkler und schwerfälliger Probleme. Einige Einwendungen lassen sich aber immerhin gegen dieselbe erheben. Grahamann hält die für die mechanische Zusammensetzung der Lössen bezeichnende Korngrösse zwischen 0.05—0.01 mm entschieden für eine primäre Erscheinung; aus den Untersuchungen von Berg, Ganssen und Münichsdorfer ist es aber sicher bekannt, dass diese Korngrösse die Folge der arid-hydratischen Verwitterung, u. somit eine bezeichnende sekundäre Erscheinung der Diagenese des Lösses ist. Weiters leitet Grahamann das Material der europäischen Lössen ausschliesslich von Ablagerungen der Inundationsgebiete her, eine Annahme, die durch nichts begründet wird, besonders wenn von Hügelländern und Gebirgen die Rede ist, die aus den der Wirkung des Frostes leicht nachgebenden, lockeren, sandig-tonigen, oder im allgemeinen eher zerfallenden als verwitternden Gesteinen aufgebaut und durch eine spärliche Vegetation bedeckt sind. Es ist nicht einzusehen, warum die Deflation hätte warten müssen, bis die fluviatile Sortierung des Trümmersmaterials erfolgte, da ja feineres Staubmaterial schon infolge der intensiven Zerkleinerung auch an der Oberfläche „in situ“ in ausgiebiger Menge entstand, das vom Wind leicht fortgeführt werden konnte und sicherlich auch wurde. Zu diesem Einwurf sind wir unsso mehr berechtigt, als sichere Deflationsgebiete — wenn auch nicht von wüstenartigem Charakter — auch in dem Ungarischen Becken nachgewiesen werden konnten. Unsere Bemerkungen beeinträchtigen die Gültigkeit der Theorie Grahamann's nicht, es musste aber gezeigt werden, dass die Trennung reiner Typen, namentlich von Lössen glazialen und kontinentalen Typs sowie auch die Abgrenzung der zu den beiden Typen gehörigen Lössgebiete eine sehr schwierige und heikle Aufgabe ist, da auch im Verlaufe der Eiszeiten in Eu-

ropa sehr grosse Möglichkeiten zur Bildung von Übergangsformen und gemischten Typen gegeben waren.

Grahamm arbeitete seine Theorie auf Grund der viele Probleme aufwerfenden, eine umfangreiche Literatur hervorbringenden klimatischer Verhältnisse, besonders der von manchen Gesichtspunkten richtigen, aber noch mit sehr vielen hypothetischen Elementen belasteten Erklärung der Windverhältnisse der glazialen und periglazialen Gebiete Europas aus.

Auf Grund der Überlegungen von Eckard (39), Enquist (40), Nordenskjöld (41), Drygalsky (42), Högbom (43), Mecking (44), Tutkowsky (45), Soergel, Kessler (46) und vieler anderer kann das Klima der glazialen und periglazialen Gebiete Europas während der Eiszeiten auf eine in ihren Details problematische und noch viele Diskussionen provozierende, in ihren Hauptzügen jedoch annehmbare Weise folgendermassen erklärt werden. Über dem Gebiet des Inlandeises herrschte beständig hoher Luftdruck. Von diesem Gebiet strömte die Luft sowohl im Winter, wie auch im Sommer nach allen Richtungen den benachbarten Gebieten zu. Diese von den Eisdecken abwärts wehenden Winde hatten in Mittel- und Osteuropa eine NO-liehe Richtung. Sie besaßen zwar einen Föhncharakter, da sie von der 2000—2500 m hohen Eisdecke abwärts bliesen, blieben aber dennoch sehr kalt, weil sie an ihrem Ursprung sehr kalt waren und auf ihrer abschüssigen Bahn sich nur sehr wenig erwärmten. Folglich mußte die jährliche Durchschnittstemperatur der periglazialen Gebiete niedrig sein, sogar unter 0° C liegen. Diese O-lichen Winde wurden durch den von v. Cholnoky nachgewiesenen östlichen Monsun Europas verstärkt. Seine Wirkung dürfte im Laufe der Eiszeiten über dem stark abgekühlten eurasischen Kontinent sehr beträchtlich gewesen sein. Die Winter waren lang, kalt und trocken, die Sommer kurz, kühl und ebenfalls trocken, zeitweise besonders am Anfang des Sommers konnten aber auch wärmere, Niederschläge führende Luftmassen in das Innere des Kontinentes gelangen. Die Niederschläge waren gering, die tägliche Schwankung der Temperatur dürfte sehr beträchtlich gewesen sein. Auch diese kurze Schilderung — die im Falle des Karpathenbeckens einer geringen Korrektur bedarf — zeigt, dass die Windverhältnisse und die sonstigen klimatischen Erscheinungen des glazialen Europas von den heutigen grundverschieden waren. Die Ansicht Rungaldier's (31), der im Gebiet Ungarns die grösste Häufigkeit und die Verfrachtung des Staubes den wärmeren und an Niederschlägen reicheren W-liehen Winden zuschrieb, kann somit recht angenommen werden. Dies gilt besonders für den Sommer, wenn man bedenkt, dass am Alföld und im Nordöstlichen Hochland in der Mitte des Sommers die annähernd O-liehen Win-

de auch gegenwärtig noch häufiger sind, als die W-lichen.² Die Arbeit Rungaldiers kann bei der Klärung der Probleme der ungarischen Lössen umso mehr nur in beschränktem Mass in Betracht gezogen werden, da er die Bildung des Lösses — der veralteten Auffassung entsprechend — in die wärmeren-feuchteren interglazialen Zeiten stellt.

Die über das Klima der periglazialen Gebiete Europas entworfene Skizze bedarf aber bezüglich des Karpathenbeckens auch in anderer Hinsicht einer Abänderung. Das Ungarische Becken liegt S-licher, wie das mitteldeutsche und polnische periglaziale Gebiet, sein kontinentaler Charakter ist infolge seiner grösseren Entfernung vom Meere und seiner Abgeschlossenheit auch heute, und war auch im Laufe der Eiszeiten ausgeprägter, wie in den erwähnten Gebieten. Folglich war auch die durchschnittliche Temperatur, besonders wegen seines wärmeren und dürren Sommers höher, die Menge seiner Niederschläge infolge seiner vollständigen Umschlossenheit und seiner föhnartigen Winde geringer, wie dort, umso mehr, da in seiner W-lichen Nachbarschaft die Eisdecke der Alpen auch den vom Westen kommenden, Niederschläge führenden Zyklonen den Weg versperrte. Seine vorherrschenden Winde waren während der Eiszeiten annähernd O-lich³, aber auch die vom Bereich des über der Eisdecke der Alpen gelegenen hohen Luftdruckes gegen das Ungarische Becken gerichteten starken, trockenen W-lichen Föhne mussten häufig gewesen sein, besonders in der W-lichen Hälfte des Beckens, eine Tatsache, die in der Folge durch die Verbreitung des Lösses am Kleinen Alföld und in der W-lichen Hälfte Transdanubiens demonstriert werden soll. Nach alledem waren also die periglazialen Charakterzüge des Ungarischen Beckens, besonders im Inneren desselben, also weit von den Gebirgsrahmen entfernt, sowie auch in den südlichen Teilen des Beckens abgedämpft, weniger deutlich, wie in den mit der Eisdecke unmittelbar benachbarten Gebieten; seine periglazialen Bildungen sind mit Ausnahme des Lösses weniger bezeichnend entwickelt. Aus eben diesen Gründen hielt ich es für statthaft, das Ungarische Becken im Verlaufe der Eiszeiten als *pseudoperiglazial* zu bezeichnen, im Gegensatz zu den in der unmittelbaren Nachbarschaft der Eisdecke gelegenen wirklichen periglazialen Gebieten (48). Es ist bemerkenswert, dass auch Penck (49) für die ausgesprochen periglazialen Gebiete während der Eiszeiten bloss eine 200—300 km breite Zone annahm.

² Siehe z. Keöpeczi Nagy: Adatok Magyarország széljárásához (Angaben über die Winde Ungarns) Természettud. Közlöny (Naturwiss. Mitteil. Nur ungarisch) Jahrg. 1933. Heft. 1.

³ Die Häufigkeit der W-lichen Winde — die damals eine viel unbedeutendere Rolle spielten, wie heute, — dürfte in den Frühling- und Herbstmonaten zugenommen haben.

Das in dieser Weise gekennzeichnete pseudoperiglaziale Klima des Ungarischen Beckens liefert eine genügende Grundlage zu Erklärung der Herkunft, Entstehung und Verbreitung unserer Lössе. Die Ergebnisse meiner auf Grund solcher Überlegungen durchgeführten morphologischen Untersuchungen bekräftigten mich in der Annahme, dass der Ursprungsort des Materials unserer Lössе vor allem in dem durch ein trockenes Klima gekennzeichneten pleistozänen Ungarischen Becken zu suchen ist, bei der Verbreitung des Staubmaterials aber den annähernd O-lichen Winden eine ausschlaggebende Bedeutung zugeschrieben werden muss, umso mehr, da diese Auffassung ausser Penck's übereinstimmender Ansicht unlängst auch durch die unter der Leitung Prof. A. Vendl's in Gang gesetzten ausführliche mechanische, chemische und petrographische Untersuchungen der ungarländischen Lössе unterstützt wurde. Die Untersuchungen von Prof. A. Vendl und seiner Mitarbeiter (50) wiesen bezüglich mehrerer Lössе der Umgebung von Budapest den inländischen Ursprung nach. Auf Grund dieser Untersuchungen sah A. Vendl die besprochene Theorie Grahmann's auch im Ungarischen Becken für berechtigt an.

Auf Grund klimatologischer, morphologischer Forschungsergebnisse und der Literatur lässt sich bezüglich der Herkunft des Materials unserer Lössе der letzte Schluss ziehen, dass dieselben keine glazialen Lössе von reinem Typ sind. Ihr Alter ist unzweifelhaft glazial, ihr Material stammt vorwiegend aus den Ablagerungen der grossen Inundationsgebiete der unausgeglichenen, sehr veränderlichen, glazialen Steppenflüsse des Ungarischen Beckens her, doch lieferten auch die aus dem Binnensee-Zustand des Ungarischen Beckens herstammenden und an der Oberfläche befindlichen sandig-tonigen Ablagerungen, sowie die über die glaziale Waldgrenze emporragenden, doch nicht beständig von Schnee bedeckten Felsenregionen der Karpathen mit ihren durch die zerkleinernde Wirkung des Frostes hervorgebrachten Trümmerfeldern und mit den Moränen der lokalen Gletscher, oder mit fluvioglazialen Schotter bedeckten Gebieten ein reichliches Material zur Lössbildung. Ausser den erwähnten Gebieten dürfte ein reichliches Staubmaterial durch den O-lichen Monsun — mit eingeschalteten Ruhebestellen — in das Ungarische Becken gelangt sein, umso eher, als Partikeln mit Durchmessern von 0.05 mm und auch noch kleinere auf den Flügeln der Winde sehr grosse Entfernungen zurücklegen können.

Die Staubregen dürften im Sommer und Herbst am ausgiebigsten gewesen sein, da die Ablagerungen der Inundationsgebiete nach dem Auftauen des winterlichen Frostes, dem Abzug der Frühlingshochwässer und dem Abtrocknen der Oberfläche eine fast schutzlose Beute der Winde waren, doch gestatten die an der Oberfläche von Schneedecken in der Gegenwart durchgeführten Staubmessungen per Analogiam getrost den Schluss, dass der Staubregen auch im Winter nicht ausblieb.

II.

Die Verteilung des Lösses in dem Ungarischen Becken.

Das Klima der im Laufe des Pleistozäns wiederholt auftretenden Eiszeiten schuf im Ungarischen Becken günstige Bedingungen für die Lössbildung. Obzwar die Erforschung der glazialen Flora bei uns noch in den Kinderschuhen steckt, bekräftigen die Resultate (51) der neuestens mit erfreulichem Schwung in Gang gesetzten Untersuchungen einstimmig die Richtigkeit d. Bildes, das hier über das glaziale Klima des Ungarischen Beckens entworfen wurde. In den Eiszeiten war das Ungarische Becken eine Steppe, wo die Galeriewälder und Sümpfe der Innndationsgebiete und die Steppenwälder eine Abwechslung in die ausgedehnten Lösspuszten brachten. Der durch die annähernd O-lichen Winde herbeigeführte Staub bedeckte alle zur Lössbildung geeigneten Flächen dieses von hohen Randgebirgen umrahmten, durch ein stark kontinentales, trockenes Klima gekennzeichneten Beckens in grosser Mächtigkeit.⁴ Es fragt sich nun, wo diese zur Lössbildung geeigneten Gebiete lagen. In erster Linie kommen die höher, als die pleistozänen Innndationsgebiete gelegenen Oberflächen, die in Schollen zerstückelten pannonischen Tafelländer Transdanubiens, die nicht mit Wäldern bedeckten, geschlossenen kleinen Becken der Gebirge und die an den Rändern der Tiefebene befindlichen Mittelgebirge an Stellen, wo der Hang sanfter als 30° war, in Betracht (53). Der Löss bedeckte das Baeska, das Szerémség, weite Gebiete zwischen Donau und Maros, Maros und der Körös-Flüssen, den Körös-Flüssen und der Tisza, im Szörénység, die Westhänge des Ostungarischen Inselgebirges die Füsse der Bükk-, Mátra- und Cserhát-Gebirge, den SO-lichen, im grossen-ganzen vom Transdanubischen Mittelgebirge SO-lich gelegenen Teil Transdanubiens, in dem Kleinen Alföld die O-lichen Hänge der Kleinen Karpathen, Kleinen und Grossen Fáttra, sowie auch die geschlossenen kleinen Becken der Mittelgebirge. In der S-lichen Hälfte des Kleinen Alföld ist die Lössdecke zerrissen, oder fehlt gänzlich, er fehlt an vielen Stellen des Grossen Alföld und fast gänzlich in dem Transsylvanischen Becken und auch in Kroatien wird nur der NO-liche und O-liche Saum der Inselgebirge von einer schmalen Lösszone begleitet. Selbstverständlich fehlt der Löss in den Karpathen, die in den Eiszeiten mit Ausnahme der nackten Felsenregionen von Wäldern bedeckt waren, welche die Lössbildung verhinderten. Sonst hätte sich wohl auch hier Löss gebildet, da seine vertikale Verbrei-

⁴ Die durchschnittliche Jahrestemperatur nach Penck um 7°C niedriger angenommen, dürfte dieser Wert im Ungarischen Becken während der letzten Eiszeit +2—+3°C gewesen sein. Zu diesem Wert gelangte auch Staub auf Grund seiner Untersuchungen bezüglich der glazialen Flora Siebenbürgens. (52).

tung von der Höhe ü. d. M. wenig beeinträchtigt wird. Es stehen uns zwar nur spärliche Angaben zur Verfügung, die Beobachtungen ergaben aber, dass in Ungarn über 400 m abs. Höhe nur sehr wenig Löss vorkommt. Der Grund dieses Umstandes liegt darin, dass einesteils auch die pleistozänen Steppengebiete nicht höher hinaufdrängen, anderenteils auch die Konfiguration des Geländes in den höheren Gebieten die Anhäufung des Lösses nicht mehr begünstigte. Der herabfallende Staub fand wenig Schutz, er fiel der Deflation und Erosion zum Opfer (53).

Die Mächtigkeit des ungarischen Lösses ist nicht gleichmäßig, was aus den nachstehenden Angaben dentlich ersichtlich ist:

<i>Landesteil</i>	<i>Ort</i>	<i>Mächtigkeit m</i>	<i>Beobachter</i>	<i>Anmerkung</i>
Transdanubien	Marcal-Rába-Gegend Kom. Fejér, Fuss des Vértes Gebirges	6—8	J. v. Sümeghy	typischer Löss
"	Scheitel des Vértes Gebirges	8—10	A. Vendl	" "
"	Csurgó, Kom. Somogy	einige dm	K. Roth von Telegd	sandiger Löss
"	Plateau von Veszprém	4—6	B. Bulla	" "
"	Balatonaliga	6—7	L. v. Lóczy sen.	typ. Löss
"	Inneres des Kom. Somegy	8—10	" "	" "
"	Gegend v. Kapos und Koppány	6—8—10	B. Bulla	" "
"	Balatonföldvár	20	L. v. Lóczy sen.	" "
"	Balatonberény	9	" "	" "
"	Tal von Vál (Vértes-Geb.)	6	" "	" "
"	Pincehely, Kom. Tolna	3—4	" "	" "
"	Mittl. Teil d. Kom. Baranya	10—15	B. Bulla	" "
"	Gegend von Mohács	20	"	typ. Löss
"	" " Szekszárd	7—9	"	" "
"	Paks	20—25	"	" "
"	Dunaföldvár	42	"	" "
"	Inneres d. Kom. Tolna	30—35	"	" "
"	Kéthely (Kom. Somogy)	15	G. v. Tóborffy	" "
"	Fuss d. Mecsek-Geb.	10	J. v. Maros	" "
"	Ságvár (Kom. Somogy)	20—30	E. Vadász	" "
"	Pannonhalma	10—12	J. v. Gaál	" "
"	Tápió-Tal	15	Gy. Vid	sand. Löss
Alföld	Tápió-Tal	10	Gy. Halaváts	" "
"	Titel	50	Gy. Halaváts	typ. Löss
"	Debrecen		J. v. Cholnoky	" "
"	Szerémség	10	B. v. Inkey	sand. "
"		26—30	Gorjanovic- Kramberger	typ. "

<i>Landesteil</i>	<i>Ort</i>	<i>Mächtigkeit m</i>	<i>Beobachter</i>	<i>Anmerkung</i>
Alföld	Uri, Mende (Kom. Pest)	30	J. Timkó	typ. Löss
„	Irsa, Ceglég, Örkény	4	V. Güll	sand. „
„	Telecska	15—20	P. Treitz	typ. Löss u. sand. Löss
„	Galga-Tal	10—15	J. Timkó	typ. „
„	Szabadka	7—8	P. Treitz	sand. „
Kleines				
Alföld	Galgóc	14	H. Horusitzky	typ. „
„	W-Hänge d. Vértés Geb.	0.3—2	A. Liffa	sand. „
„	Ratkóc	4	H. Horusitzky	typ. „
Hochland	Fuss d. Mátra-Geb.	15	J. Noszky sen.	„ „
„	Fuss d. Cserhát-Geb.	15	J. Timkó	„ „
„	Hegyalja	5—10	H. Horusitzky	„ „
„	Sajó-Tal	10—12	J. Kerckes	„ „
Transsyvanien	Miriszló	9	F. v. Pávai Vajna	zusammen geschwemmter Löss

Die horizontale und vertikale Verbreitung des Lösses führt mit den hier angeführten Zahlenwerten seiner Mächtigkeit verglichen zu interessanten Überlegungen. Es stellt sich heraus, dass die Möglichkeit der Lössbildung im geschlossenen Ungarischen Becken fast überall gegeben war, am ungestörtesten aber nur im S-lichen Teil des Alföld und im SO-lichen Teil Transdambiens, sowie an den SO-lichen Hängen der N-lichen Randgebiete des Alföld zur Geltung kam. Auf anderen Gebieten, namentlich an den Westhängen der Mittelgebirge, über grosse Strecken des Alföld und im Becken von Siebenbürgen konnte sich z. T. wegen den reicheren Niederschlägen des Gebietes, z. T. wegen dem Relief und der Natur des Geländes, z. T. aber infolge des interassenten, später zu erörternden Verhältnisses zwischen dem Löss und seinem Liegenden aus dem herabfallenden Staub entweder kein Löss bilden, oder es fiel die eventuell dennoch gebildete dünne Lössdecke der Denudation der interglazialen Zeiten zum Opfer. An Stellen, wo die Mächtigkeit des Lösses an der Oberfläche bloss einige Meter beträgt, kann man fast bestimmt behaupten, dass nur der sog. „jüngere Löss“ der letzten Eiszeit und der finiglazialen Zeit vorliegt, wo aber die Mächtigkeit des Lösses die 20—25—30—40 m erreicht, beweist schon seine grosse Masse die Ungestörtheit der Lössbildung und bekräftigt die Richtigkeit dieser Auffassung auch das, dass im Löss interglaziale und interstadiale Bildungen vertreten sind. *Diese gewaltigen Lössmassen dürfen mit Recht als die Zeugen mehrerer Eiszeiten betrachtet werden und stellen somit die beredtesten Urkunden der pleistozänen Chronologie des Ungarischen Beckens dar.*

Die ungleiche räumliche und zeitliche Verteilung der Löss-

bildungen verschiedener Gebiete beweist jedoch auch noch etwas anderes. *Sie beweist, dass das Ungarische Becken niemals von einer einheitlichen und zusammenhängenden Lössdecke bedeckt war.* Es lohnt sich, diese Tatsache zu betonen und etwas näher zu prüfen, weil viele ungarische Autoren beim Entwerfen eines Bildes der pleistozänen Oberfläche des Alföld über eine von der Mitte des Beckens gegen die Ränder sanft ansteigende, einheitliche Lössoberfläche sprechen, die erst später durch die Flüsse zerstückelt wurde. Man gewinnt aus diesen Schilderungen den Eindruck, als hätte sich zuerst die Lössdecke und erst hiernach das Flussnetz des ursprünglich abflusslosen pleistozänen Ungarischen Beckens ausgebildet. Es ist dies eine des öfteren wiederkehrende Ansicht, seit dem L. v. Lóczy sen. die pleistozänen geographischen Verhältnisse des Ungarischen Beckens mit dem heutigen Zustand des Tarim-Beckens verglichen hatte (35).

Diese Annahme einer vormals einheitlichen, ununterbrochenen Lössdecke war einigermaßen begründet, solange die wissenschaftliche Forschung den Ursprung des Materials unserer Lössе noch ausserhalb der Grenzen des Ungarischen Beckens, in den glazialen und periglazialen Gegenden Nordeuropas, oder aber in Innerasien suchte. Diese Möglichkeit zerfiel aber sofort, sobald man sie auch nur ein wenig eingehender ins Auge fasst. Wäre das Alföld im Laufe des Pleistozäns auch nur eine einzige Eiszeit hindurch abflusslos gewesen, müsste man in der 170—180 m mächtigen pleistozänen Beckenausfüllung über weite Gebiete ausgedehnte Ablagerungen salziger Seen antreffen. Die Tiefbohrungen des Alföld wiesen die Anwesenheit solcher ausgedehnter Binnenseeablagerungen nicht nach, wohl aber die sehr massenhafte und abwechslungsreiche Ausbildung von gröberen-feineren fluviatilen Sedimenten vom gröberen Schotter bis zum feinsten Schlamm. Das hydrographische Netz des Alfölds in Pleistozän war demnach durch zeitweise mit grossen Wassermassen rapid fliessende, zeitweise aber verästelte, wenig Wasser führende, weite Inundationsgebiete durchstreifende Flüsse gekennzeichnet. Diese fluviatilen Ablagerungen beweisen, dass das Sinken unseres Alföld im jüngeren Pleistozän ein sehr langsamer Vorgang war, mit dem die aufschüttende Tätigkeit der Flüsse im allgemeinen schritthalten konnte, so dass das Becken auch während des dürren Steppenklimas der Eiszeiten offen blieb. Wir haben auch andere Beweise dafür, dass das Alföld im Pleistozän nicht abflusslos war. Die ausserordentlich energische Erosion der nachweisbar feuchten, niederschlagsreichen interglazialen Zeiten schliesst die Möglichkeit der Abflusslosigkeit ebenfalls aus. Einen unmittelbaren morphologischen Beweis liefert die in den Flusstälern des Ungarischen Beckens ausgebildete Serie der pleistozänen fluviatilen Terrassen. Diese sind im Tal der Donau in der Osthälfte des Kleinen Alföld, ferner im Durchbruch von Visegrád und auch in der Umgebung von Budapest anzutref-

fen (54). Unterhalb Budapest geht die älteste pleistozäne Terrasse (Burgterrasse) nicht in die Oberfläche des Alföld über, sondern taucht infolge des pleistozänen Sinkens des Alföld unter die Oberfläche desselben unter, ist sie in der Tiefe vorhanden, setzt sich dort fort, um im Durchbruch der Alduna (Untere Donau) wieder an die Oberfläche zu treten. Diese Terrasse durchspannte also das ganze Ungarische Becken. Die jüngste pleistozäne, sog. Städte-Terrasse aber lässt sich in ihrer Gänze über das ungarische Tal der Donau verfolgen (55), den Nachweis erbringend, dass das Ungarische Becken schon im Pleistozän seine Donau besass, samt dem zu ihr gehörigen Wassernetz, welsch letzteres aber die Ausbildung einer einheitlichen, zusammenhängenden Lössdecke einfach unmöglich machte.

Die Ablagerungen dieses pleistozänen Flussnetzes betätigten sich mit der Aufschüttung der Oberfläche des sinkenden Alföld. Während der Eiszeiten durchstreiften die Flüsse mit geringem Gefälle und Unterlauf-Charakter die Oberfläche. Der auf die breiten Inundationsgebiete herabfallende Staub konnte sich nicht in Löss verwandeln, er wurde höchstens zu einem durchnässten Löss. Typischer Löss konnte sich nur in den von den Hochwässern verschonten Gebieten bilden. Eben dieser „durchnässte Löss“, dessen Name umstritten (56), dessen Ursprung aber nicht im geringsten zweifelhaft ist, liefert einen der durchschlagendsten Beweise gegen die Abflusslosigkeit des Alföld im Pleistozän. Er beweist, dass die durch grosse Wasserschwankungen gekennzeichneten Steppenflüsse des Alföld zur Zeit der Lössbildung riesige Inundationsgebiete durchstreiften, weil nur die Inundationsgebiete schon vorhandener Flüsse als „conditio sine qua non“ der Bildung des durchnässten Lösses denkbar sind.

Dieses von den Naturzuständen des Alföld zur Eiszeit entworfene Bild ist kein Kind der Phantasie. Seine Richtigkeit wird durch die pleistozänen Ablagerungen des Alföld nachgewiesen, in deren Serie vom gröberen-feineren Schotter bis zum typischen Löss alle Stufen und Übergänge vertreten sind, am wenigsten aber gerade der typische Löss selbst. Dies berechtigte mich dazu, mit voller Überzeugung zu erklären, dass die Lössе des Alföld bei den lössmorphologischen Studien nur in beschränktem Mass berücksichtigt werden dürfen (53).

Die Hypothese der Abflusslosigkeit des Alföld im Pleistozän ist auch schon deshalb aus den Handbüchern zu streichen, weil es auch aus den neuesten auf den Ursprung des Materials der ungarischen Lössе bezüglichen Forschungen hervorgeht, dass dieses Material grösstenteils aus den Inundationssedimenten der lannenhaft fliessenden pleistozänen Flüsse des Ungarischen Beckens her stammt. Man kann es sich garnicht anders vorstellen, als, dass zuerst das zur Lössbildung geeignete Material herbeiführende Flussnetz vorhanden war und erst dann, aus dem ausgewehten Material des Geschiebes der Löss gebildet wurde.

Studiert man die Verbreitung der ungarischen Lössе, fällt es in die Augen, dass der Löss an den O-lichen und annähernd O-lichen Hängen der das Ungarische Becken umrahmenden Randgebirge und der im Becken befindlichen Mittelgebirge (Budaer Berge, Bakony-, Vértes-, Gereese-Gebirge, Kleine Karpathen, Kleine Fátра, Meesek-, Bilo-, Papuk-, Cserhát-, Mátra-, Hegyalja-Gebirge) hoch emporsteigt (Budaer Berge 420 m, Meesek 400 m, Hegyalja 380 m) und die Hänge mit einer dicken Decke verhüllt, an den annähernd W-lichen Hängen hingegen entweder überhaupt kein Löss vorhanden ist, oder wenn doch, so nur als dünne, zerrissene Decke, die meist in hohem Grade verlehmt ist. Lange Zeit hindurch besonders solange die ungarische Lössforschung den Ursprungsort des Materials der ungarischen Lössе in den nordeuropäischen glazialen Gebieten suchte, schien es wahrscheinlich, dass die staubbringenden Winde annähernd W-lich waren, so dass sich der Löss in unseren Mittelgebirgen an den Ostlehnen, auf den niederschlags- und windchattigen Lee-Hängen anhäufen konnte, wogegen an den Westhängen, an der Luv-Seite sich kein Löss bildete, weil der herabgefallene Staub von dort durch die Deflation und Abwäsung entfernt wurde. Dieser Auffassung gab zuletzt Rungaldier Ausdruck (47). In der Kenntnis der oben geschilderten Umstände und Bedingungen der Lössbildung, sowie der Windverhältnisse des glazialen Europas musste diese Theorie a priori als unhaltbar betrachtet werden. Gerade das Gegenteil dieser Theorie ist richtig. Die vorherrschenden Winde Mittel- und Europas waren in den glazialen Zeiten annähernd O-lich. Diese transportierten den zur Lössbildung geeigneten Staub auf geringere- grössere Entfernungen. Die zu den staubführenden, annähernd O-lichen Winden senkrecht, quergestellten O-lichen oder annähernd O-lichen Hänge zwangen die Luftmassen zum Aufsteigen und Ablagern ihres Staubgehaltes, einesteils, weil die Hänge den weiteren Transport des Staubes hinderten, andererseits, weil die an den Hängen zum Aufstieg gezwungene Luft abgekühlt wurde, sodass ihre relative Feuchtigkeit zunahm und die schwebenden Staubpartikeln zu Kondensationszentern wurden, auf die Lehnen herabfielen und dieselben dick bedeckten. Man muss auf diesen annähernd O-lichen Hängen im Laufe der Eiszeiten mit wahrhaftigen Staubregen rechnen. Die staubführende Tätigkeit dieser Winde dürfte im Ungarischen Becken durch die in den Randgebieten desselben im Sommer sich täglich ordnungsgemäss meldenden Berg- und Talwinde bedeutend erhöht worden sein. Im allgemeinen dürften die lokalen Klimate und klimatischen Faktoren bei der Vorbereitung und Verteilung des zur Lössbildung geeigneten Materials eine viel grössere Rolle gespielt haben, als man bisher annahm. Die Beantwortung dieser Frage ist schwer, weil uns zur Rekonstruktion der lokalen klimatischen Verhältnisse der vergangenen Zeiten nur mit der grössten Vorsicht verwertbare Analogien und Homologien zur Verfügung stehen. Die einschlägigen Detailforschungen werden

aber das oben in grossen Zügen entworfene Bild auch in seinen Details nur bestätigen.

Die den annähernd O-lichen Winden ausgesetzten Osthänge waren also im Laufe der Lössbildung die Luv-Hänge, auf diese liessen die Staubregen ihren Staubgehalt herabfallen, während die annähernd W-lichen Lee-Hänge nur in geringem Grad verlöst wurden. Jedenfalls in geringerem Grad, als die O-lichen, weil weniger Staub auf sie herabregnete und, weil sie der abtragenden Wirkung (Deflation und Erosion) der im Laufe der Eiszeiten zwar spärlich, aber doch auftretenden, niederschlagsreicheren W-lichen Winde ausgesetzt waren, wogegen die Osthänge auch diesen gegenüber im Regenschatten verblieben. Weis man aber, dass im Laufe der Eiszeiten die durch Luftstrudel gekennzeichneten, niederschlagsreichen Westwinde im Ungarischen Becken keine bedeutsame Rolle spielten, da ja auch seine annähernd W-lichen Winde vorwiegend von der Eisdecke der Alpen gegen das Innere des Beckens wehende, trockene Föhne waren, so wird man die Lösslosigkeit der Westhänge in erster Linie den lössvernichtenden und lössverlehmenden, niederschlagsreicheren Westwinden der langen interglazialen Zeiten und der Gegenwart zuschreiben. Diese unsere Behauptung können wir durch die Verbreitung des Lösses sehr gut rechtfertigen. Im transdanubischen Mittelgebirge, in den kleinen Karpaten, im Gereese-, Bakony- und Budaer Gebirge haben die Westhänge nur eine zerrissene, dünne Lösdecke. Dieser Löss ist mit Gehängeschutt und Sand vermischet, ja in den meisten Fällen sogar in einen entkalkten Lehm und rotbraunen Ton verwandelt. Löss gelangte also überall hin, auch auf die Westhänge, doch war seine Bildung dort nicht ungestört und er fiel der Verwitterung und Abtragung zum Opfer.

Neben den annähernd O-lichen, staubführenden Winden fiel bei der Verfrachtung des Staubes, ja sogar bei der Umlagerung des schon fertigen, aber zu Staub zerfallenen Lösses ausser der Tätigkeit fliessenden Wassers auch den lokalen Winden eine bedeutende Rolle zu. Über diese Faktoren könnte man aber in Ermangelung der detaillierten Untersuchungen heute noch schwerlich ein ausführliches und richtiges Bild entwerfen.

(Fortsetzung folgt.)

SÓDÓMOK KUTATÁSA GEOFIZIKAI MÓDSZEREKKEL.

Írta: *Fekete Jenő.*

A gyakorlati irányú geofizikai kutatások nem régi keletűek, mert bár régebben is végeztek egyes helyeken gyakorlati célből geofizikai méréseket, ezeknek széleskörű elterjedése csak 1923-ban kezdődött, amikor *sőtetek, sódómok felkutatására* kezdtek használni azokat. E feladat megválasztása nagyon szerencsés is volt, mivel a gyakorlati geofizika eddig legnagyobb és legmeglepőbb eredményeit éppen földalatti nagy sőtetek biztos kimutatásával érte el. Eleinte e célra csak a *szeizmikus méréseket és az Eötvös-féle torziós ingát* használták, ez utóbbit *Báró Eötvös Lóránd* által kidolgozott módszer szerint, aki már 30 évvel ezelőtt kijelölte azt az utat, amelyet kisebb módosításokkal még ma is követünk. A torziós ingamérések eredményeinek geológiai problémákkal való kapcsolatára pedig dr. *Böckh Hugó* éppen sőtetekkel kapcsolatban mutatott rá először. „*Braehyantiklinálisok és dómok kimutatása torziós mérleggel végzett mérések adata alapján*” című 1917-ben megjelent értekezésében.*

A braehyantiklinálisok és dómok esetében a torziós ingával nyert adatok szempontjából *Böckh* két esetet különböztet meg: 1. midőn a dóm magjában só van és a kősó sűrűsége kisebb, mint a fedő rétegeké, mely esetben a torziós inga adatai a nehézségerő kisebbedését mutatják a dóm teteje felé, azaz úgynevezett *gravitációs minimumot* adnak, és 2. midőn a dóm magjában a fedő rétegek sűrűségénél nagyobb sűrűségű kőzet van, mely esetben a torziós inga adatai gravitációs maximumot adnak.

Az 1912 és 1913 években a Maros völgyében *Eötvös* által végeztetett torziós ingamérések eredményeit összehasonlítva a Maros völgyének hosszanti geológiai szelvényével, *Böckh* arra az eredményre jutott, hogy a geológiai szelvényekben jelentkező *antiklinálisok tengelye felett* több esetben *gravitációs minimum* van. Ez pedig *Böckh* előbb említett elmélete szerint azt jelenti, hogy az ilyen helyeken a braehyantiklinálisok vagy dómok magjában *kősó* van. A só némely helyen a felszínre jut vagy közel van a felszínhez, máshol azonban oly mélységben marad, hogy azt eddig a fúró nem érte el. *Böckh* ezen elmélete az azóta szerzett tapaszt-

* Bányászati és Kohászati Lapok 1917. évf. 9. száma.

talatok alapján jelentékenyen módosult ugyan, de azért tényleg ő volt az első, aki a torziós inga adataiból sötetek jelenlétére következtetett.

A huszas évek elején aztán már *Németországban* is végeztek sódóмок felett torziós ingaméréseket és ott is gravitációs minimumokat kaptak. Tekintve azonban a németországi sódóмок bonyolult szerkezetét, az észlelt gradiensek nagyon szabálytalan eloszlást mutattak.

Mint említettük a torziós ingamérések gyakorlati alkalmazása nagy lendületet 1923-ban vett; ekkor kezdtek *Amerikában* alkalmazni és pedig először az *Északamerikai Egyesült Államok Texas és Louisiana* államaiban, a mexikói öböl északi partvidékén és kisebb mértékben *Mexikóban*, az *Atlanti és Csendes Óceánokat* elválasztó *földszoroson*. Mindkét helyen a torziós inga alkalmazásának kimondott célja a sötetek kutatása volt. *Texas és Louisiana* államokban ugyanis a felszíni indikációk alapján már nem tudták újabb dómokat találni úgy, hogy az egész területen 1922-ben összesen 48 sódóмок volt ismeretes, amelyből azonban 37-et még 1911 és 1917 között találtak és csak 11-et 1917—1922 között. A torziós inga és a szeizmikus mérések bevezetése után 1930-ban már 87 dóm volt ismeretes és sok más oly helyet ismertek, ahol a geofizikai felvételek sódóмок jelenlétét jelezték, de a fúrási munkálatok ezen indikációkat még nem igazolták.

Az első kísérleti torziós ingamérések *Amerikában* már ismert sötetek felett történtek. Így a legelső torziós ingamérések színhelye a *Texas és Louisiana* határán levő *Spindletop* sódóмок volt, amelynek alakja a sok száz lemélyített fúrás adatai alapján már teljesen ismert volt. E sódóмок felett az első torziós ingamérések nagy meglepetésre hatalmas *gravitációs maximumot* adtak a várt minimum helyett. További mérések ismert sötetek felett, valamint a mexikói sötetek felett nyert eredményeken végzett számítások azt mutatták, hogy ott, ahol a sódóмок közel jut a felszínhez és azt hatalmas fedőkőzet borítja, de különösen ha mészkő, gipsz stb. mellett a fedőkőzet főleg anhidritből áll, úgy a sódóмок felett legtöbbször *gravitációs maximum* jelentkezik.

A sódóмок geofizikai kutatása természetesen első sorban gyakorlati célt szolgált, mivel — mint ismeretes — a *texasi és louisianai* sötetek majdnem minden esetben olajelőfordulással kapcsolatosak. Némely esetben az olaj a sódóмокot fedő mészkőben van, legtöbbször azonban a meredeken feltörő sódóмок oldalán felgyűrt üledékekben található, vagy pedig, mint újabb időben tapasztalták, a mélyen fekvő sódóмок által felnyomott boltozódások tetején van.

Az igen nagy számban végzett torziós ingamérésekből, amelyek mindíg nyomon követték a fúró, a sódóмок gravitációs hatásának több típusát állapították meg: ezek ismerete mellett aztán más hasonló gravitációs rendellenességekből könnyű volt új

sódómok jelenlétére és azok alakjára és szerkezetére következtetni.

Mint már említettük, egy sötést, ha azt nehezebb üledék fedi be, és nincs fedőkőzete, általában mint *gravitációs minimum* jelentkezik, mint például az *erdélyi, németországi és romániai* sódómok vagy sötések esetében.

A *texasi* nem nagy mélységben fekvő sódómok legtöbbszörre mint nagy *gravitációs maximumok* jelentkeznek a gradiensek igen szabályos sugárszerű eloszlásával. Így az 1. ábra egy texasi sódóm által okozott gravitációs rendellenességeket mutatja. Megfordítva

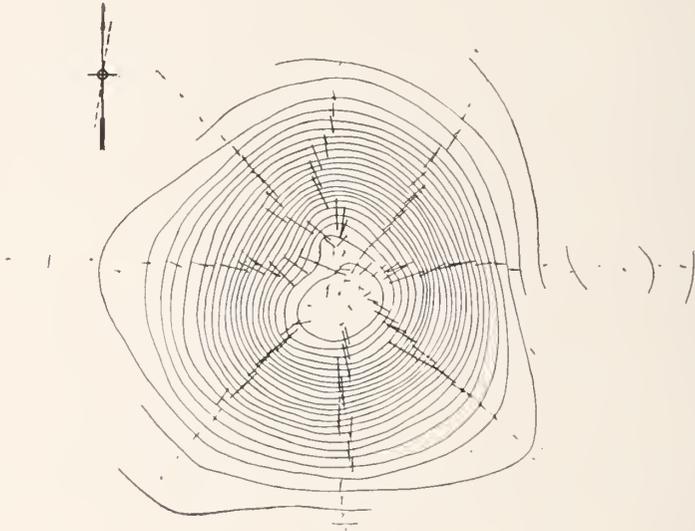


Fig. 1. ábra. Gravitációs maximum sódóm felett. Gravitációs rendellenességek mérete 1 mm = 11.5 E. Isogrammák közé $0.2 \cdot 10^{-3}$ C. G. S. Térképméret 1: 57.300. — Gravity maximum on a salt dome. Scale of gravity anomalies 1 mm = 11.5 E. Isogram interval $0.2 \cdot 10^{-3}$ C. G. S. Scale of map 1: 57.300.

azonban nem áll a dolog, mert nem minden *gravitációs maximum* indikál fedőkőzettel bíró *sötestet*, hanem csak a közönséges *boltozófalást* a mélyebben fekvő sűrűbb alakulatokban. A különbség azonban a kétféle maximum között az, hogy a sódóm felett talált maximum közepétől távolodva a szélek felé, a közép felé irányuló gradiensek elérnek egy maximális értéket, majd folyton kisebbedve ellentett irányúak lesznek s bár kis értékűek, de megtartják sugaras elrendezésüket. A középtől nagyobb távolságra ugyanis a fedőkőzet pozitív gravitációs hatása, amely a közép felé irányul, eltűnik és a hatalmas sötést negatív gravitációs hatása lesz túlnyomó. Közönséges boltozódás esetében a gradienseknek ezen szabályos átfordulása nincs meg.

Az említett sódóm már szintén ismert volt a torziós ingamérések idején, de a dóm alakját a fúrások elégtelen száma miatt nem mindenhol ismerték. A feladat az volt, hogy a sódóm pontos alakját, de különösen a meredeken leeső oldalak helyét a felszínen ki lehessen köröskörül jelölni, hogy a fúrásokat ez oldalfalon kí-

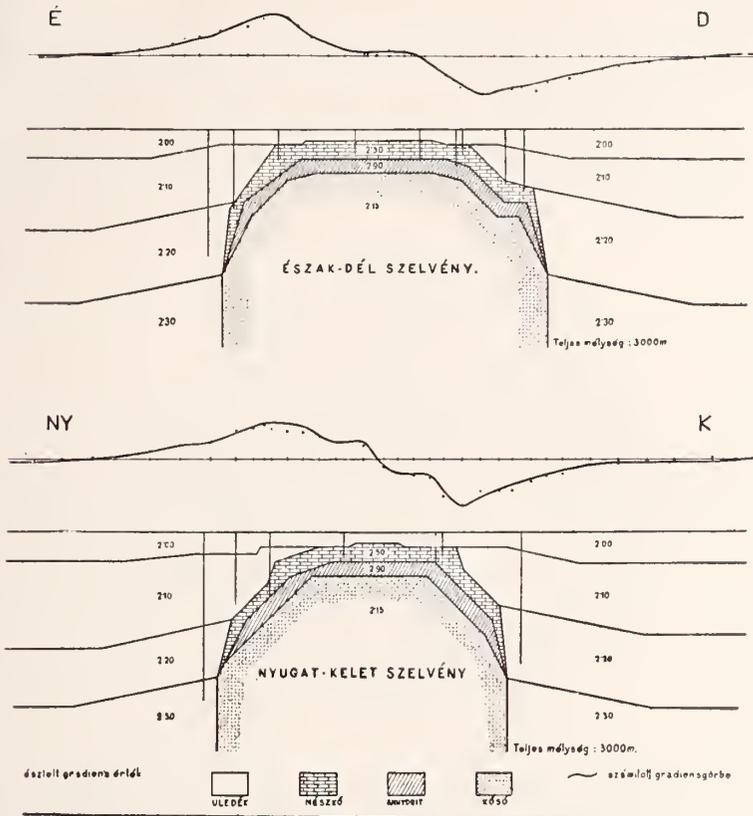


Fig. 2. ábra. Az 1. ábra sódómjának két keresztmetszete számítás útján meghatározva. Gradiensek mérete 1 mm = 11 E. Térképméret = 1 : 54.800. — Two profiles of the saltmode shown in Fig. 1, Scale of the gradients 1 mm = 11 E. Scale of map 1 : 54.800.

vül, de ahhoz igen közel mélyítsék le, mivel olaj elsősorban e helyeken volt várható. Az ábrán látható *izogammák*, azaz a nehézség-erő egyenlő értékű rendellenességeit összekötő vonalak a sódóm oldalának pontos meghatározására nem alkalmasak. Erre a célra szelvényszámításokat szokás végezni, amelynél a sódóm keresztmetszetét a meglévő fúrási adatoknak megfelelően vevén fel, kiszámítjuk a sódóm gravitációs hatását és összehasonlítjuk a szelvény mentén észlelt gravitációs hatással. Ott, ahol eltérés mutatkozik a számított

és észlelt hatások között, a sódóm alakját, fedőközeit, de különösen lemélyülő oldalának helyét addig és úgy változtatjuk, természetesen a fúrési adatok pontos betartásával, míg kielégítő megegyezést nem kapunk a számított és észlelt hatások között. Az ilyen számításokhoz mindig szükségesek a különféle alakulatok sűrűségei is, amelyeket a fúrólukakból nyert mintákon külön kell meghatározni.

Ilyen két szelvény látható a 2. ábrán, amelynek a sódómon É-D és Ny—K irányokban haladnak keresztül. A fekete pontok az észlelt és a keresztmetszetre vetített *gradiensértékeket* tüntetik fel, míg a görbe vonal a számított *gradiensgörbét* mutatja, amely a keresztmetszetben feltüntetett sódóm gravitációs hatása a szelvény mentén. A megegyezés a számított és észlelt értékek között teljesen

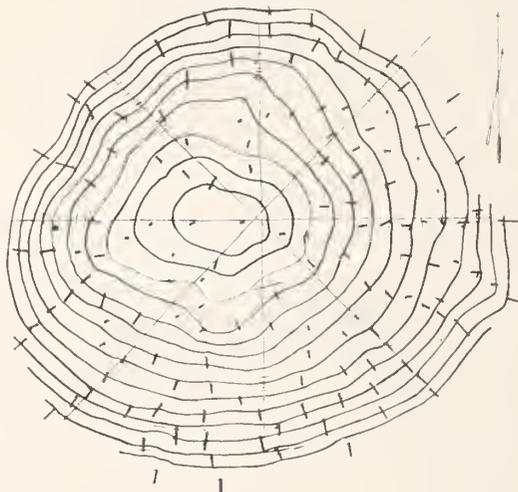


Fig. 3 ábra. Gravitációs minimum sódóm felett. Gravitációs rendellenességek mérete $1 \text{ mm} = 8.7 \text{ E}$. Izogammák köze $0.25 \cdot 10^{-3} \text{ C. G. S.}$ Térképméret $1:87.000$. — Gravity minimum on a salt dome. Scale of gravity anomalies $1 \text{ mm} = 8.7 \text{ E}$. Isogam interval $0.25 \cdot 10^{-3} \text{ C. G. S.}$ Scale of map $1:87.000$.

kielégítő. A különböző rétegek érintkező felületei síkoknak vannak feltételezve a számítás egyszerűsítése végett. Első pillanatra az egész számítás feleslegesnek látszhatik, de meg kell gondolni, hogy például a déli végén a só oldala teljesen ismeretlen volt, a nyugati és keleti oldalon pedig valahol a két legszélső fúrás közé esett, de pontos helyét nem ismerték.

Azonban nem minden sódóm, amely közel fekszik a felszínhez, ad gravitációs maximumot és pedig még akkor sem, ha fedőköze is van. Így a 3. ábra egy gravitációs minimumot ábrázol, a-

melyet egy texasi másik sódóm felett nyertek. Bár e dóm közel fekszik a felszínhez, és fedőkőzete is van, de ez nőbbi aránylag nem vastag és olyan alakja van, hogy ennek pozitív gravitációs hatása nem tudja kompenzálni vagy felülmúlni a hatalmas sötést negatív gravitációs hatását és így gravitációs minimum jön létre.

A 4. ábra szintén olyan sódóm felett észlelt gradienseket mutat, amelynek negatív hatása nagyobb, mint a meglévő fedőkőzet pozitív hatása, miért is a sódóm felett *gravitációs minimumot* kaptunk. Az aránylag kis gradiensértékek onnan származnak, hogy e

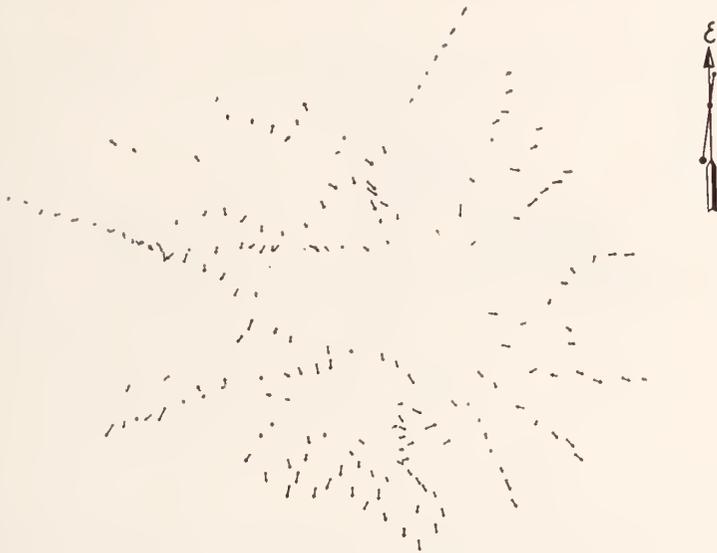


Fig. 4 ábra. Gravitációs minimum fedőkőzettel bíró sódóm felett. Gravitációs rendellenességek mérete 1 mm = 4 E. Térképméret = 1:160.000 — Gravity minimum on salt dome with caprock. Scale of gravity anomalies 1 mm = 4 E. Scale of map 1:160.000.

sódómnak bár vastag fedőkőzete van, de annak sűrűsége a benne lévő nagy mennyiségű *kén* miatt kicsiny. E dóm a *legnagyobb* ismert sódóm Texasban és ma a világ *legnagyobb kénbányája*.

1923-tól 1929-ig a mexikói öböl északi partján a felszínhez közel fekvő sódómokat már mind felkutatták. Ezután került sor olyan sódómok kutatására, amelyek a felszín alatt nagyobb mélységben vannak. Az ilyen mélyenfekvő sódómok a torziós ingamérések eredményeiben mindig mint gravitációs minimumok jelentkeznek.

Ilyen sódóm gravitációs hatását láthatjuk az 5. ábrán. E sódóm tetején már régebben ismert olajmező volt, míg magát a sótestet csak 1927-ben érték el 1800 méter mélységben, amely fúrás eredményeként az olajmező lényegesen nagyobb lett.

A mélyen fekvő sódómok által okozott gravitációs hatás, bár mindig mint *gravitációs minimum* jelentkezik, nem olyan szabályos, mint a magasabban fekvő sódómok gravitációs hatása. Nagy *regionális hatások* elfödhetik a sódóm hatását, vagy messze eltolhatják a minimum közepét a sódóm valódi tengelyétől. Azután nem minden gravitációs minimumnak felel meg sótest, mert a különböző sűrűségű üledékekben vagy kőzetekben előforduló *mélyedések* is adhatnak *minimumot*. Azt a kérdést, vajjon valamely gravitá-

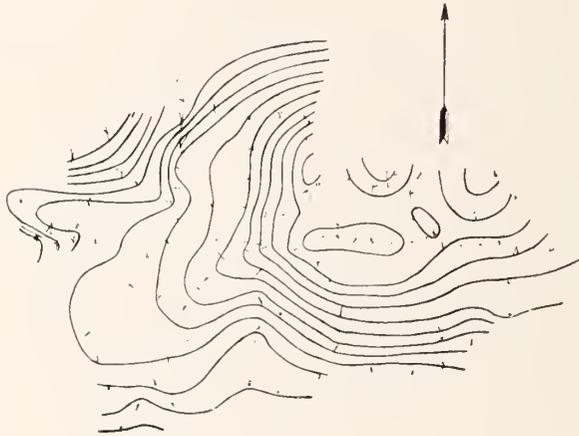


Fig. 5. ábra. Gravitációs minimum mélyen fekvő sódóm felett. Gravitációs anomáliák mérete 1 mm = 9 E. Izogammák köze $0,1 \cdot 10^{-3}$ C.G.S. Térképméret 1:90.000. — Gravity minimum on deeplying salt dome. Scale of gravity anomalies 1 mm = 9 E. Isogam interval $0,1 \cdot 10^{-3}$ C.G.S. S. Scale of map 1:90.000.

ción *minimumnak* sótest felel-e meg, vagy pedig csak *mélyedés* a rétegekben, egyedül a torziós inga mérések adataiból *nem mindig lehet eldönteni*, erre egy újabb geofizikai módszer, a *reflexiós szeizmikus* eljárás szükséges. A *reflexiós szeizmikus* mérések sódómok és a rétegekben levő boltozódások felett minden esetben ugyanazon eredményeket adják, feltéve, hogy a felszín alatt jó reflektáló felület van jelen. Azonkívül a *reflexiós szeizmikus* mérések mindig megadják a sódómok vagy boltozódások *valódi tengelyét*, míg ez — mint fentebb említettük — a gravitációs mérésekre nem áll.

A szeizmikus méréseket nagyobb méretekben szintén 1923-ban kezdték alkalmazni, de akkor még az úgynevezett *refrakciós szeizmikus eljárást* használták. A szeizmikus méréseknek — és pedig úgy a refrakciós, mint a reflexiósnak — alapelve, hogy a föld felszínén vagy nem nagy mélységben robbantással mesterségesen gerjesztett *szeizmikus hullámok* elterjednek, de a különböző rétegekben nem egyforma terjedési sebességgel haladnak. Ha egy egyenmű rétegben tovaterjedő hullámok egy olyan másik réteg határfelületéhez érnek, amelyben a szeizmikus hullámok terjedési sebessége lényegesen nagyobb, mint a fedőrétegben (lásd 6. ábra), akkor a következő esetek lehetségesek:

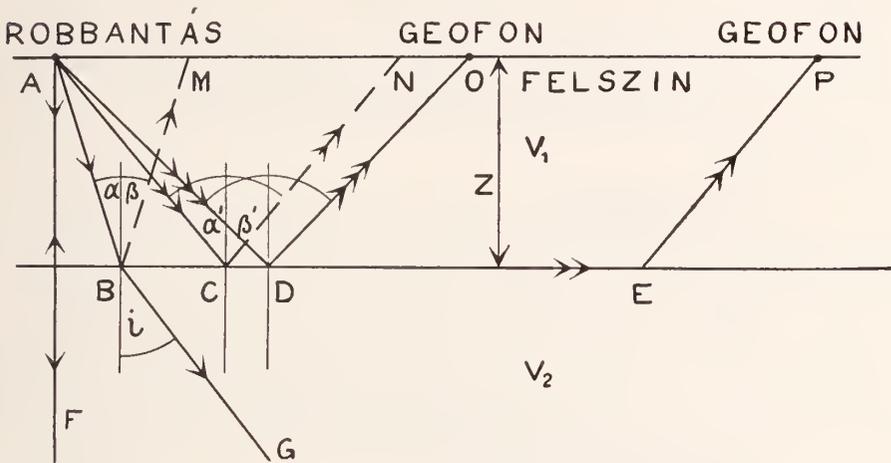


Fig. 6. ábra. Szeizmikus hullámok törése és visszaverődése. — Refraction and reflexion of seismic waves.

1. *A hullámok egy része B pontnál törést, refrakciót, szenvedve behatol az alsó közegbe, míg egy másik, kisebb része visszaverődik a felszínre (lásd az egyszeres nyíllal jelzett hullámokat).*
2. *A hullámok C pontban behatolnak a második közegbe és V_2 terjedési sebességgel annak határfelületén haladnak tovább (lásd a kétszeres nyíllal jelölt hullámokat), majd a határfelület valamely E pontjából reflektálva a felszínre jutnak, ahol azokat a P pontban elhelyezett felvívő készülékek, geofonok felfogják és megérkezési idejüket nagy pontossággal jelzik.*
3. *A hullámok a második közeg határfelületén D pontban teljes visszaverődést szenvednek és O pontban érik a felvívő készülékeket (lásd a háromszoros nyíllal jelölt hullámokat).*

A 2. alatti hullámokat használja fel a refrakciós és a 3. alattiakat a reflexiós szeizmikus módszer.

Texas és Louisiana államokban a refrakciós szeizmikus módszert úgy alkalmazták, hogy 4—6 felvevő készüléket a robbantási ponttól nagyobb távolságra ezen pontot magában foglaló szelvény mentén helyeztek el s mérték a robbantás pillanata és a hullámoknak a felvevő készülékekhez való megérkezése között eltelt időt. Ha a rétegek szeizmikusán homogének voltak, azaz a hullámok terjedési sebessége a rétegekben közel ugyanaz volt, úgy minden felvevő készülékre nézve a hullámok megérkezési ideje arányos volt a felvevő készülékeknek a robbantó ponttól való távolságával. Ha azonban a hullámok oly rétegen haladtak át, amelyekben a terjedési sebesség jóval nagyobb volt, mint az előző rétegben, akkor a hullámok megérkezési ideje kisebb lett. A megszerkesztett idő-út görbéből meg lehetett határozni a különböző rétegekben a terjedési sebességet és azokat a helyeket, ahol a terjedési sebességben változás állott be, vagyis a különböző rétegek határfelületeit.

A refrakciós szeizmikus mérések egy másik módja az volt, hogy a felvevő készülékeket a robbantási pont köré egy nagyobb körív mentén helyezték el s ha, valamelyik felvevő készüléknél a hullámok megérkezési ideje jóval kisebb volt, mint a többinél, akkor igen valószínű volt, hogy az illető felvevő készülékhez eljutott hullám *sótesten* haladt át. A felvevő készülékek többféle esoportosításából azután nemesak a sótest helyét, de annak alakját is meg lehetett határozni, bár sohasem olyan biztossággal és részletezéssel, mint a felszínhez közeleső *sódómok* esetében a torziós ingával. A nem nagy mélységben fekvő *sódómoknak* egész sorát találták meg *a mexikói öböl északi partján* a refrakciós szeizmikus módszerrel. Később azonban, midőn ezek már mind ismertekké váltak, a mélyen fekvő sótestek kutatása ezzel a módszerrel mind nagyobb és nagyobb nehézségekbe ütközött.

Ugyanis, hogy a szeizmikus hullámok mélyebbre hatoljanak le, a felvevő készülékeket nagy távolságra, 9—10 kilométerre, kellett eltenni a robbantási ponttól. E nagy távolság azután a robbantási energiának oly nagy veszteségével járt, hogy 200—300 kilogramm dinamitnak egyszerre való felrobbantása volt szükséges, hogy a felszínre visszakerülő hullámok még felfoghatók legyenek. A nagy mennyiségű robbantó anyag és az annak felrobbantásával okozott el nem kerülhető károk *oly költségessé tették* e módszer alkalmazását, hogy annak használata többé *nem volt gazdaságos*.

Ekkor kezdtek foglalkozni a fentebb már említett *reflexiós szeizmikus eljárással*, amelynél a nagyobb terjedési sebességgel bíró réteg határfelületéről visszavert hullámoknak a felvevő készülékekhez való megérkezésének az idejét mérjük. Igaz, hogy ebből az adatból semmit sem lehet a szeizmikus hullámok terjedési se-

bességére vonatkozólag megtudni, de ha a terjedési sebességet más módon meghatározzuk, úgy ebből, a robbantás és a hullámok megérkezése között eltelt időből és a robbantási pontnak a felvevő készülékektől való távolságából nagy pontossággal lehet a visszaverő réteg mélységét kiszámítani. Sőt az egyes felvevő készülékekre érvényes kis időkülönbségekből a réteg dőlését s annak irányát is

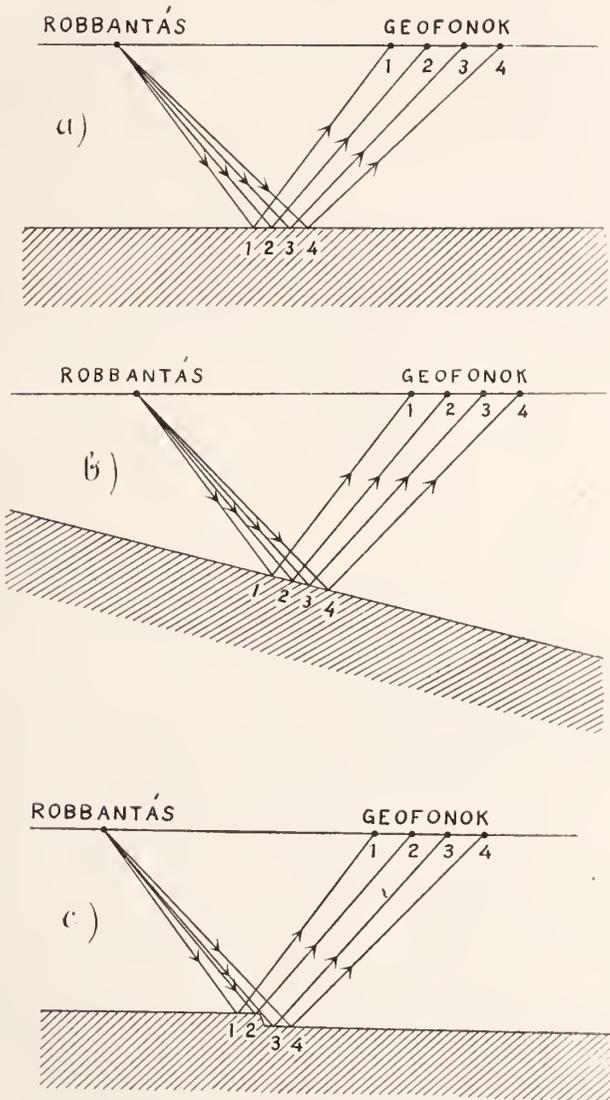


Fig. 7 ábra. Különböző felületekről visszavert szeizmikus hullámok.
— Seismic waves reflected from different surfaces.

meghatározhatjuk. Aránylag kis energiáival, már 100–500 gram dinamit felrobbantásával is kaphatunk igen biztosan meghatározható reflexiót, ha csak a *fedő réteg homogén* és nincsenek benne a szeizmikus hullámokat szétszóró töredezett rétegek. E módszerrel igen nagy eredményeket értek el oly mélyen fekvő sötetek kutatásában, ahová a fúró le sem hatolt, de a felettük lévő *boltozóátsók* a legtöbb esetben *kitűnő olajtartó rétegeknek* bizonyultak.

Sódómok kutatására földmágneses méréseket is alkalmaztak, azonban, amennyire biztos útmutatást ad a földmágnesesség rendellenességének eloszlása a föld alatt lévő erősen mágneses hatású éreek kutatására, amnyira bizonytalan az észlelt földmágneses rendellenességekből sötetek jelenlétére következtetni. A só ugyanis *diamagnetikus* lévén, *negatív vertikális rendellenességet* ad, ellentétben a *paramagnetikus* testek okozta *pozitív vertikális* rendellenességgel. A sötetek mágnesezése azonban olyan kiesény, hogy a felszínhez egész közel fekvő sötetek mágneses hatása sem haladja meg a -20γ -át. A *németországi sötetek* felett észleltek ugyan -100γ vertikális rendellenességet is, azonban a *mexikói öböl partján levő sódómok* mágneses hatása alig éri el a fent megadott értéket. Nyilvánvalóan ilyen kis értékű rendellenességből biztos következtetést vonni sötet jelenlétére nem igen lehet. A földmágneses elemek mérésére szolgáló műszerek tökéletesítésével nagyban kezdtek sódómok kutatását földmágneses rendellenességek alapján, azonban csakhamar belátták a módszer alkalmazásának nagy bizonytalanságát és ezért ilyen irányú földmágneses méréseket ma már nem igen végeznek.

A mindjobban elterjedő *elektromos módszer* sódómok kutatásában eddig nagy szerepet nem játszott. A módszer lényege abban áll, hogy a különböző geológiai alakulatok *elektromos vezetőképessége* különböző és továbbá azon a tapasztalati tényen, hogy egy es ugyanazon geológiai alakulat meglepően állandó vezetőképességet mutat rétegződése mentén, úgy hogy az alakulatot hasonlónak lehet venni az úgynevezett *elektromos felületével*, azaz egy olyan felülettel, amely mentén az elektromos vezetőképesség állandó.

Az elektromos módszer alkalmazása többféleképp történhetik. Ma különösen kettőt használnak: az egyik a *Schlu m b e r g e r*-féle, amelynél a földbe vezetett elektromos áram eloszlását vizsgálják azáltal, hogy a föld felszínén *equipotenciális görbéket* határoznak meg és e görberendszerekben mutatkozó szabálytalanságokból következtetnek a földalatti rétegek vezetőképességében előforduló változásokra és e változásokból a rétegek eloszlására. A másik módszer a *S u n d b e r g*-féle, amelynél a föld felszínén végigfektetett vezetőben váltakozó áram halad, amely áramot indukál a föld felszíne alatti vezető rétegekben. E másodlagos áram által a felszínen létesített *elektromágneses mező* megváltoztatja az elsődleges áram által létesített elektromágneses mezőt a földalatti réte-

gek vezetőképessége szerint. Az elektromágneses mező irányának, erősségének és fázisának megváltozásából következtethetünk egy vagy több *elektromos felület jelenlétére és mélységére*. Az így nyert mélységi adatokból azután egy vagy több *elektromos felület rétegvonalas térképét* készíthetjük el, amelyek oly mértékben fogják vissza tükrözni a valódi geológiai alakulatok alakját, amennyire ezen geológiai alakulatok elektromos felületeikkel *konformak*.

Bár e módszer mindjobban fejlődik és jelentős gyakorlati eredményeket is érnek el vele, a sódóмок kutatásában kezdetben nem volt nagy szerepe, mivel akkor még nagyobb mélységre nem tudván e módszerrel lehatolni, mélyebben fekvő sótesteket nem is tudott kimutatni, a felszínhez közel fekvők pedig már mind ismertek voltak. Nem nagy mélységben fekvő, de már ismert sódóмокokon végzett elektromos próbamérések azonban szép eredményeket adtak.

Néhány éve különösen *Németországban* sótestek kutatására használják a *gravimétereket* is, amelyekkel nem a nehézségeőnek változásait, hanem közvetlenül a nehézségeő rendellenességeit mérik. Bár e *graviméter mérések* kivitele teljesen elűit a torziós inga mérésektől, az eredmények magyarázata egészen hasonló mindkét módszernél.

PROSPECTING SALTDOMES WITH GEOPHYSICAL METHODS.

By: *Eugene Fekete*.

Geophysical methods for prospecting salt domes were first used in *Texas and Louisiana* as early as 1923 applying the *Eötvös torsion balance* and the *refraction seismic method*. The gravity survey followed the method Eötvös used in his fieldwork while the interpretation of the torsion balance results was made according Dr. Böckh's theory, i. e. a *gravity minimum* will appear above an uplift when the core of the uplift is rocksalt and a *gravity maximum* will be obtained above such uplifts the core of which is heavier than the overlying formations.

The results of torsion balance surveys made in Germany above known salt domes proved this theory but in Texas it was soon found that gravity maximum will appear above salt domes lying close to the surface if a *heavy caprock* is present. The difference between the gravity maxima indicating salt domes with caprock or uplifts is that in the first case the gradients of radial distribution change their direction outside and far from the dome

while gradients above uplifts without salt always point to the center of the uplift.

Figure 1. shows a gravity maximum above a known salt dome in Texas and Figure 2. the profiles of the same dome. The gravity effects of the profiles were calculated (the curves) and compared with the observed gravity anomalies (the dots). Altering the shape and masses of the dome until a satisfactory correspondence between the observed and calculated gravity values is obtained, it is possible from the *gravity results* to determine *the form and depth of the salt dome*. This is important also from a practical point of view, because the presence of a salt dome in Texas and Louisiana is always connected with occurrence of oil, gas and perhaps of other valuable minerals (sulphur). The accumulation of oil is mostly found in the sedimentary beds on the flank of the salt domes, therefore it is of outmost importance to determine as accurately as possible the exact position of the flank.

There is a *salt dome* in Texas the gravity effect of which in spite of a caprock shows a *gravity minimum* as given in Figure 3. In such cases the positive gravity effect of the caprock cannot compensate the large negative gravity effect of the salt mass.

In Figure 4. also a *gravity minimum* can be seen obtained above a salt dome with *thick caprock* but this caprock consists mostly of sulphur of small specific gravity and therefore the negative gravity effect of the salt mass is predominant.

In Texas between 1923 and 1929 most of the salt domes lying close to the surface were discovered by applying geophysical methods. Then the search was continued for the *deep lying salt masses*. The *gravity effect* of such domes appears always as a *minimum* as shown in Figure 5. There is no exception from this experience, although these gravity minima are mostly of irregular shape. Furthermore the apex of such gravity minimum very seldom corresponds exactly to the actual axis of the dome partly on account of some regional effect, partly because of the asymmetric form of the salt mass.

In case of such *deep lying* salt domes the oil occurs mostly in the *uplifted sedimentary beds* just above the apex of the dome, the exact determination of which can be hardly done by the aid of the torsion balance. For this purpose the *reflexion seismic method* is generally applied.

The *seismic method* is based on the experience that the seismic waves *originated by explosions* have different velocities in the different formations. Spreading out from the shot point in all direction the seismic waves are *refracted* and, or *reflected* from a contact surface of two beds if they have *different velocities* for the seismic waves. In Figure 6. there are shown the seismic waves propagated in two beds with velocities V_1 and V_2 respectively.

In *salt* the velocity of seismic waves is considerably *higher* than in the overlying sediments, therefore there is a *distinct break* in the time-distance graph on places where the waves are *refracted* by the salt. Determining such points around the saltmass it is possible to contour on the surface a salt dome lying close to the surface. This is the *refraction seismic method* with the aid of which many salt domes were discovered in Texas and Louisiana. Deep lying salt domes can be detected by refraction shooting only if the *shot distance* is very long and a *great amount of explosives* are used which is — however — not *economical*.

The *reflection seismic method* uses the reflected seismic waves only (as shown in Figur 7). From the time elapsed from the shot instant to the arrival of the reflected waves to the *pick ups* (*geophones*) the *depth* of the *reflecting horizon* can be calculated, provided that an average velocity for the seismic waves could be obtained. If more than one pick up is available then the *dip* of the *reflecting horizon* can also be determined from the small *time differences* found in the arrival of the seismic waves to the different pick ups. The *reflexion seismic method* is widely used to day and a great number of deep lying salt masses were discovered with the aid of this method.

Magnetic surveys i. e. the determination of *magnetic anomalies* superposed on the normal magnetic field of the earth were also tried to find salt domes because in some cases small magnetic anomalies were found above salt masses. However the determination of these anomalies is uncertain and therefore the magnetic method is rarely used today for prospecting salt domes.

There are various *electric methods* with the aid of which the distribution of subsurface masses can be delimited. These methods are based on that the *electric resistivity* of the different geological formations *varies*, therefore if electric current is induced directly into the subsurface layers, from the alterations in the electromagnetic field caused by the induced current and measured on the surface conclusions can be drawn as to the *shape and location of the different formations*. Two different electric methods are mostly used today, those invented by *Schlumberger* and by *Sundberg* respectively. In the discoveries of salt domes, however, the electric methods do not take such a prominent part as the torsion balance and the seismic methods.

The *newest geophysical instrument* used in the recent prospectings, especially in Germany, is the so called *gravimeter*. The determination of gravity with the aid of this instrument differs from the torsion balance survey, but the interpretation of the results is the very same in both methods.

BIBLIOGRAPHIA GEOLOGICA HUNGARICA 1936.

- Balás J.: Budapest fürdőváros alapjai. Budapest, 1936. p. 1—40.
- J. Balás: Budapest von balneologischem Gesichtspunkt. 1936. p. 1—40.
- Ballenegger R.: Nedvességmérések egy budai agyagos talajon. A m. kir. Kertészeti Tanintézet Közleményei, Budapest, II. évf. 1936. 3—13. oldal.
- R. Ballenegger: Feuchtigkeitsmessungen auf einem Budaer Ton-Boden. Mitteilungen des Ung. Gart. Inst. II. folgeng. 1936. p. 3—13. (nur ung.)
- Ballenegger R.: A szikes talajok megjavításának alapelvei. Poljoprivredni Glasnik. Novi Sad, Jugoslavia, 1936. május 15-i szám, 7—9. oldal (szerb nyelven).
- R. Ballenegger: Grundsysteme der Aufbesserung des Kalibodens. Poljoprivredni Glasnik. Novi Sad, Jugoslavia, 1936. május 15. p. 7—9. (nur serbisch).
- Bán I.: Brennbergi kőszénbányászat története. Bányászati és Koh. Lapok. 1936. p. 80, 109, 130.
- S. Bán: Die Geschichte der Brennberger Kohlenbergbau. Bányászati és Kohászati Lapok. 1936. p. 80, 109, 130. (nur ung.)
- Becht R.: Borsodszendrői lignitbányászat. Bány.- és Koh. Lapok, 1936. p. 281.
- R. Becht: Lignitbergbau von Borsodszendrő. Bányászati és Koh. Lapok. 1936. p. 281. (nur ung.)
- Bihari K.: A lágymányosi tó feltöltése. Technika. XVII. évf. 1936. p. 57—59.
- K. Bihari: Die Auffüllung des Teiches von Lágymányos. Technika. XVII. Jahrg. 1936. p. 57—59. (nur ung.)
- Bobest B.: Hazai homokfajaink mint üvegyártási nyersanyagok. Földt. Ért. I. évf. p. 79.
- B. Bobest: Die heimatischen Sand-Sorten als Rohmateriale zur Glasfabrikation. Földt. Ért. I. Jahrg. p. 79. (nur ung.)
- Bogsch L.: Tortonien fauna Nógrádszakálról. — Tortonische Fauna im Nógrádszakál. A Magyar Királyi Földtani Intézet Évkönyve, XXXI. kötet, I. füzet, p. 1—112.
- Bogsch L.: Kovamoszatok alkalmazása a kőolajiparban. Természettudományi Közöny 1936. évi júniusi (1051—1052.) száma.
- L. Bogsch: Die Anwendung der Diatomeen in der Erdölindustrie. Term. Tud. Közl. 1936. p. 1051—1052. (nur ung.)
- Bogsch L.: Nemzetközi Negyedekorkutató Kongresszus Bécsben. Természettudományi Társulat Évkönyve 1937-re, p. 61—66.
- L. Bogsch: Internationale Quarterforschungskongress in Wien, Term. Tud. Közl. 1937. p. 61—66. (nur ung.)
- Bogsch L.: „Szúrások“ a Föld kérgében. Pótfüzetek a Természettudományi Közönyhöz. 1936. évi január-márciusi szám.
- L. Bogsch: Tiefbohrungen in die Erdkruste. Pótfüzet a Term. Tud. Közönyhöz. (nur ung.)

- Bogsch L.: Néhány adat Északamerika mélyfúrásairól. Természettudományi Közlöny 1936. évi októberi (1059—1060.) száma.
- Bogsch L.: Untersuchung über das Alter der Mediterranafauna von Nógrádszakál, Ungarn. Zentralblatt für Min. Geol. u. Pol. Jahrg. 1935. Abt. B. No. 12. p. 494—501.
- Bolberitz K.: A kémiai vizsgálat adatainak értékelése a kútvizek higiéniai megítélésénél. — Bewertung der Resultate der chemischen Untersuchung bei der hygienischen Beurteilung der Brunnenwässer. Hidr. Közl. XVI. 1936. p. 51—66.
- Brunner E.: Mátyáshegyi kőfejtők ásványairól. Földtani Értesítő. I. új évf. 2. sz. p. 52—58.
- E. Brunner: Über die Mineralien des Steinbruches bei Mátyás-Berg. Földt. Ért. I. neues Jahrgang, 2. No. p. 52—58. (nur ung.)
- Brunner E.: A szépvölgyi kőfejtők ásványai I. A Hármashatár-hegy. Földtani Értesítő I. új évf. 3. sz. p. 92—100.
- E. Brunner: Die Mineralien der Steinbrüche in Szépvölgy. I. Hármashatár-Berg. Földt. Ért. I. Jahrg. 3. No. p. 32—100. (nur ung.)
- Brunner E.: A szépvölgyi kőfejtők ásványai II. A Guger (Látó) hegy környéke. Földtani Értesítő I. új évf. p. 111—117.
- E. Brunner: Die Mineralien der Steinbrüche in Szépvölgy. Die Umgebung des Guger-berges. Földt. Ért. I. No. p. 111—117. (nur ung.)
- Bulla B.: A bécsi III. nemzetközi negyedkorkutató kongresszus (I. N. Q. U. A.) és kirándulásai. Földr. Közl. LXIV. K. 1936. p. 144.
- B. Bulla: III. Internationale Quarterforschungskongress in Wien (I. N. Q. U. a.) und seine Ausflüge. Geol. Mitteil. LXIV. Jahrg. 1936. p. 144. (nur ung.)
- Cholnoky J.: A budai várhegyi barlangok. Barlangvilág. VI. k. 1936. p. 10—18.
- J. Cholnoky: Die Höhlen des budaer Schlossberges. Barlangvilág. VI. Jahrg. 1936. p. 10—18. (nur ung.)
- Cholnoky J.: Elnöki megnyitó. Barlangvilág. VI. k. 1936. p. 50—58.
- J. Cholnoky: Eröffnungsrede. Barlangvilág VI. Jahrg. 1936. p. 50—58. (nur ung.)
- Dudichné Vendl M.: A magyar nemesopájról. Földtani Értesítő. 1. évf. 4. sz. p. 101—110.
- M. Dudich—Vendl: Von dem ung. Edelopal. Földt. Ért. I. Jahrg. 4. No. p. 101—110. (nur ung.)
- Dudichné Vendl M.: A különböző sngarak hatása az ásványokra. Magyar Női Szemle. 1936. 2. évf. 7. sz. p. 167—171.
- M. Dudich—Vendl: Die Einwirkung der verschiedenen Strahlen auf die Minerale. Magy. Női Szemle. 1936. 2. Jahrg. 7. No. p. 167—171. (nur ung.)
- Dzsida J.: Tektonikai megfigyelések a salgótarjáni medencében. Bányász. és Koh. Lapok. 1936. p. 60. 73.
- J. Dzsida: Tektonische Beobachtungen in dem Becken von Salgótarján. Bányászati és Koh. Lapok. 1936. p. 60—73. (nur ung.)

- Emszt K.: A Római-fürdő forrásvizének elemzési adatai. — Die Ergebnisse der Chemischen Analyse der Pünkösdsquelle. Hidr. Közl. XVI. 1936. p. 156—158.
- Emszt K.: Chemische Untersuchung der neu erbohrten Quellen der Szt. Imre- und Rudas-Bäder. Hidr. Közl. XVI. 1936. p. 44—50.
- Ferenczi I.: A kristályos pala alaphegység Ipolyság melletti eddig ismeretlen felbukkanásairól. — Über ein bisher unbekanntes Auftauchen des aus kristallinen Schiefer bestehenden Grundgebirges neben Ipolyság. Földt. Közl. LXVI. 1936. p. 68.
- ifj. Finály I.: The chemical composition of the mineral water of Simontornya. Hidr. Közl. XVI. 1936. p. 67—71.
- Finkev J.: Grundriss der Theorie des Flotationsverfahrens. A bányászati és kohómérnöki osztály Közleményei. Sopron. VIII. Kötet. 1936. p. 86—101.
- Földvári A.: A bádani agyag előfordulása Budapesten. — Das vorkommen des Badener-Tegels in Budapest. Földt. Közl. LXVI. 1936. p. 228.
- Földvári A.: Abesszinia földje és természeti kincsei. Földt. Ért. I. évf. p. 122—130.
- A. Földvári: Abessinien und seine Natursehätze. Földt. Ért. I. Jahrg. p. 122—130. (nur ung.)
- Földvári A.: lásd. Vendl Aladár.
- A. Földvári: Siehe: A. Vendl.
- Földvári A.: Agyagok iszapolása ammonium hidroxid-, nátrium-oxalát- és nátriummetasilikát-oldatban. Math. és Term. tud. Ért. 54. k. 1936. p. 221—227.
- A. Földvári: Über die Wirkung einiger Tonstabilisatoren. Kolloid Beihefte. B. 44. H. 1—4. 1936. p. 125—170.
- Gaál I.: Hollendonner Ferenc emlékezete. Barlangvilág. VI. K. 1936. p. 2—9.
- S. Gaál: Erinnerung an T. Hollendonner. Barlangvilág VI. Jahrg. 1936. p. 2—9. (nur ung.)
- Gábor R.: Ujabb egri felső oligocén gastropodák. Annal. Mus. Nat. Hung. XXX. 1936. p. 1—9.
- R. Gábor: Neuere Ober-Oligocen Gastropoden von Eger. Annal. Mus. Nat. Hung. XXX. 1936. p. 1—9. (nur ung.)
- Gedeon T.: Egy előadás Abessziniáról. Bányászati és Kohászati Lapok. 1936. p. 456.
- T. Gedeon: Ein Vortrag von Abessinien. Bányászati és Koh. Lapok. 1936. (nur ung.)
- Herezegh J.: A német barnaszénbányászat földtani tanulságai. Földt. Ért. I. évf. p. 85.
- J. Herezegh: Über die Erfahrungen von d. Braunkohlenbetrieb in Deutschland. Földt. Ért. 1936. (nur ung.)
- Herrmann M.: Diabáz és bazalt a Witwatersrandról. — Diabas u. Basalt vom Witwatersrand. Annal. Mus. Nat. Hung. XXX. 1936. p. 10—24.

- Hojnos R.: Budapest gyógyforrásai. (Vizrajzi és földtani kirándulások didaktikai összegezése.) Vörösmarty gimn. értesítő 1936. p. 6—12.)
- R. Hojnos: Die Heilquellen von Budapest. (von didaktischen Gesichtspunkt.) Vörösmarty gimn. Ért. 1936. p. 6—12. (nur ung.)
- Horusitzky F.: A Guta-hegyi mészkő koráról és fácieséről. — Über das geologische Alter und die Fazies des Kalksteines vom Gutaberg. Földt. Közl. LXVI. 1936. p. 70.
- Horusitzky F.: Nyitott szemmel a szabadban. Földt. Ért. I. évf. p. 25—30.
- F. Horusitzky: Mit Offenen Augen ins Lande. Einführung in die geologische Beobachtung. Földt. Értesítő. I. 1936. p. 25—30. (nur ung.)
- Horusitzky H.: A Herminamezei templom alapozási viszonyairól. 1936. 4 old. Szerző kiadása. Nur ung.
- H. Horusitzky: Die geologischen Verhältnisse vom Baugrund der Herminen-Kirche. 1936. (nur ung.)
- Horusitzky H.: A Fertő-tó földtani és vízrajzi viszonyai. Földt. Ért. I. évf. 3. sz. p. 76—78. 1936. Nur ung.
- H. Horusitzky: Die hydrologischen Verhältnisse vom Fertő-See. Földt. Ért. 1936. (nur ung.)
- Jaskó S.: A pályölgy-rózsadombi barlangvidék. Term.tud. Közlöny. 1936. 68. kötet. 1051—1052 füzet. 243—249. old.
- S. Jaskó: Höhlen in der Umgebung vom Pál-Tal-Rózsa-Hügel. Term. Tud. Közl. 1936. (nur ung.)
- Jaskó S.: A Ferenc-hegyi-barlang. Földtani Értesítő. 1936. I. új évf. 1. sz. 20—26. old.
- S. Jaskó: Die Höhle von Ferenc-Berg. Földt. Ért. 1936. (nur ung.)
- Ijjász E.: A nyersalomtakaró szerepe az erdők vízháztartásában. — Die Rolle des Rohhumus im Wasserhaushalte des Waldes. Hidr. Közl. XVI. 1936. p. 72—101.
- Kadić O.: A magyar barlangkutató állása az 1935. évben. Barlangvilág. VI. K. 1936. p. 19—22.
- O. Kadić: Die ungarische Höhlenforschung in 1935. Barlangvilág. 1936.
- Kadić O.: A harmincéves magyar barlangkutató tudományos eredményei. Barlangvilág. VI. K. 1936. p. 58—66.
- O. Kadić: Die wissenschaftliche Ergebnisse der 30 jährigen Höhlenforschung in Ungarn. Barlangvilág. VI. K. 1936. (nur ung.)
- Kállai G.: Magyar bányászati szaknyelvről. Bányászati és Kohászati Lapok. 1936. p. 113, 193.
- G. Kállai: Von der ungarischen bergmännischer Fachsprache. Bányászati és Koh. Lapok. 1936. p. 113, 193. (nur ung.)
- Károly E.: Szarukövek a Budai-hegységben. — Notes sur les cherts de dolomies et calcaires se trouvant dans les montagnes de Buda. Földt. Közl. LXVI. K. 1936. p. 254.
- Kerekes J.: A Tárkányi öböl morfológiája. Földr. Közl. LXIV. K. 1936. p. 80.

- J. Kerekes: Die Morphologie des Beckens vom Tárkány. Földr. Közl. 1936, p. 80. (nur ung.)
- Kerekes J.: A görömbölytapoleai tavasbarlang. Barlangvilág VI. k. 1936. p. 23—28.
- J. Kerekes: Der Höhlenteich vom Görömbölytapolea. Barlangvilág. 1936. p. 23—28. (nur ung.)
- Kertai Gy.: Éremikroszkópiái és paragenetikai megfigyelések a Szepes-Gömöri Érehegységéből. — Erzmikroskopische und paragenetische Beobachtungen aus dem Szepes-Gömörer Erzgebirge. Annal. Mus. Nat. Hung. XXX. 1936. p. 25—52.
- Kessler H.: Barlangok mélyén. Bp. 1936. 134 old.
- H. Kessler: In der Tiefe der Höhlen. Bp. 1936. p. 1—137. (nur ung.)
- Kéz A.: A bécsi III. nemzetközi negyedkorkutató kongresszus (I. N. Q. U. A.) és kirándulásai. Földt. Közl. LXIV. K. 1936. p. 133.
- A. Kéz: III. wiener Quarterkongress (I. N. Q. U. A.) und seine Ausflüge. Földr. Közl. 1936. p. 133. (nur ung.)
- Kulháy Gy.: A Beregszászi-hegység eruptiv kőzetei és azok elváltozásai. — Über die eruptive Gesteine des Beregszászer-Gebirges und ihre Zersetzung. Földt. Közl. LXVI. 1936. p. 161.
- Kutassy E.: Földolomit és dachsteinmész-kő formák a Budai hegységéből. — Faunen aus dem Hauptdolomit und Dachsteinkalk des Budaer-Gebirges. Math és Term. tud. Ért. 54. k. 1936. p. 1006—1044.
- Láng S.: Felvidéki folyóterraszok. Földr. Közl. LXIV. 1936. p. 153—159.
- S. Láng: Terasse in Nordungarn. Földr. Közl. 1936. p. 153—159. (nur ung.)
- László G.: A Föld kora. Földt. Ért. I. évf. p. 9—19.
- G. László: Das Alter der Erde. Földt. Ért. I. Jahrg. p. 9—19. (nur ung.)
- László M.: Mernye és környékének geológiája. — Geology of Mernye and its surroundings in the Transdanubian part of Hungary. Földt. Közl. LXVI. köt. 1936. p. 89—112.
- Liffa A.: Beyschlag Ferenc emlékezete. — Erinnerung an F. Beyschlag. Földt. Közl. LXVI. K. 1936. p. 19—21.
- vitéz Lengyel E.: SiO₂-ásványok a Tokaj-Hegyaljai jáspisokban. — SiO₂-Minerale in den Jaspissen des Tokaj-Hegyalja-Gebirges. Földt. Közl. LXVI. 1936. p. 278.
- vitéz Lengyel E.: Égetett eszrépedények és lelőhelyük anyagának közettani vizsgálata. Petrographische Untersuchung des Materials gebrannter Tongefässe und des Materials ihres Fundortes. Dolgozatok a m. kir. Ferenc József Tud. Egyetem Archeologiai Intézetéből. XI. 1—2. Szeged, 1936. p. 226—232.
- vitéz Lengyel E.: Jáspisváltozatok Tokajhegyaljáról. Jaspisvariététen vom Tokaj-Hegyalja-Gebirge. Földt. Közl. LXVI. Budapest, 1936. p. 129—148.
- Lóczy L.: Orogenesis and Paleogeography of the Hungarian Basin System. Report of XVI. Internat. Geol. Congr. Washington 1933. p. 1007—1008.

- Lóczy L.: Balatonfüred és Aszófő között elterülő vidék hegyszerkezeti viszonyai, különös tekintettel a szénsavkutatásokra. (Németül is.) M. k. Földtani Intézet Évi Jelentései 1931. évről.
- L. Lóczy: Die tektonische Verhältnisse der Umgebung von Balatonfüred—Aszófő mit bes. Rücksicht auf den Aufbruch von Kohlendioxid. Jahresberichte d. ung. Königl. Geol. Anstalt. 1931.
- Mayer R.: Folyósó kihajtás vizes löszös homokban. Bány. és Koh. Lapok. 1936. p. 25.
- R. Mayer: Stollenbau im wasserenthaltenden lössigen Sand. Bányászati és Koh. Lapok 1936. (mit französischem Auszug.)
- Majzon L.: Rendellenes foraminiferahéjak. — Abnormitäten an Foraminiferen-Schalen. Földt. Közl. LXVI. 1936. p. 295—299.
- Méhes Gy.: Budapest vidékének eoecén ostracodái. — Die eoecänen Ostracoden der Umgebung von Budapest. Geolog. Hung. ser. pal. 1936. p. 1—64.
- Mihalovits J.: Die Entstehung der Bergakademie in Selmecbánya (Schemnitz) und ihre Geschichte bis 1846. M. Kir. József Nádor Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Bányá-, Kohó- és Erdőmérnöki Kar. Sopron. A bányá- és kohómérnöki osztály Közleményei. VIII. 1936. p. 3—64.
- Mottl M.: A III. nemzetközi quartergeológiai kongresszusról. — Über die Erfolge der III. Internationalen Quarterversammlung. Földt. Közl. LXVI. 1936. p. 393.
- Mottl M.: A hervavölgyisziklaüreg állatvilága különös tekintettel a hazai magdalenienre. — Die Fauna der hervavölgyer Höhle mit besonderer Berücksichtigung des ungarischen Magdalenien. Földt. Közl. LXVI. 1936. p. 148.
- M. Mottl: Der III. internationale Quarterkongress in Wien. Földt. Ért. Neue Folge, I. 1936. (nur ung.)
- Mottl M.: III. nemzetközi Quartärkongresszus Bécsben. Földt. Ért. I. évf. p. 100.
- Mottl M.: A Magyar Barlangkutató Társulat tíz éves működésének története. Barlangvilág, VI. K. 1936. p. 67—70.
- M. Mottl: Die 10 jährige Geschichte der ungarischen Höhlenforschung. Barlangvilág, VI. 1936. (nur ung.)
- Noszky J.: Az egri felső Cattiens moluszkafaunája. — Die Molluskenfauna des oberen Cattiens von Eger. Annal. Mus. Nat. Hung. XXX. 1936. p. 53—115.
- Pantó D.: Dunamenti aranymosás. Földt. Ért. I. évf. p. 37.
- D. Pantó: Das Goldwaschen bei der Donau. Földt. Ért. Neue Folge I. (nur ung.)
- Papp F.: Ásványvizeink és a föld alkata. — Zusammensetzung der Mineralwässer und Beschaffenheit des Bodens. Hidr. Közl. XVI. 1936. p. 136—155.
- Papp F.: Szüadások a budai Várhegyen. Technika, XVII. évf. 1936 p. 53—54.
- F. Papp: Rutschungen am Budaer Schlossberg. Technika, XVII. 1936. (nur ung.)

- Papp F.: A budai Várhegy. — Der budaer Schossberg. Földt. Ért. Neue Folge, I. 1936. (nur ung.)
- Papp F.: A Szent-Gellért fürdő forrásáról. Földt. Ért. I. évf. p. 68.
- F. Papp: Über die Thermen vom Gellértbad. Földt. Ért. Neue Folge, I. 1936. (nur ung.)
- F. Papp: Sekretariatbericht vom 1935. Földt. Közl. 1936. (nur ung.)
- Pávai Vajna F.: A világ legnagyobb patikájává kell tenni Budapest fürdővárost. Budapesti Városháza. IV. évf. 11. szám.
- F. Pávai Vajna: Im Dienste der Bäder in Budapest. Budapesti Városháza. IV. (nur ung.)
- Pávai Vajna F.: „Az óbudai Stadion“ (A nemzeti stadion az Aranyshegyen). Bp. 1936.
- F. Pávai Vajna: Der Stadion in Altofen. 1936. (nur ung.)
- Pávai Vajna F.: A városligeti fúrásról és Budapest gyógyvizeiről.
- Pávai Vajna F.: Tabán új termális gyógyforrásai. — Von neuen Heilquellen Tabáns. Hidr. Közl. XVI. 1936. p. 30—43. Fővárosi Hirlap. 1936. febr.
- F. Pávai Vajna: Über die Tiefbohrung im Stadtwaldchen und über die Heilquellen von Budapest. Föv. Hirl. 1936. (nur ung.)
- Pethe L.: Bányászati kutatások a mai Magyarországon. Földt. Ért. I. évf. p. 1—8.
- L. Pethe: Die bergwerkindustriellen Forschungen in gegerwertigen Ungarn. 1936. Földt. Ért. Neue Folge, I. (nur ung.)
- Posevitz G.: A várhegyi földesúszás. Földt. Ért. I. évf. p. 71.
- Posevitz G.: A budaörsi repülőtér talajvíz viszonyai. — Über die Grundwasserverhältnisse vom Flugplatze von Budaörs. Hidr. Közl. XVI. 1936. p. 121—135. (nur ung.)
- G. Posevitz: Das Bodeurutschen am Budaer Schlossberg. Földt. Ért. Neue Folge I. (nur ung.)
- Reichert R.: A Szent-György-hegy a Balaton mentén. Földt. Ért. I. évf. p. 59.
- R. Reichert: Der Szent-György-Basaltberg am Balaton. Földt. Ért. Neue Folge I. (nur ung.)
- Schmidt E. R.: Alföld altalajának hőmérséklete, hőgazdálkodása. Bány. és Koh. Lapok. p. 246.
- E. Schmidt: Die Erdwärme und ihre Bewertung in der Grossen-Ungarischen-Ebene. Bányászati és Koh. Lapok. 1936. (nur ung.)
- Schmidt E. R.: Ártézi kátfők és önműködő záró szerkezetek. Bány. és Koh. Lapok. 1936. p. 489.
- E. Schmidt: Artesische Brunnen und ihre Regulatoren. Bány. és Koh. Lapok. 1936. (nur ung.)
- Schróter Z.: Lyttonia a Bükk-hegységből. Lyttonia aus dem Bükk-Gebirge. Földt. Közl. LXVI. 1936. p. 113.
- *Sigmund E.: A tagosítás és a talajban rejlő természeti erők céltudatos értékesítése. Geodéziai Közöny. 1936. 1—4. szám. p.
- E. Sigmund: Die Kommastation und die zielbewusste Aufnützung der in den Boden verborgte Naturkäfte. Geod. Közl. 1936. (nur ung.)

- Sigmond E.: Die Entwicklungsgeschichte der Zeitschrift, Bodenkundliche Forschungen Bd. V. 2. 1936.
- Sigmond E.: Alföldünk talajproblémáinak mérnöki vonatkozásai. A Magyar Mérnök- és Építész-Egylet Közlönye, 1936. V. 24. 24—22. sz.
- E. Sigmond: Die ingenieurbauliche Bodenproblemen unserer Grosse Ebene, Magy. Mérn. Építész-Egylet Közl. 1936. (nur ung.)
- Sigmond E.: Általános szinkulus az átnézetes talajtérképekhez. M. Tud. Akadémia Matematikai és Természettudományi Értesítője LIV. köt. 644. p. 1936. — A general colour-scale using in general soil mapping.
- Sigmond E.: Általános talajmeghatározó M. Tud. Akadémia Matematika és természettudományi Értesítő LIV. köt. 894. o. 1936. Allgemeiner Bodenregister.
- Sigmond E.: Jelentés a III. Nemzetközi Talajtani Kongresszus néhány kiemelkedőbb tudományos eredményéről. M. Tud. Akadémia Matematikai és Természettudományi Értesítő LV. köt. 340. o. 1936.
- E. Sigmond: Bericht über einige wichtige Ergebnisse der III. internationalen Bodenkongresses. Mat. Term. tud. Ért. 1936. (nur ung.)
- Sigmond E.: Die Bestimmung der dynamischen Bodentypen auf chemischer Grundlage. Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde 44. B. Heft 1/3 1936.
- Simon B.: Az északolaszországi földrengés. Földt. Ért. I. évf. p. 130—132.
- B. Simon: Über den norditalienischen Erdbeben. Földt. Ért. Neue Folge. I. (nur ung.)
- Simon B.: Magyarországi földrengések. Bány. és Koh. Lapok. p. 200.
- B. Simon: Über die ungarländischen Erdbeben. Bányászati és Koh. Lapok. 1936. (nur ung.)
- Strausz L.: Megjegyzések a meeseki mediterránról. — Über das Mediterran Meesekgebirges. Földt. Közl. LXVI. 1936. p. 157.
- Sűrű J.: Újabb kohászati-vegyészeti törekvések I—II. Technikai Kurir. VIII. évf. I. 7. szám. p. 1—2. II. 8. szám. p. 1—6.
- J. Sűrű: Neuere Bestrebungen der hüttenmännischen-chemischen Industrie. Techn. Kurir.
- Szalai T.: Der Einfluss der Gebirgsbildung auf die Evolution des Lebens. Paleontologische Zeitschrift. Bd. 18. H. $\frac{1}{2}$. 1936.
- Szalai T.: A Föld és az élet története. Közgyűjtemények Ismeretterjesztő Irodájának kiadása I. sorozat 17. sz. 1936.
- T. Szalai: Die Geschichte der Erde und des Leben, 1936. (nur ung.)
- Szalai T.: Galapagos. Tenger. 1936.
- Szalai T.: Testudo Strandii nov. sp., eine Riesenschildkröte aus dem miozäne von Szurdokpüspöki (Ungarn)
- Szádeczky Kardos E.: Pleisztocén strukturtalajok az alföldi és bécsi medencékben. — Pleistozäne Strukturbodenbildung in den

- ungarischen Tiefebene und im Wiener Becken. *Földt. Közl.* LXVI, 1936, p. 213—228.
- Szádeczky-Kardoss E.: Über sekundäre Umwandlungen des Goldes in den Donauablagerungen des ungarischen Kisalföld. *Mitt. d. berg- und hüttenmänn. Abt. a. d. ung. Palatin-Joseph-Universität, Sopron*, VIII, p. 285—300, 1936.
- Szentes F.: Kövült hullámbarázdák. — Über fossile Wellenfurchen. *Földt. Közl.* 1936, p. 1—11. Csak németül.
- Szentpétery Zs.: Dr. Szádeczky-Kardoss Gyula emlékezete (1860—1935). *Földtani Közlöny*, LXVI, p. 22—39, 1 tábla. Budapest, 1936.
- Szentpétery Zs.: Professor Dr. Julius von Szádeczky-Kardoss *Acta ch. mineralog. et ph.* Tom. V, p. 1—10. Szeged 1936.
- Szentpétery Zs.: Stratovulkanischer Teil des Szentivánberges im Bükkgebirge. 3 Taf. *Acta ch. mineralog. et ph.* Tom. V, p. 26—134. Szeged 1936.
- Szörényi E.: Négyszirmú clypeaster a mátraszöllösi lajtamészből. — Cas tetralogique d'un clypeaster miocene de Mátraszöllös. *Földt. Közl.* LXVI, 1936, p. 300.
- Sztrókey K.: A Descabezado vulkán csoport 1932. évi kitöréséből származó vulkáni hamu kőzettani vizsgálata. *Petrographische Studien an der Asche des Vnikans Quizapu. (Chile)*. *Földt. Közl.* LXVI, 122—128.
- Sztrókey K.: Mesterséges smaragd. Synthetischer Smaragd. Nur ungarisch *Természettudományi Közl. Pótfüz.* 1936, 28—32.
- Sztrókey K.: A Duna aranya. Über das Seifengold der Donau. *Nur. Ung. Természettud. Közl.* 68, 318—321.
- Takáts T.: lásd: Vendl Aladár.
- Takáts T.: A zsidóvári granodiorit. — Granodiorit vom Zsidóvár. *Math. és Természettud. Ért.* 54. k. 1936, p. 882—892. nur. aug.
- Tasnádi-Knbaeska A.: Schlussmitteilung über pathologische Untersneungen an Ungarländischer Versteinerungen. *Annal. Mus. Nat. Hung.* XXX, 1936, p. 118—150.
- Tasnádi-Knbaeska A.: Portunus oligocenicus Pance aus Ungarn. *Annal. Mus. Nat. Hung.* XXX, 1936, p. 116—117.
- Gróf Teleki G.: Adatok Litér és környékének sztratigrafiájához és tektonikájához. — Beiträge zur Stratigraphie und Tektonik der Umgegend von Litér im Balaton-Gebirge. *Magy. Kir. Földt. Int. Évkönyve*, XXXII, K. 1. füz. 1936, p. 1—60.
- Tímkó I.: Treitz Péter emlékezete. — Erinnerung an P. Treitz. *Földt. Közl.* LXVI, K. 1936, p. 1—18.
- Tokody L.: Adatok a Szepes-Gömöri Érehegység ásványainak ismeretéhez. *M. T. Akadémia Math. és Természettud. Értesítője*, 54. köt. 1936, p. 650—675.
- L. Tokody: Beiträge zur Kenntnis einiger Mineralien des Szepes-Gömörer-Erzgebirges. *Mat. Term. tud. Ért.* 1936.
- Tomor-Thirring J.: A eseszneki vonulat tektonikai viszonyai. —

- Die tektonischen Verhältnisse des Gebirgszuges von Csesznek. Földt. Közl. LXVI. 1936. p. 198.
- Tomor—Thirring J.: Öslénytani újdonságok a Bakonyhegységből. — Paleontologische Neuigkeiten aus dem Bakony-Gebirge. Földt. Közl. LXVI. 1936. p. 51.
- Vadász E.: A Meesek hegység. 1936.
- E. Vadász: Meesek-Gebirge. (monographische Beschreibung) 1936. (nur ung.)
- Varga L.: A Fertő-tóról. Földt. Ért. I. évf. p. 118—121.
- L. Varga: Vom Fertősee. Földt. Ért. Neue Folge. 1936. (nur ung.)
- Vavrincez G.: Ásványrendszertani tanulmányok. II. közlemény. — Mineralsystematologische Studien. II. (Chlorite.) Földt. Közl. LXVI. 1936. p. 242.
- Vendl A., Takáts T. és Földvári A.: Újabb adatok a Börzsöny-hegység löszének ismeretéhez. — Über den Löss des Börzsöny-Gebirges. Math. és Természettud. Ért. 54. k. 1936. p. 177—206.
- Vendl A.: Elmöki megnyitó (A petroleum keletkezésére vonatkozó újabb elméletek.) — Eröffnungsrede (Über die neuesten Ergebnisse von den Theorien über die Entstehung des Petroleums.) Földt. Közl. LXVI. 1936. p. 72.
- Vinkovits J.: A Legény-barlang újabb feltárásának története. Barlangvilág. VI. k. 1936. p. 71—73.
- J. Vinkovits: Die neueren Gänge von der Legényhöhle. Barlangvilág. 1936. (nur ung.)
- Vitalis I.: Orygocerasok a sopronvidéki alsópontusi üledékekben s elterjedésük hazánkban és a környező országokban. Orygoceras-Arten in den Unterpontischen Ablagerungen der Gegend von Sopron, ihre Verbreitung in Ungarn und den Benachbarten Ländern. Math. és Természettud. Értesítő. 54. k. 1936. p. 626—641.
- Vitális I.: Fuller — (Walk-) Erde — Bergbau in Rumpfungarn. A bánya- és kohóméruőki osztály Közleményei. VIII. 1936. p. 182—193. Sopron.
- Weszelszky Gy.: A budapesti hévizek rádiumemanáció tartalmának eredetéről. — Über den Ursprung des Radiumemanationsgehaltes der Budapester Thermen. Hidr. Közl. XVI. 1936. p. 5—29.
- Vitális S.: A máza-szászvári villamostelep vízellátása. — Die Wasserversorgung der Elektroitzanlage von Maza-Szászvár. Hidr. Közl. XVI. 1936. p. 102—120.
- Zsivny V.: „A Magyar Nemzeti Múzeum ásvány-öslénytára“ címmel az 1936-ban felállított drágakögyűjtemény ismertetése (Földt. Értesítő, 1 új évfolyam p. 35—36. 1936).
- V. Zsivny: Die Edelsteinsammlung des Ung. National Museums. Földt. Ért. Neue Folge. I. (nur ung.)
- Zsivny V.: Kola-félszigeti és Orosz-középázsiai ásványok a Magyar Nemzeti Múzeum Ásvány-öslénytárában. Bányászati és Kohászati Lapok, p. 69. 515—516, 1936.

- V. Zsivny: Mineralien aus Russland in den Ung. Nat. Museum, Bányászati és Kohászati Lapok, 1936 (nur ung.)
- Zsivny V.: Az 1934. és 1935. évben leírt új ásványfajok és ásványvarietások. Pótlás az 1930—1931. évi jegyzékhez. Pótlás az 1932—1933. évi jegyzékhez. (Magyar Chemiai Folyóirat 42. 190—196. 1936.)
- V. Zsivny: Die in 1934 und 1935 entdeckte und publizierte neue Mineralien und Mineralvarietäten Ergänzung zur liste von 1930—31 und 1931—32. Magy. Chem. Folyóirat, 1936.

TÁRSULATI ÜGYEK — GESELLSCHAFTSANGELEGENHEITEN.

SZAKÜLÉSEK.

1937. I. 13.

1. *Mottl Mária dr.*: Pleisztocén nagytermetű görények faji hovátartozásáról.
2. *Mojzou László dr.*: Rendellenes foraminifera héjak

1937. III. 3.

1. *Mauritz Béla*: Gulács, Haláp és a Sághegy ásványairól, Hozzászolt: *Liffa A.*
2. *Edelstein Miksa*: Az ajkai szén szénközöttani vizsgálata. Hozzászolt: *Mauritz Béla.*

1937. IV. 7.

1. *Sigmond Elek dr.*: Újabb szikképződési elméletek és szikkjavítási tanácsok. Hozzászoltak: *Pinkert Zs., Kühn István.*
2. *Bulla Béla dr.*: A pleisztocén lösz a magyar medencében.

1937. V. 5.

1. *Pávai Vajna Ferenc dr.*: A mármarosí Izavölgy szerkezeti viszonyairól. Hozzászoltak: *Papp Simon dr., Mazalán Pál.*
2. *Balyi Károly*: Újabb adatok a galenit elektromosságához.
3. *Simon Béla dr.*: A Budapesti Földrendési Observatorium feladata.