MATHEMATISCHE
UND
NATURWISSENSCHAFTLICHE
BERICHTE AUS UNGARN.

MIT UNTERSTÜTZUNG DER UNGARISCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN UND DER KÖNIGLICH UNGARISCHEN NATURWISSENSCHAFTLICHEN GESELLSCHAFT

HERAUSGEGEBEN VON

ROLAND BARON EÖTVÖS, JULIUS KÖNIG, KARL VON THAN.

REDIGIERT VON

AUGUST HELLER.

ACHTZEHNTER BAND.

1900.

LEIPZIG,
DRUCK UND VERLAG VON B. G. TEUBNER.
1903.

[IN WIEN BEI KARL GRAESER & KIE.]

ALLE RECHTE,
EINSCHLIESSLICH DES ÜBERSETZUNGSRECHTS, VORBEHALTEN.

INHALT DES XVIII. BANDES.

Abhandlungen.

Seite

1. Alois Schuller, Über die Potentialdifferenz der Metalle 1
2. Karl Tangl, Wirkung der Magnetisierung auf den Dehnungsmodul 7
3. Karl Tangl, Untersuchungen über die mechanischen Wirkungen der Magnetisierung 35
4. Gustav A. Kinn, Über die lineare Transformation der Thetafunctionen 52
5. Zoltán von Szilády, Die Crustaceen des Retyezát 71
6. Emerich von Lörenthey, Neuere Beiträge zur tertiären Decapodenfauna Ungarns 98
7. Ernest Csiki, Die Cicindeliden Ungarns 121
8. R. von Kövesligethy, Über die physikalische Deutung der Sterngrösse 145
9. Andreas Högyes, Neuere experimentelle Daten zur Kenntniss der Reflexverbindung zwischen Ohr und Auge 155
10. Ferdinand Klug, Beiträge zur Trypsinverdauung 165
11. Ohm, Anhang zur Theorie der galvanischen Kette 202
12. Joseph Kürschák, Über den Rang der Determinante bei inducierten linearen Substitutionen 229
13. Gustav Rados, Notes sur les Substitutions Orthogonales 231
14. Gustav Rados, Beitrag zur Theorie der algebraischen Resolventen 236
15. Josef Kürschák und Paul Stäckel, Johann Bolyai's „Bemerkungen über Nicolaus Lobatschewsky's geometrische Untersuchungen zur Theorie der Parallellinien 250
16. Paul Stäckel, Aus Johann Bolyai's Nachlass. Untersuchungen aus der absoluten Geometrie 280
17. Hermann Strauss, Über die Classification dioptrischer Systeme . . 308
18. Eugen von Daday, Die Eylaisarten Ungarns 341
19. Moritz von Hoor, Über die Beziehungen zwischen den Erscheinungen der magnetischen, dielektrischen und mechanischen Polarisation 365
20. Adolf Ónodi, Die Frage der Chorea laryngis 395
21. Adolf Ónodi, Zur Frage der nekroskopischen Untersuchung der Kehlkopfnerven 423

Sitzungsberichte.

I. Sitzungen der III. (mathematisch-naturwissenschaftlichen) Classe der Ungarischen Akademie der Wissenschaften.

Seite

22. Januar 1900 425
19. Februar 1900 426
19. März 1900 426
23. April 1900 427
21. Mai 1900 427
18. Juni 1900 428
22. Oktober 1900 429
19. November 1900 429
17. Dezember 1900 430

II. Fachsectionen der Königl. Ungar. Naturwissenschaftl. Gesellschaft.

A) Fachconferenz für Zoologie:

13. Januar 1899 431
3. Februar 1899 431
3. März 1899 432
7. April 1899 433
12. Mai 1899 433
13. Oktober 1899 434
3. November 1899 434
3. Dezember 1899 435

B) Fachconferenz für Botanik:

11. Januar 1899 436
8. Februar 1899 438
8. März 1899 438
12. April 1899 438
10. Mai 1899 439
17. Oktober 1899 439
8. November 1899 440
13. Dezember 1899 441

C) Fachconferenz für Chemie — Mineralogie:

31. Januar 1899 442
28. Februar 1899 442
25. April 1899 443
30. Mai 1899 443
31. Oktober 1899 444
28. November 1899 444
21. Dezember 1899 445

D) Fachconferenz für Physiologie:

24. Januar 1899 445
28. Februar 1899 445
14. März 1899 446

Seite
18. April 1899 446
16. Mai 1899 447
8. Oktober 1899 448
21. November 1899 449
19. Dezember 1899 451
A) Fachconferenz für Zoologie:
5. Januar 1900 452
9. Februar 1900 453
6. April 1900 454
11. Mai 1900 455
B) Fachconferenz für Botanik:
10. Januar 1900 455
14. Februar 1900 456
14. März 1900 457
4. April 1900 457
9. Mai 1900 457
9. Juni 1900 458
C) Fachconferenz für Chemie — Mineralogie:
30. Januar 1900 459
20. Februar 1900 460
27. März 1900 460
27. April 1900 461
29. Mai 1900 462
D) Fachconferenz für Physiologie:
16. Januar 1900 462
15. Mai 1900 463
E) Conferenz der vereinten Sectionen:
17. Oktober 1900 465
21. November 1900 465
Jahresbericht des Generalsecretärs 466
A) Vermögen der Akademie am 31. Dezember 1899. 470
B) Ausgaben der Akademie im Jahre 1899 470
C) Einnahmen der Akademie im Jahre 1899 471
D) Bibliothek 472
Zum Gedächtniss von August Heller 473

NAMENREGISTER.*

Abonyi Joseph, Die Anwendung des Kautschuks in der ärztlichen Praxis. 447.

Aigner Ludwig, Die Geschichte der Schmetterlingskunde in Ungarn. 434.* Ueber die letzten Stunden der Raupen. 434. — Stephan Necsey's Schmetterlingsbeobachtungen. 435.*

Aujeszky Aladár, Über die antifebrische und antibakterische Wirkung des natrium lygocinatum. 427.*

Bahut Rudolph u. Rauschburg Paul, Exacte Forschungen über die Psychologie der Greise. 450.

Bauer Michael, Zur Theorie der Gruppen, deren Ordnungszahl eine Primzahlpotenz ist. 427.*

Beck Samuel, Über das Aufsaugen des Ichtyols durch die Haut; Beiträge zur Lehre der Hautresorption. 445.

Bernátsky Eugen, Über die Prothallien und Keimpflanzen mehrerer europäischer Lycopodien, Buchbesprechung. 438. — Crocus reticulatus in der ungarischen Tiefebene. 438. — Die anatomische Bestimmung der heimischen Polygonatumarten. 440. — Ueber den Absida septata V. Thight benannten Pilz. 457.

Bernauer Sigismund, Beschlüsse der Commission der Fachconferenz. 442.

Bikkal Ladislaus, Über die unregelmässige Birnenfrucht. 441.

Buchböck Gustav, Die Wirkung des Mediums auf d. Reactionsgeschwindigkeit. 444.

Csiki Ernest, Die Cicindeliden Ungarns. 121. — Ueber zwei ungarische Crysomelidagattungen. 432. — Ueber Ungarns Donaciinen. 433 — Käfer aus der neuguineäischen Sammlung von Ludwig Biró. 452. — Die Cicindela-Arten. 454. — Die Pusztenflora der ungarischen Tiefebene, Buchbesprechung. 455.*

Daday Eugen, Die Eylaisarten Ungarns. 341. — Ueber die in den mikroskopischen Krebsen schmarotzenden Bandwurmlarven. 427. — Ueber den Carassius bucephalus. 453.*

Detsini August, Neues Heizverfahren mit Gas. 459.

Entz Géza, Über Ernst Haeckel's Kunstformen in der Natur. 434. — Études sur la Faune des mares salées de Lorain. 452.

Fabry Johannes, Ein anonymer Botaniker. 440.

Fanta Adolf, Beiträge zur Kenntniss

* Der Stern bedeutet, dass bloss der Titel der Abhandlung angeführt ist.

der karpellomanen Mohnköpfe. 440.*

Farkas Julius, Allgemeine mechanische Principien. 430.*

Fenyvessy Béla, Nebennierenexcerpten. 445.

Fialowsky Ludwig, Die Verbreitung vornehmlich ungarischer Pflanzen und die in der Umgebung der Hauptstadt fehlenden Arten. 454.* — Die Sternbergia mit der Blume der Zeitlosen. 457. — Gedeihende Feigenbäume am Blocksberg. 458.

Filarsky Ferdinand, Eine interessante Form der Fichte. 440. — Alpinetum aus der Tátraer Gegend. 458.*

Franzenau, Über das Brockenkiller Azurit. 428*.

Glanez Wilhelm, Über die Analysierung eines Gottharder Adulars. 443.*

Gorka Alexander, Beiträge zur morphologischen und physiologischen Kenntniss der Darmröhre der Coleopteren. 435.

Guszman Joseph, Über die Morphologie der Oberfläche des Gehirns. 449.

Hári Paul, Über das Aufsaugen des Eisens im Magen und im Duodenum. 445.*

Högyes Andreas, Zehnjährige Erfahrungen vom Budapester Pasteur-Institut. 425. — Neuere experimentelle Daten zur Kenntniss der Reflexverbindungen zwischen Ohr und Auge. 155.

Hollós Ladislaus, Schwämme aus dem Kaukasus. 436. — Ueber Morchella tremeloides. 438. — Neue Beiträge zur Kenntniss der Pilze Ungarns. 439.*

Hoor Moritz, Neuere Daten zur Physik der dielektrischen Körper. 428.* — Ueber die Beziehungen zwischen den Erscheinungen der magnetischen, dielektrischen und mechanischen Polarisation. 365.

Horváth Géza, Die Troidessammlung des ungarischen Nationalmuseums und der Königin Elisabeth-Schmetterling. 426. — Briefe aus Simbang von Ludwig Biró. 432. — Ein Hermaphrodit der Lycaena Bellarga. 436. — Ueber den Pterichlorus longipes. 453.*

Ilosvay Ludwig, Über ein neueres Reagensmittel des Ozons. 442. — Die Eigenschaften der mit Hydrasin hergestellten Ammonia-Cuprolösung. 460.

Jablonowski Joseph, Die Ausrottung der Apfelschaben betreffende einfache Versuche. 433.

Jacob Ladislaus, Die Temperatur der alten Personen unter gesunden und kränklichen Umständen. 464.

Jendrássik Ernest, Klinische und physiologische Studien über das Gehen. 427.

Kalecsinsky Alexander, Über die Methode der Bestimmung des Wasserwerthes des Kalorimeters. 445.* — Die Messung hoher Temperaturen. 465.*

Kardos Árpád, Picea excelsa. 441.* — Die Blumen und die Pflanzen in der türkischen Volksdichtung und im Volksglauben. 457.

Kertész Koloman, Aus der Fliegenfauna von Neuguinea. 427. — Die Cleitamiaarten von Neuguinea. 431. — Aulacocephala Braueri genannte Neuguineanische Fliegenart. 436. — Venti specie di zanzare (Culicidae). 455.*

Kinn G. A., Über die lineare Transformation der Thetafunctionen. 52.

Klein Arthur, Über die Aenderung der freien Energie in einigen schwer lösbaren Salzbildungen. 462.

Klug Ferdinand, Beiträge zur Trypsinverdauung. 165.

König Julius, Über ein Grundproblem der Theorie der algebraischen Grössen. 429.*

Kontur Béla, Der Ungar und die Botanik. 441. — Der Ysop in der heiligen Schrift. 458.

Kövesi Géza, Über den Eiweissstoffwechsel im Greisenalter. 465.

Kövesligethy Rudolph, Über die physikalische Deutung der Sterngrösse. 145. — Der Entwickelungsgang der Himmelskörper und das Alter der Erde. 429.

Krenner Josef, Über den bolivianischen Jamesonit. 445.

Kürschák Joseph, Über den Rang der Determinante bei inducierten linearen Substitutionen. 229. — und Stäckel Paul, Johann Bolyai's Bemerkungen über Nicolaus Lobatschewsky's geometrische Untersuchungen zur Theorie der Parallellinien. 250.

Lendl Adolf, Über die Verwandtschaft der langbeinigen Spinne. 433.

Lengyel Béla, Über das radioactive Baryum. 426. — Calciumbromat und Strontium für die Pariser Weltausstellung. 459. — Ueber das radioactive Baryum. 461.

Loczka Joseph, Daten der Analyse eines bolivianischen cornwallischen Jamesoniten. 445.* — Analyse zweier Magnesit- und einer Bronzeantiquität. 461. — Daten der Analyse eines Tetraëdrites vom Botesberg. 462.*

Lörenthey Emerich, Neuere Beiträge zur tertiären Decapodenfauna Ungarns. 98. — Einige neue Exemplare der tertiärzeitlichen Krebsfauna Ungarns. 428.

Madárasz Julius, Ungarns Vögel. 434.*

Mágocsy-Dietz Alexander, Zum Andenken an Friedrich v. Hazslinsky. 438.* — Index florae Szamosujvariensis. 438.* — Riesenbovisten. 441. — Die Ausstellung des botanischen Institutes der Universität auf der Pariser Weltausstellung. 442. — Neue Erscheinungen in der Literatur. 456. — Beiträge zur Kenntniss unserer Pilze. 456.

Mallász Joseph, Die in der Carabus obsoletus-Art vorkommenden Varietäten. 454.

Méhely Ludwig, Die Monographie der Fledermäuse Ungarns. 425. — Ueber einige Cardinalsätze der Zoologie. 430.

Melczer Gustav, Minerale von der Insel Ceylon. 428.

Messinger Joseph, Antwort auf eine Arbeit von W. Fresenius und L. Grünhut. 459.*

Mocsáry Alexander, Die Troidessammlung des ungarischen Nationalmuseums und der Königin Elisabeth-Schmetterling. 426. — Ueber die im Besitze des National-Museums befindlichen Troides-Schmetterlinge. 454. — Ueber die schönsten Bienenarten. 455.

Molnár Géza, Die ungarische Skala in akustischer Beleuchtung. 425.

Neumann Sigmund, Die Erkennung gefälschter Federn. 460.

Nuricsán Joseph, Daten der Analyse der Tusnáder Mineralwässer. 443.* — Daten der chemischen Analyse der Malnáser Siculia. 459.*

Ohm, Anhang zur Theorie der galvanischen Kette. 202.

Oláh Gustav, Neue Methoden der psychologischen und physikalischen experimentalen Forschung krankhafter Geisteszustände. 446.

Ónodi Adolf, Die Frage der Chorea laryngis. 395. — Zur Frage der nekroskopischen Untersuchung der Kehlkopfnerven. 423.

Péterfi Martin, Ein neues vaterländisches Astomum. 438.* — Einige Beiträge zur laubigen Moosflora Ungarns. 439. – Beiträge zur Laubmoosflora Ungarns. 439. — Bryologische Skizzen aus Siebenbürgen. 441.*

Pfeifer Ignaz, Studien über das Reinigen des Kesselwassers. 442.* — Die Controle der Feuerungsanlagen. 460.

Pollák Alexander, Die Drainierung und die Wurzeln der Bäume. 439.*

Pólya Eugen, Die Anatomie des Hallenwinkels beim normalen und beim glaucomösen Auge. 446.

Rados Gustav, Notes sur les substitutions orthogonales. 231. — Beitrag zur Theorie der algebraischen Resolventen. 236.

Rauschburg Paul, Mnemometerapparat zur Untersuchung der Gedächtnisskraft. 430. — Psychophysiologische Untersuchungsmethoden. 447. — und Báhut, Exacte Forschungen über die Psychologie der Greise. 450. — Die Untersuchung der Erinnerungsfähigkeit. 465.

Rátz Stephan, Helminthiasisarten. 431.* — Aus Neuguinea stammende Eingeweidewürmer. 453. — Zwei neue Dipylidia. 455.

Reuss Friedrich, Das Centralnervensystem des spalaxtyptus. 429.

Richter Aladár, Bericht über die botanischen Ergebnisse der neuesten asiatischen Reisen des Grafen Eugen Zichi. 437.

Schaffer Karl, Die Technik und die Demonstration der Schnitte des grossen Gehirns. 448.

Scheiber Samuel, Beiträge zur Anatomie und zur physiologischen Function des musculus sternocleidomastoideus. 463.

Schilbersky Karl, Die Moniliakrankheit der Fruchtbäume, vorzüglich des Weichselbaumes. 441. — Ueber die pfirsichförmige Mandelfrucht. 455. — Die Angelegenheit der Ausrottung der Nessel. 456. — Botanische Berichte. 458.*

Schiff E., Neue Daten zur Haematologie der Neugeborenen. 426.

Schmidt Alexander, Über die Klassen der Kristalle. 426. — Mineralogische Berichte. 428.

Sigmond Alexius, Daten zu den Anbauungsbedingungen zweier landwirthschaftlicher Pflanzen. 460.*

Schuller Alois, Über die Potentialdifferenz der Metalle. 1. Secundäre Kathodenstrahlen. 428.*

Schürger Johann, Das Calciumamalgam. 459.

Stäckel Paul und Kürschák Joseph, Johann Bolyai's Bemerkungen über Nicolaus Lobatschewsky's geometrische Untersuchungen zur Theorie der Parallellinien. 250. — Aus Johann Bolyai's Nachlass. Untersuchungen aus der absoluten Geometrie. 280. — Die Entdeckung der nichteuklidischen Geometrie durch Johann Bolyai. 428.*

Staub Moritz, Über die in einem Jahre zwei- oder dreimal blühenden Pflanzen. 436.

Simonkai Ludwig, Die Synonyme einer unserer vaterländischen Poa-Arten. 457. — Unsere halbblütigen Salbeiarten aus der Gruppe der Euplethiosphacer. 458.

Strauss Hermann, Über die Classification dioptrischer Systeme. 308.

Szarvasy Emerich, Die elektrolytische Darstellung der Induline. 444. — Ueber die Elektrolyse der Nitrogen-Hydrogen-Verbindungen. 459. — Die Herstellung der Nitrogenhydride. 461.

Szépligeti Victor, Die Braconidae Hymenopterae. 454.

Szilády Zoltán, Die Crustaceen des Retyezát. 71. — Die Crustaceen der Retyezáter Seen. 434. — Das Formaldehyd. 454.

Szili Adolf, Haarbildung unter der Bindehaut des oberen Augenlides. 451.

Thaisz Ludwig, Über die anatomischen Untersuchungen der Kerne und über die verschiedenen Präparierungsmethoden. 438.* — Ueber die auf d. mikroskopische Untersuchung der Kerne bezüglichen Präparierungsmethoden. 439. — Floritische Mittheilungen aus dem Comitat Krassó-Szörény. 442.

Tangl Franz, Untersuchungen aus der Physiologie des Energieumsatzes. 426.* — Kalorimetrische Untersuchungen. 462. — Ueber die Arbeit des senilen Herzens. 463.

Tangl Karl, Wirkung der Magnetisierung auf den Dehnungsmodul. 7. — Untersuchungen über die mechanischen Wirkungen der Magnetisierung. 35.

Than Karl, Brief von Vant Hoff. 460.* — Bericht über die internationale Atomgewichtcommission. 462.

Thanhofer Ludwig, Über die Anwendbarkeit der Projectionsapparate. 451.

Tötössy Béla, Über die Verallgemeinerung von elementaren geometrischen Verwandtschaften. 427.

Tuzson Johann, Der Tarnóczer versteinerte Baumstamm. 429.

Vángel Eugen, Über die Verlassenschaft von Ladislaus Traxler. 431.

Wagner Johann, Neuere Beiträge zur ungarischen Flora. 438.*

Wartha Vinzenz, Neuere Methoden der Schwefelsäurefabrikation. 444.

Winkler Ludwig, Die Löslichkeit der Gase in Wasser. 430. — Die Bestimmung des Calciums und Magnesiums in natürlichen Gewässern durch Kaliumoleat. 443. — Die Bestimmung der in natürlichen Wässern gelösten Gase. 444. — Die Bestimmung von Meniscuscorrectionen. 461.

Weszelsky Julius, Die titrimetrische Bestimmung der Bromiden neben Chloriden und Jodiden. 442. — Versuche behufs Darstellung der Propylendisulfilsäure. 444.*

Zaitschek Arthur, Über die Bestimmung des Stärkeinhaltes des Futters. 461.*

Zimányi Karl, Die kristallographischen Eigenschaften des Tetraëdrites. 462.

MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA KÖNYVTÁRA

1.

UEBER DIE POTENTIALDIFFERENZ DER METALLE.

Von ALOIS SCHULLER.

Die Potentialdifferenz sich berührender Metalle wird bekanntlich entweder auf elektrometrischem oder auf calorimetrischem Wege bestimmt. Die Resultate dieser Methoden sind völlig verschieden, so zwar dass nicht nur die Zahlenwerthe, sondern auch die Spannungsreihen ganz andere sind. Dieser Umstand bewog mich, zu untersuchen, ob nicht der Grundgedanke der einen Methode unrichtig sei. Dabei gelangte ich zu dem Schlusse, dass die calorimetrische Methode, bei der unmittelbar die an der Berührungsstelle auftretende Wärme gemessen wird, die gesuchte Potentialdifferenz nicht liefern könne.

Um dies zu zeigen, denken wir uns die Metalle, etwa Kupfer und Zink ursprünglich in neutralem Zustande, also ohne jegliche freie Elektricität; im Augenblicke der Berührung erfolgt dann in Folge der materiellen Verschiedenheit Scheidung der Elektricität, indem das Kupfer negativ, das Zink positiv elektrisch wird. Dabei wird offenbar elektrische Energie produciert. Im ersten Augenblicke der Berührung, während noch beide Metalle als neutral zu betrachten sind, sich also noch keine Potentialdifferenz zwischen ihnen ausgebildet hat, sei $E_{1.2}$ die der Elektricitäts-Einheit entsprechende Energie, welche „elektromotorische Kraft" genannt werden möge.

$E_{1.2}$ bedeutet also die von den Molekularkräften geleistete Arbeit, während die Einheit der Elektricität vom elektronegativen Metall (Cu) zum elektropositiven (Zn) überströmt, wobei zwischen den Metallen keine Potentialdifferenz besteht, resp. eine etwa bestehende Potentialdifferenz ausser Acht gelassen wird.

Im Verlaufe der weiteren Scheidung der Elektricität bildet sich nun eine Potentialdifferenz heran, welche für sich eine entgegengesetzte Strömung, die Ausgleichung der Elektricitäten hervorrufen würde, wenn keine molekularen Kräfte (Scheidungs-Kräfte) wirksam wären. Sei die Potentialdifferenz in einem gegebenen Augenblicke, und zwar bevor noch der Gleichgewichtszustand eingetreten ist: V. Dann wird der Ueberführung der Einheit der Elektricität vom Kupfer zum Zink nicht mehr die Energie $E_{1.2}$, sondern nur $E_{12} - V$ entsprechen.

Dauert die Berührung lange genug, so stellt sich Gleichgewicht ein. In diesem Falle sei das elektrische Potential des Kupfers V_1, dasjenige des Zinks V_2, und bezeichnen wir der Kürze halber $V_2 - V_1$ mit $V_{2.1}$, so bedeutet $V_{2.1}$ diejenige Energie, welche von den elektrischen Kräften produciert wird, während die Einheit der Elektricität vom elektropositiven Metall zum elektronegativen überströmt, vorausgesetzt, dass keine anderen als elektrische Kräfte wirken, dass also die materielle Verschiedenheit nicht ins Spiel kommt. Im Zustande des Gleichgewichts sind die beiden Energien $E_{1.2}$ und $V_{2.1}$ einander gleich, die Bedingung des Gleichgewichts lautet also

$$E_{1.2} - V_{2.1} = 0.$$

Daraus folgt unmittelbar, dass eine so kleine Elektricitätsmenge de, welche den Gleichgewichtszustand nicht stört, vom Kupfer in das Zink, oder umgekehrt ohne Energieaufwand übertragen werden kann, dass also, wenn man von der nach dem JOULE'schen Gesetze entwickelten Wärme absieht, ein sehr schwacher Strom ohne Wärmeentwickelung durch die Berührungsstelle geleitet werden kann. Es ist nämlich dann

$$de(E_{1.2} - V_{2.1}) = 0.$$

Anders gestalten sich die Verhältnisse, sobald man mit einem elektrischen Strom von messbarer Stärke arbeitet. Alsdann trifft die Bedingung des Gleichgewichtes nicht mehr zu. Während nämlich die elektromotorische Kraft, die ja bei constanter Temperatur nur von der materiellen Verschiedenheit herrührt, unverändert bleibt, ändert sich der Potentialunterschied zwischen den beiden Seiten der Berührungsfläche. Ohne diese Aenderung

wäre ein Strom unmöglich. Während die positive Elektricität vom Zink zum Kupfer strömt, tritt an Stelle von $V_{2.1}$ ein grösserer Werth $V_{2.1} + \triangle V$, im anderen Falle ein kleinerer: $V_{2.1} - \triangle V$. Die an der Berührungsstelle entwickelte oder verbrauchte Wärme entspricht, sofern noch kein Temperaturunterschied vorhanden ist, sofern also der THOMSON-Effect noch nicht zur Geltung kommt, jener Abweichung $\triangle V$, ist also kein Maass der Potentialdifferenz $V_{2.1}$.

Der soeben entwickelte Zusammenhang folgt so unmittelbar aus dem Wesen des Gleichgewichtszustandes, dass eine eingehende Begründung ganz überflüssig erscheinen müsste, wenn nicht die gegentheilige Auffassung, nach der die PELTIER-Wärme als Maass der Potentialdifferenz zu betrachten wäre, in der Wissenschaft Eingang gefunden hätte. In Anbetracht dieses Umstandes möge noch ein mechanisches Analogon erwähnt werden. Ein solches findet sich in einem Gewicht, welches auf einer Federwage hängt. Das Gewicht resp. dessen potentielle Energie entspricht der von der materiellen Verschiedenheit herrührenden elektromotorischen Kraft ($E_{1.2}$), während die Spannung der Feder die Potentialdifferenz darstellt. Im Gleichgewichtszustande kann man das Gewicht mit Leichtigkeit heben oder senken und man hat dabei, abgesehen von der mitgetheilten lebendigen Kraft keine andere Energie aufzuwenden, als welche der Veränderung der Federspannung entspricht, während sowohl das Heben des Gewichtes allein, wie auch die Verlängerung der Feder bei abgenommenem Gewichte eine namhafte Arbeit bedingt.

Die Frage, ob der Strom an der Berührungsstelle Wärme erzeugt oder verbraucht, dürfte mit den folgenden Umständen zusammenhängen. Während der Strom vom Zink gegen das Kupfer gerichtet ist, dürfte der Abweichung $\triangle V$ vom Gleichgewichts-Potentialsprung $V_{2.1}$ Wärmeentwickelung entsprechen, da der Strom die Potentialdifferenz herabmindert, da also elektrische Energie verschwindet. Bei der entgegengesetzten Strömung wäre Abkühlung zu erwarten, da in diesem Falle die Wirkung der materiellen Verschiedenheit überwiegt, welche, so wie im ersten Augenblicke der Berührung, die Potentialdifferenz vergrössert, also elektrische Energie produciert. Die verbrauchte

Wärme würde in den Fällen, in denen Elektricität vom negativen Metall zum positiven strömt, das Aequivalent der entstehenden elektrischen Energie bilden, sowohl im ersten Augenblicke der Berührung, wie auch während des dauernden elektrischen Stromes, wobei im letzteren Falle der Wärmeverbrauch nur der mit $\triangle V$ bezeichneten Grösse entspricht.

Nun ist aber $\triangle V$ voraussichtlich klein, wegen der geringen Dicke und dem daraus folgenden geringen Widerstande der die Berührung vermittelnden Uebergangsschichte; es ist daher möglich, dass der folgende Umstand überwiegt. Die nach dem Joule'schen Gesetz in den homogenen Leitern entwickelte Wärme erhitzt dieselben im Allgemeinen in verschiedenem Grade, die Wärme wird also an den Berührungsstellen vom wärmeren Metall zum kälteren überströmen. Diese Wärmeleitung wird aber durch den THOMSON-Effect in der Weise modificiert, dass der Uebertritt der Wärme an der einen Berührungsstelle erleichtert, an der anderen erschwert wird; jene wird also mehr abgekühlt als diese. Zu diesen Einflüssen gesellt sich noch die mechanische Spannung, welche zwischen verschieden warmen Teilen des Körpers in Folge der Dilatation auftritt, und welche bekanntlich zu thermoelektrischen Erscheinungen Veranlassung geben können, so dass die Frage, ob Erwärmung oder Abkühlung zu erwarten ist, sehr compliciert wird.

Aus dem Gesagten folgt, dass die mit dem PELTIER-Effect verknüpften Wärmemengen zur Ermittelung der Potentialdifferenz sich berührender Metalle ungeeignet sind. Wir sind daher auf die elektromotorische Methode angewiesen. Gegen diese wurden aber ebenfalls gewichtige Bedenken erhoben. OSTWALD* sagt darüber, dass diese an Stelle der wirklichen Potentialdifferenz $Zn \mid Cu$ die Summe dreier Differenzen liefert, z. B. im Falle von Kupfer und Zink in Luft:

$$Cu \mid \text{Luft} + \text{Luft} \mid Zn + Zn \mid Cu.$$

Zur Begründung der Ansicht, dass die Potentialdifferenz Metall | Luft nicht vernachlässigt werden dürfe, beruft sich OSTWALD auf Versuche von BROWN, nach denen unter anderem die Potential-

* Lehrb. d. allg. Chemie II. 477—481. 1887.

differenz Kupfer | Eisen bei Gegenwart von Schwefelwasserstoffgas sogar ihr Vorzeichen ändert.

Wäre diese Auffassung richtig, so wüssten wir über die Potentialdifferenz der Metalle eigentlich gar nichts bestimmtes; dies ist aber entschieden nicht der Fall.

Wir überblicken die Verhältnisse am einfachsten bei dem Versuche von W. THOMSON (Lord KELVIN), bei welchem die Elektrometernadel über einem Metallringe schwebt, dessen eine Hälfte aus Kupfer, die andere aus Zink besteht. Nach der Auffassung des Herrn OSTWALD, die ich sinngetreu wiederzugeben glaube, wäre dieses System einem galvanischen Elemente vergleichbar, dessen Pole Kupfer und Zink, dessen Elektrolyt die Luft wäre. Nun überblickt man aber sofort, dass in diesem Elemente ein Elektrolyt von ungeheuerem elektrischen Widerstande thätig wäre, und dass die Pole überdies noch kurz geschlossen wären. Es könnte also von der durch die Luft verursachten Potentialdifferenz auf den Metallen nur ausserordentlich wenig, practisch nichts zu Tage treten. Die von der Berührung mit der Luft herstammende elektrische Differenz könnte nur dann beobachtet werden, wenn die Metalle von einander getrennt wären, und wenn überdies die zur Erreichung des Gleichgewichtszustandes erforderliche Zeit zur Verfügung stände. Es bliebe nur noch die Möglichkeit, dass in der Luft selbst ein die Elektrometernadel ablenkendes Potentialgefälle auftreten würde. Dieses ist aber ebenfalls ausgeschlossen, da ein merkliches Potentialgefälle eine endliche Stromstärke voraussetzen würde, die mit dem grossen Widerstande der Luft unvereinbar ist.

Das umgebende *isolierende* Medium kann also die Potentialdifferenz sich berührender Metalle unmittelbar nicht beeinflussen, es kann nur mittelbar durch die Bildung einer *leitenden* Oberflächenschicht stören. Man könnte sogar die Metalle in eine gut isolierende Flüssigkeit geben und könnte dann die Reinigung der Oberfläche in dieser Flüssigkeit selbst besorgen.

In Betreff der Versuche des Herrn BROWN, nach denen die Potentialdifferenz zwischen Eisen und Kupfer in Luft bei Gegenwart von Schwefelwasserstoff nicht nur veränderlich ist, sondern sogar das Vorzeichen ändert, bin ich der Meinung, dass dieselben

in Bezug auf die Potentialdifferenz der Metalle unbrauchbar sind. BROWN benutzte nämlich Wasser zur Dämpfung der Elektrometernadel, das Schwefelwasserstoffgas wirkte also auf die Metalle bei Gegenwart von Wasserdampf, selbst dann, wenn es vorher trocken gewesen wäre, was übrigens nicht erwähnt ist. Dass die Metalle dabei angegriffen wurden, wie von vornherein zu erwarten war, geht aus der Aeusserung des Herrn BROWN hervor: „the copper having become covered with sulfide".*

Die Bestimmung der Potentialdifferenz der Metalle ist bekanntlich eine heikle Aufgabe, da eine jede die Elektricität leitende Oberflächenschichte Fehler verursacht. Daher könnte man den Einfluss der Gase nur in vollkommen trockenen Räumen feststellen, in welchem Falle chemische Veränderungen wahrscheinlich wenig stören würden. Man berufe sich nicht darauf, dass Oxyde, Sulfide etc. Isolatoren wären, denn bei so geringer Schichtendicke, wie sie im ersten Stadium des Angriffes auftreten, auf welche oft nur aus der Veränderung im elektrischen Verhalten geschlossen werden kann, erweisen sich auch unsere besten Isolatoren als genügend gute Leiter, sobald es sich in der zu den Versuchen erforderlichen Zeit um den Transport der bei den elektrostatischen Versuchen auftretenden geringen Elektricitätsmengen handelt.

Aus alledem folgt, dass einestheils die beim PELTIER-Effect auftretenden Wärmemengen zur Bestimmung der Potentialdifferenz sich berührender Metalle unbrauchbar sind und dass andererseits die gegen das Wesen der elektrometrischen Bestimmungsmethode jener Differenz erhobenen Einwendungen unhaltbar sind. Da demnach die Resultate der letzteren Methode ihre Geltung bewahren, so ist ferner zu schliessen, dass die Berührungsstellen der Leiter erster Ordnung einen wesentlichen Einfluss auf die elektromotorische Kraft der elektrischen Elemente ausüben.

Budapest, den 20. Mai 1901.

---

* Phil. Mag (5) 7. 109. 1879.

2.

WIRKUNG DER MAGNETISIERUNG AUF DEN DEHNUNGSMODUL.

Vorgelegt der ungarischen Academie der Wissenschaften am 22. Jan. 1900.

Von Dr. KARL TANGL.

Aus „Mathematikai és Természettudományi Értesítö“ (Math. und Naturwiss. Anzeiger) pág. 49—77.

Einleitung.

Mit der Wirkung des magnetischen Feldes auf die physikalischen Konstanten der Körper beschäftigten sich viele Untersuchungen. Aus diesen ist es bekannt, dass das magnetische Feld unter anderen auch die mechanischen Konstanten beeinflusst; so kennen wir den Einfluss der Magnetisierung auf die Torsion (G. WIEDEMANN), die Längenänderung durch Magnetisierung (BIDWELL u. a.). Es ist aber vorauszusehen, dass die Magnetisierung auch andere mechanische Wirkungen hervorbringt, dass sie z. B. im Torsionsmodul, Dehnungsmodul, in der Festigkeit, in der inneren Reibung Aenderungen bewirkt. Was insbesondere den Dehnungsmodul betrifft, führten die bisherigen Experimente auf widersprechende Resultate. Während nämlich WERTHEIM* und TOMLINSON** gar keine Wirkung auf den Dehnungsmodul nachweisen konnten, fanden BYRON B. BRACKETT***, dass die Magnetisierung den Dehnungsmodul vergrössert, SHAKESPEAR†

* Ann. de Chim. et de Phys. 3. XII. 1842 und XXII. 1848.

** Phil. Trans. 179. p. 1—26.

*** Phys. Review 5. p. 257—284; Wied. Beibl. 20.

† Phil. Mag. 47. p. 539—556. Wied. Beibl. 23.

dagegen, dass sie ihn verkleinert. Es schien mir lohnend, die Frage von neuem zu untersuchen. Einer Aufforderung von Prof. Br. R. Eötvös entsprechend unternahm ich dieselbe bereitwilligst, umsomehr, da mir ein Apparat zu Verfügung stand, der zur genannten Untersuchung sehr geeignet war.

Zur Messung verwendete ich dünne Drähte von etwa 0,1 mm Durchmesser.

Der Grundgedanke der angewandten Methode ist folgender: Wird der zu untersuchende Draht bei konstanter Spannung magnetisiert, so verändert er seine Länge; wird er so magnetisiert, dass seine Länge konstant bleibt, so ändert sich seine Spannung. Mit dem zu beschreibenden Instrumente war ich im Stande, sowohl die Längen- als auch die Spannungsänderungen zu messen; da das Verhältniss der beiden Aenderungen dem Dehnungsmodul proportional ist, konnte man entscheiden, ob sich der Modul durch die Magnetisierung ändert oder nicht, und wie er sich ändert. Die Methode liefert keinen Werth des Moduls in unmagnetisiertem Zustande, mittels derselben konnte man nur die Frage entscheiden: wie ändert sich der Modul, wenn man die Magnetisierung ändert.

Das Instrument, mit dem die Messungen ausgeführt wurden, dient seit dem Jahre 1895 im physikalischen Institute der Universität zu verschiedenen Messungen, und wurde stets für sehr verwendbar befunden.

Der erste Theil der Abhandlung enthält die Beschreibung des Instrumentes, der zweite Theil die Resultate der ausgeführten Messungen.

I. Theil.

1. Die Messung vertikaler Kräfte mit der Bifilarsuspension.

1. Wird die Bifilarsuspension aus der Ruhelage abgelenkt, so entsteht ein Drehungsmoment, das die Suspension in die Ruhelage zurückzuführen strebt. Dieses Drehungsmoment wird durch die Schwerkraft hervorgerufen. Die Bifilarsuspension dient gewöhnlich zur Messung horizontaler Kräfte; doch liegt es nahe, dieselbe zur Messung vertikaler Kräfte zu verwenden, da doch das Drehungsmoment durch eine vertikale Kraft hervorgerufen wird.

Zur Messung vertikaler Kräfte könnte man ein dynamisches Verfahren anwenden; wenn nämlich auf die Bifilarsuspension ausser der Schwerkraft noch eine andere vertikale Kraft wirkt, so wird ihre Schwingungsdauer verändert; aus dieser Aenderung könnte man dann auf die Grösse der hinzugetretenen Kraft schliessen.

Man kann aber auch statisch verfahren. Man braucht dazu nur die Suspension durch eine konstante Kraft ablenken. Man hängt z. B. einen horizontalen Magneten daran auf, dann wird die Suspension durch die erdmagnetische Kraft abgelenkt. In der abgelenkten Gleichgewichtslage ist das Drehungsmoment der Suspension entgegengesetzt gleich derjenigen des Magneten. Wenn jetzt eine neue vertikale Kraft hinzutritt, so wird dadurch das Moment der Suspension geändert, das erdmagnetische Moment dagegen nicht; die Suspension nimmt daher eine neue Gleichgewichtslage an, sie wird aus der früheren Lage abgelenkt. Diese Ablenkung ist in erster Annäherung der hinzugetretenen Kraft proportional, kann also die Grösse letzterer messen. In dieser Anordnung verwendete Br. R. Eötvös den Apparat im Jahre 1895 zu einigen Untersuchungen.

2. Die erdmagnetische Kraft kann natürlich durch eine andere, z. B. elastische ersetzt werden. Man kann dabei folgendermaassen verfahren: an das untere Ende der Bifilarsuspension wird ein einfacher Draht befestigt; letzterer trägt an seinem unteren Ende einen horizontalen Stab, dessen Bewegung durch einen fixen Stift gehemmt wird, an welchen der Stab anschlägt. Der Stab kann sich demnach auf und ab bewegen, um den Draht als Axe kann er jedoch keine Drehung ausführen. Wird nun die Bifilare oben tordiert, so wird dadurch der untere einfache Draht auch gedrillt, da doch dessen unteres Ende keine Drehung ausführen kann. In der Gleichgewichtslage werden also sowohl die Bifilare als auch der einfache Draht tordiert sein: die beiden entstehenden Drehungsmomente sind einander entgegengesetzt gleich.

Wenn die bifilare Suspension um den Winkel φ gedreht wird, so entsteht ein Drehungsmoment, das $= \varkappa \sin \varphi$ ist, wo bekanntlich $\varkappa = \frac{a^2}{4l} mg$, ($a$ = Entfernung der beiden Fäden, l ihre

Länge, m die daran hängende Masse, g die Beschleunigung der Schwere). Wird der elastische Draht um den Winkel ψ gedrillt, so entsteht ein Drehungsmoment $= \tau\psi$.

Wird also die bifilare Suspension und der untere elastische Draht in der oben beschriebenen Weise gedrillt, so ist die Bedingung des Gleichgewichtes:

$$\varkappa \sin\varphi + \tau\psi = 0. \quad \ldots\ldots \quad (1)$$

Nun wollen wir die Empfindlichkeit des Instrumentes untersuchen, das heisst wir fragen, um wieviel es aus der ursprünglichen Gleichgewichtslage abgelenkt wird, wenn sich $\varkappa$ mit $\delta\varkappa$ verändert, wenn also eine neue vertikale Kraft zum aufgehängten Gewicht hinzutritt, wenn man z. B. ein kleines Gewicht darauflegt. Der entsprechende Ausschlag sei $\delta\varphi$, so ist

$$\sin\varphi\,\delta\varkappa + \varkappa\cos\varphi\,\delta\varphi + \tau\delta\varphi = 0,$$

da ja augenscheinlich $\delta\varphi = \delta\psi$ ist. Daraus wird.

$$\delta\varphi = \frac{\sin\varphi}{\frac{\tau}{\varkappa} + \cos\varphi} \cdot \frac{\delta\varkappa}{\varkappa}. \quad \ldots\ldots \quad (2)$$

3. Will man eine grosse Empfindlichkeit, das ist will man, dass einem kleinem $\frac{\delta\varkappa}{\varkappa}$ ein grosses $\delta\varphi$ entspreche, so hat man den Nenner in (2) möglichst klein zu machen. Man muss vor allem einen solchen Draht wählen, dass $\frac{\tau}{\varkappa} < 1$ sei. Wird dann die Bifilare so weit gedreht, dass

$$\frac{\tau}{\varkappa} + \cos\varphi = 0,$$

so ist die Empfindlichkeit unendlich gross, das Instrument ist labil. In der labilen Lage ist der Apparat natürlich unbrauchbar; er ist nur in dessen Nähe zu gebrauchen. Der Apparat wird jedoch nur dann gut verwendbar sein, wenn er ziemlich weit von der labilen Lage noch eine grosse Empfindlichkeit besitzt.

Letztere Bedingungen erfüllt nun der Apparat in sehr unvollständiger Weise. Soll der Apparat empfindlich sein, so muss man wenigstens so viel verlangen, dass 1 Milligramm einen Ausschlag von 1 Minute gebe. Setzen wir die ganze Belastung der Bifilare $= 40$ gr (bei meinen Versuchen war die Belastung bald

grösser, bald kleiner); in diesem Falle ist $\frac{\delta \varkappa}{\varkappa} = \frac{1}{40000}$; da 1 Minute nahe gleich 0,0003 ist, so müsste in (2) der Faktor von $\frac{\delta \varkappa}{\varkappa}$ ungefähr gleich 12 sein, damit ein Milligramm einen Ausschlag von 1 Minute gebe.

Es sei nun $\frac{\tau}{\varkappa} = 0{,}1$; weniger kann man kaum annehmen, sonst müsste man den elastischen Draht zu sehr drillen, was in Folge der elastischen Nachwirkung die Sicherheit der Angaben beeinträchtigen würde. Das Instrument wird in diesem Falle bei $\varphi = 95^0\ 45'$ labil: bei $\varphi = 90^0$ ist es aber noch nicht empfindlich genug, da der Faktor von $\frac{\delta \varkappa}{\varkappa}$ nur $= 10$ ist. Ist $\frac{\tau}{\varkappa} = 0{,}5$, so wird das Instrument bei $\varphi = 120^0$ labil; bei $\varphi = 115^0$ ist der Faktor von $\frac{\delta \varkappa}{\varkappa}$ gleich 11. Wenn $0{,}5 < \frac{\tau}{\varkappa} < 1$, stehen die Verhältnisse noch ungünstiger.

Daraus ist ersichtlich, dass der Apparat nur sehr nahe zur labilen Lage die genügende Empfindlichkeit erreicht, was einen bedeutenden Nachtheil bildet. Jedenfalls gewinnt der Apparat sehr an Brauchbarkeit, wenn man denselben so modificieren kann, dass er die erforderliche Genauigkeit besitze, ohne der labilen Lage so nahe zu kommen.

Ist $\frac{\tau}{\varkappa} > 1$, so wird der Apparat zwar nie labil, er erreicht aber auch nicht die erforderliche Empfindlichkeit.

2. Modificierte Form der bifilaren Aufhängung.

4. Indem ich die Form der bifilaren Aufhängung etwas abänderte, befreite ich dieselbe von den im vorigen Kapitel besprochenen Nachtheilen. An beide Fäden der bifilaren Aufhängung — gewöhnlich verwendete ich Platindrähte — löthete ich kleine 0,5 mm dicke horizontale Stäbe, so dass die Aufhängung wie eine kleine Leiter aussah (1. Fig. AB); eine sehr oft gebrauchte Aufhängung hatte z. B. eine Länge von 60 cm; daran waren in je 2 cm Entfernung die Stäbchen gelöthet, so dass die ganze Aufhängung in 30 gleiche Theile getheilt war; die Entfernung

der beiden Fäden betrug 5 mm. Diese Aufhängung konnte mit einigen ganzen Revolutionen gedrillt werden, ohne dass sich die Fäden aufeinander wickelten. Wir werden sehen, dass eben dadurch eine grössere Empfindlichkeit erzielt werden konnte.

Wir suchen die Empfindlichkeit der neuen Anordnung. An das untere Ende der Aufhängung wird ein elastischer Draht befestigt, der unten einen horizontalen Stab in der schon früher beschriebenen Weise trägt. Die genannten Stäbchen sollen die Aufhängung in n gleiche Theile theilen; die Länge der ganzen bifilaren Aufhängung sei l, ferner sei so wie früher $\varkappa = \frac{a^2}{4l} mg$. Wird die ganze Aufhängung um den Winkel φ gedrillt, so ist jeder Theil zwischen zwei aufeinanderfolgenden Stäbchen um $\frac{\varphi}{n}$ gedrillt, dessen Drehungsmoment also $= n\varkappa \sin\frac{\varphi}{n}$; da das Drehungsmoment eines jeden Theiles gleich dem der ganzen Aufhängung ist, giebt obiger Ausdruck zugleich das Drehungsmoment der ganzen bifilaren Aufhängung; ist der untere elastische Draht inzwischen um ψ gedrillt worden, so ist die Gleichgewichtsbedingung:

$$n\varkappa \sin\frac{\varphi}{n} + \tau\psi = 0 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (3)$$

Für die Empfindlichkeit findet man daraus, wie früher

$$\delta\varphi = \frac{n \sin\frac{\varphi}{n}}{\frac{\tau}{\varkappa} + \cos\frac{\varphi}{n}} \cdot \frac{\delta\varkappa}{\varkappa} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (4)$$

5. Der Apparat wird in der neuen Form labil, wenn

$$\cos\frac{\varphi}{n} + \frac{\tau}{\varkappa} = 0,$$

das heisst wenn der n-te Theil so weit gedrillt ist, wie früher die ganze Aufhängung; oder man muss die ganze Aufhängung um einen n-mal grösseren Winkel drehen, damit sie labil werde. Dieselbe wird aber schon bei viel kleinerer Drillung empfindlich genug; es sei wieder $\frac{\tau}{\varkappa} = 0{,}1$; das Gleichgewicht wird labil bei $\frac{\varphi}{n} = 95^0$; nimmt man die genannte 30theilige Aufhängung, wird

sie 4mal ganz umgedreht, dann ist

$$\frac{\varphi}{n} = 48^0 \quad \text{und} \quad \delta\varphi = 29\,\frac{\delta\varkappa}{\varkappa}.$$

Ist $\frac{\tau}{\varkappa} = 0{,}5 \quad \text{und} \quad \frac{\varphi}{n} = 48^0,$

so ist

$$\delta\varphi = 17\,\frac{\delta\varkappa}{\varkappa};$$

ist $\frac{\tau}{\varkappa} = \frac{2}{3} \quad \text{und} \quad \frac{\varphi}{n} = 48^0,$

so wird

$$\delta\varphi = 16\,\frac{\delta\varkappa}{\varkappa}.$$

Der Apparat ist also empfindlicher, als wir gewünscht haben und ist doch noch weit entfernt von der labilen Lage.

6. Damit der Apparat zu Messungen gut brauchbar sei, muss man noch verlangen, dass er mit Sicherheit und immer gleichmässig funktioniere, dass dieselbe Kraft immer denselben Ausschlag gebe. Bevor ich diesbezüglich einige Beobachtungen mittheile, wird es angezeigt sein, einiges über die Einrichtung des Apparates zu sagen. (Fig. 1, von A bis D.)

Die Aufhängung war in einem vertikalen Rohre angebracht, das an einen kleinen Kasten befestigt war. Das obere Ende der Aufhängung A, war mit einem Torsionskopf fest verbunden; das untere Ende trug einen horizontalen Stab C, mit verschiebbaren Gewichten zur Regulierung der Schwingungsdauer; eben daselbst war auch ein kleiner Spiegel T befestigt zur Messung des Ausschlages. An den Stab C war der elastische Draht CD gelöthet, dessen unteres Ende den horizontalen Stab K trug. Wird der Torsionskopf gedreht, so muss man dafür sorgen, dass das untere Ende des Drahtes oder der Stab K sich nicht mit drehen könne, sonst könnte ja keine Drillung zu Stande kommen. Dies kann man erreichen, wenn der horizontale Stab an einen fixen Stift anschlägt, so dass seine Drehung in einer Richtung gehemmt ist, ohne dass dessen Bewegung in vertikaler Richtung gehemmt wäre; oder man kann es erreichen, wenn der Stab in eine feine horizontale Schlinge reicht, die an ein festes Stativ gebunden ist

(Fig. 1, horizontaler Durchschnitt). Letztere Art erwies sich als vortheilhafter.

Am unteren Ende des elastischen Drahtes hing ausserdem eine kleine Schale zur Anbringung von kleinen Gewichten. Die Länge einer solchen Aufhängung betrug 60 cm, mit 30 Abstufungen; der untere Draht war auch aus Platin. War die ganze Belastung 40 gr, so war $\frac{\tau}{\varkappa} = 0{,}69$. Zuerst wurde die Empfindlichkeit beobachtet, als die Aufhängung zweimal vollständig umgedreht war, also $\varphi = 2.360^0$ und $\frac{\varphi}{n} = 24^0$ war. Mit diesen Zahlen erhält man aus (4)

$$\delta\varphi = 7{,}6\,\frac{\delta\varkappa}{\varkappa}.$$

Die Empfindlichkeit wurde so bestimmt, dass ich auf die untere Schale 0,105 gr legte und mit Hilfe von Fernrohr und Skale den Ausschlag des Spiegels beobachtete. Da die Gesammtbelastung 40 gr betrug, also $\frac{\delta\varkappa}{\varkappa} = \frac{0{,}105}{40} = 0{,}00263$, erhält man aus (5)

$$\delta\varphi = 0{,}0200.$$

Die Entfernung der Skale betrug 1975 mm, die Skale war in 2 mm getheilt, also sollte der Theorie nach ein Zulagegewicht von 0,105 gr einen Ausschlag von 39,0 Skalentheilen geben.

Zehn aufeinanderfolgende Versuche gaben für denselben folgende Werthe:

	40,49
	40,47
	40,52
	40,44
	40,54
	40,51
	40,60
	40,57
	40,51
	40,47
Mittel	40,51 .

Ertheilt man der bifilaren Aufhängung drei vollständige Umdrehungen, so ist $\varphi = 3.360^0$, $\frac{\varphi}{n} = 36^0$. Nach (4) ist dann ein Ausschlag von 61,3 Skalentheilen zu erwarten. Die Beobachtung lieferte folgende Werthe:

	62,20
	62,26
	62,22
	62,20
	62,27
	62,33
	62,32
	62,27
	62,24
	62,24
Mittel	62,26

Ist $\varphi = 4.360^0$, $\frac{\varphi}{n} = 48^0$, so sollte der Ausschlag nach (4) $= 85{,}2$ sein. Beobachtet wurden folgende Ausschläge:

	83,60
	83,47
	83,35
	83,16
	83,27
	83,51
	83,72
	83,54
	83,58
	83,52
Mittel	83,47

Die Beobachtungen sind mit der Theorie in gutem Einklange; was ihre Sicherheit betrifft, lassen sie nichts zu wünschen übrig, indem die grösste Abweichung der einzelnen Beobachtungen vom Mittel kaum 0,1 Skalentheil beträgt; mit dem Apparat ist also noch eine Kraft von 0,1 Milligramm messbar, das heisst $\frac{1}{400\,000}$ der ganzen auf ihn wirkenden Kraft.

II. Theil.

1. Die magnetische Längenänderung.

1. Mit dem im ersten Theile beschriebenen Apparat konnte man unmittelbar Kräfteänderungen messen; will man mit demselben die magnetische Längenänderung von Drähten bestimmen, so muss man danach trachten, dass die Längenänderung eine Gewichtsänderung bewirke. Das kann man mittels folgender Einrichtung erreichen. An das untere Ende des öfters erwähnten elastischen Drahtes wird der zu untersuchende Draht befestigt (Fig. 1, EF); an diesem hängt ein Glascylinder H, der theilweise in Quecksilber taucht; indem man den Glascylinder mehr oder weniger in das Quecksilber taucht, kann man die Belastung des zu untersuchenden Drahtes beliebig ändern. Wird nun der Draht magnetisiert, so ändert sich seine Länge, nehmen wir an, er verkürzt sich, dadurch hebt sich der Glascylinder etwas aus dem Quecksilber heraus, die Belastung der Aufhängung wächst, also ändert sich deren Gleichgewichtslage. Wird nun das Quecksilberniveau gehoben, so wird die Belastung wieder kleiner; wird das Niveau so weit gehoben, dass die Bifilare in die frühere Gleichgewichtslage wieder zurückkehrt, dass also die Belastung wieder die ursprüngliche wird, so ist das Steigen des Quecksilberniveaus, gerechnet vom Zustande vor der Magnetisierung, gleich der Verkürzung des Drahtes.

Denn wenn die Belastung der Bifilare dieselbe ist wie vor der Magnetisierung, so ist auch deren unteres Ende genau in derselben Höhe wie früher; die Belastung des elastischen Drahtes hat sich auch nicht geändert, sein unteres Ende ist also auch in der ursprünglichen Höhe. Daraus folgt, dass wenn durch Hebung des Quecksilberniveaus die Bifilare in die ursprüngliche Gleichgewichtslage zurückgekehrt ist, das obere Ende des magnetisierten Drahtes in derselben Höhe sich befindet wie ursprünglich. Durch die magnetische Contraction ist also nur das untere Ende des magnetischen Drahtes gestiegen und zwar mit ebensoviel, als man das Quecksilberniveau heben musste, damit die Bifilare in die ursprüngliche Gleichgewichtslage zurückkehre.

2. Die magnetische Längenänderung ist natürlich sehr klein;

ich beobachtete kaum grössere Aenderungen als 0,02 mm. Mit ebensoviel musste das Quecksilberniveau gehoben werden; dies wurde folgenderweise bewerkstelligt. In das Quecksilber reichte ein vertikaler Glascylinder von 14,35 mm Durchmesser, der mittels einer Mikrometerschraube in vertikaler Richtung verschoben werden konnte. Das Gefäss, in dem das Quecksilber sich befand, hatte einen Durchmesser von 173,5 mm. Wird der kleine Glascylinder gesenkt, so hebt sich das Quecksilberniveau in verkehrtem Verhältnisse der Querschnitte. Bei den gegebenen Dimensionen musste der Glascylinder mit 2,904 mm gesenkt werden, damit sich das Quecksilberniveau mit 0,02 mm hebe. Die Schraubenhöhe des Mikrometers betrug 0,323 mm, die Verschiebung des Glascylinders konnte also mit genügender Genauigkeit gemessen werden.

3. Die Empfindlichkeit des Apparates hängt ab von dessen Belastung. Bei den Versuchen mit Eisendraht betrug dieselbe 75 gr; wurde der Glascylinder mittels der Mikrometerschraube um 1,293 mm verschoben, so gab die Bifilare einen Ausschlag von 29,0 Skalentheilen bei 207,0 cm Skalenabstand. Wenn sich also infolge der Magnetisierung die Gleichgewichtslage um einen Skalentheil verschob, so entsprach dies einer Längenänderung von $\frac{1{,}293}{29{,}0 \times 145{,}2} = 0{,}000307$ mm. Da 0,1 Skalentheil noch gut schätzbar ist, so war noch eine Längenänderung von 0,00003 mm messbar. Diese Empfindlichkeit genügte, da die kleinste zu messende Längenänderung ungefähr 0,004 mm betrug.

2. Die magnetische Spannungsänderung.

4. Kennt man ausser der Längenänderung infolge der Magnetisierung noch jene Spannung, die den Draht auf seine ursprüngliche Länge zurückführt, so kann man daraus den Elasticitätsmodul (Dehnungsmodul) des Drahtes berechnen; Länge und Querschnitt des Drahtes müssen bekannt sein. Mit Hilfe der beschriebenen bifilaren Aufhängung kann man auch jene Spannung bestimmen. An das untere Ende des zu untersuchenden Drahtes kommt da nicht der Schwimmer H, sondern der Draht

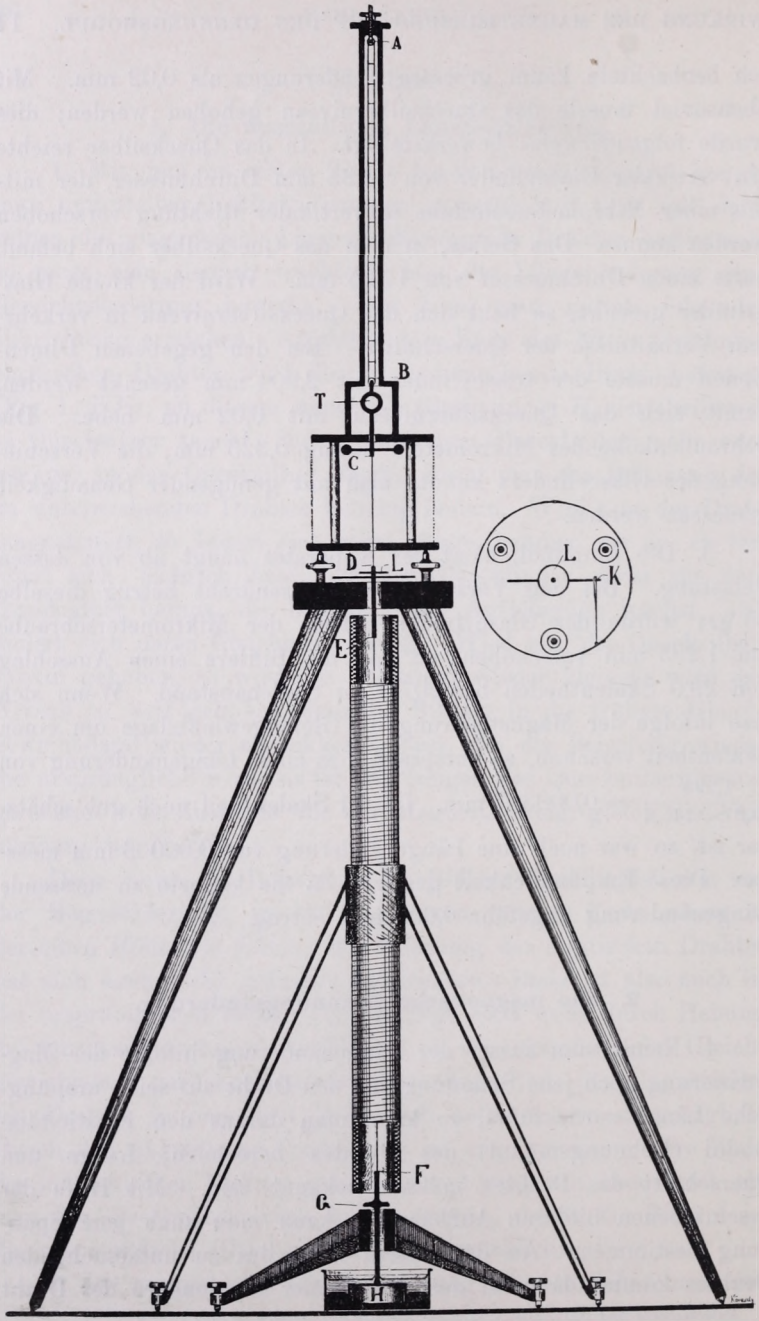


Fig. 1.

wird unten festgeklemmt, damit das untere Ende sich nicht verschieben könne.

Der Draht wird unten so festgeklemmt, dass seine Spannung dieselbe sei wie früher, als noch der Schwimmer an ihm hing. Dann ist auch die Gleichgewichtslage der Aufhängung dieselbe wie früher. Wird nun der Draht magnetisiert und verkürzt er sich, so verschiebt sich sein oberes Ende nach unten, da doch sein unteres Ende fixiert ist, übt auf die Bifilare einen Zug aus, letztere giebt also einen Ausschlag. Man kann nun die ursprüngliche Gleichgewichtslage dadurch herstellen, dass man die Belastung der Bifilare verkleinert, indem man ein entsprechendes Gewichtsstück herunternimmt. Dann ist das untere Ende der bifilaren Aufhängung, also auch das obere Ende des magnetisierten Drahtes in derselben Höhe, wie vor der Magnetisierung. Das weggenommene Gewicht giebt jene Spannung, die den magnetisierten Draht auf seine ursprüngliche Länge zurückführt.

Dieser Gedankengang setzt voraus, dass der elastische Draht zwischen der Bifilare und dem magnetisierten Draht seine Länge nicht geändert, nachdem die ursprüngliche Gleichgewichtslage durch Herabnahme des Gewichts wieder hergestellt wurde. Das kleine Gewicht wird von der Platte L (Fig 1) weggenommen, die sich unterhalb des elastischen Drahtes DE befand. Ist die ursprüngliche Gleichgewichtslage hergestellt, so sind die Bifilarsuspension und auch der elastische Draht unter derselben Spannung, wie vor der Magnetisierung, also ist Punkt E in derselben Höhe wie früher, und der Draht auf seine ursprüngliche Länge zurückgeführt.

Die gemessenen Spannungsänderungen betrugen einige Gramme, was sehr gut messbar war, da 0,05 gr einen Ausschlag von einem Skalentheil gab.

3. Versuchsanordnung.

5. Die bifilare Aufhängung AB und ein Theil des elastischen Drahtes CD waren in einem Messinggehäuse mit vertikalem Rohr verschlossen. Das vertikale Rohr war mit einem Torsionskopf versehen. Am Boden des Gehäuses war eine kleine Oeffnung zum Durchlassen des elastischen Drahtes. Das Gehäuse stand

auf einem starken Dreigestell und konnte mit Stellschrauben vertikal gestellt werden (Fig. 1).

Der elastische Draht war an einem 1,5 mm dicken vertikalen Messingstab DE befestigt, der eine kleine kreisrunde Platte L trug zum Auflegen von kleinen ringförmigen Gewichten. Ausserdem war an denselben ein horizontaler Stab K gelöthet. Um diesen Stab war eine 6 cm lange horizontale Schlinge aus feinem Coconfaden gebunden, die selbst an das Gestell befestigt war, so dass die Drehung des Stabes in einer Richtung gehemmt war, während er sich dabei auf und ab bewegen konnte. (Siehe Fig. 1, horizontaler Schnitt.) An dem vertikalen Messingstabe war der zu untersuchende Draht EF angelöthet; seine Länge betrug nahe 90 cm. Mit seinem unteren Ende war mittels eines 12 cm langen Messingstabes von 2 mm Durchmesser der schon erwähnte Glascylinder H fest verbunden; letzterer hatte einen Durchmesser von 90,0 mm und eine Höhe von 40 mm. Innen war er mit Blei ausgefüllt, damit er tief genug in das Quecksilber tauche. An den Messingstab war eine horizontale 2 mm dicke Platte G gelöthet zu dem Zwecke, dass sie bei den Versuchen über die magnetische Spannungsänderung auf ein festes Dreigestell aufliege. Bei diesen Versuchen wurde das Dreigestell mittels Stellschrauben so weit gehoben, dass der Glascylinder ungefähr 4 mm gehoben wurde. Da ruhte derselbe mit circa 500 gr auf dem Dreigestell, was genug war, um die Unbeweglichkeit des unteren Drahtendes zu sichern.

Der Ausschlag der bifilaren Aufhängung oder die Drehung des Spiegels wurde mit Skale und Fernrohr gemessen.

6. Die Magnetisierung des Drahtes geschah auf elektromagnetischem Wege. Der Draht war mit einer vertikalen Spule umgeben; dieselbe konnte mit Stellschrauben vertikal gestellt werden. Die Länge der Spule betrug 99,3 cm, die des Drahtes nur 90 cm; die Spule überragte also den Draht an beiden Enden mit 5 cm.

Der Draht der Spule hatte einen Durchmesser von 0,8 mm, derselbe war in vier Lagen auf eine Glasröhre von 62,0 mm Durchmesser gewickelt. Die erste Lage hatte 973, die zweite 974, die dritte 971, die vierte 971 Windungen.

Aus den Dimensionen der Spule konnte die Intensität des magnetischen Feldes in seinem Innern berechnet werden.

Es sei l die Länge der Spule, a der Radius der Windungen, n die Anzahl der Windungen und i die Intensität des Stromes, dann zeigt eine einfache Rechnung, dass in der Axe der Spule in der Entfernung x von der Mitte die Feldstärke

$$H = \frac{2\pi ni}{l}\left[\frac{\frac{l}{2}-x}{\sqrt{a^2+\left(\frac{l}{2}+x\right)^2}}+\frac{\frac{l}{2}+x}{\sqrt{a^2+\left(\frac{l}{2}-x\right)^2}}\right].$$

Bei der benutzten Spule war $l = 99{,}3$ cm, $a = 3{,}28$ cm. In der Mitte der Spule war also die magnetische Kraft $= \frac{4\pi ni}{l} \cdot 0{,}998$. 5 cm vom Ende der Spule, wo auch das Ende des untersuchten Drahtes sich befand, war die magnetische Kraft $= \frac{4\pi ni}{l} \cdot 0{,}918$. Die magnetische Kraft änderte sich also so wenig längs des Drahtes, dass man für die magnetische Kraft ohne Bedenken folgenden Mittelwerth nehmen konnte:

$$\frac{1}{2\lambda}\int_{-\lambda}^{+\lambda} H dx$$

wo 2λ die Länge des Drahtes ist. Der erwähnte Mittelwerth beträgt $\frac{4\pi ni}{l}\,0{,}990$. Dieser Werth ist nur sehr wenig von dem im Mittelpunkte giltigen verschieden, ein Zeichen, dass das magnetische Feld als genügend homogen zu betrachten ist.

Die Spule war so umwickelt, dass die einzelnen Schichten bequem parallel oder in Reihe geschaltet, oder nur einzelne Schichten benutzt werden konnten.

7. Die Intensität des Stromes in den einzelnen Schichten betrug ungefähr 10 Amp. Bei jedem Versuch durchfloss der Strom die Spule ungefähr 5 Sec. lang. Dieser Strom erwärmte die Spule beträchtlich. Es musste also ganz besonders darauf geachtet werden, dass sich der magnetisierte Draht nicht erwärme; es würde daraus ein bedeutender Fehler entspringen. Deshalb war längs der Axe der Spule eine 105 cm lange Messingröhre

von 1 cm innerer Weite angebracht (in der Fig. 1 nicht gezeichnet). Diese Röhre umschloss den zu untersuchenden Draht. Der Raum zwischen der Röhre und der Spule war während der Dauer des Versuches mit schmelzendem Eis gefüllt. Diese Eisschicht schützte den Draht sehr gut gegen Erwärmung, wovon ich mich folgendermaassen überzeugen konnte: zwei Schichten der Spule wurden den zwei andern entgegen geschaltet, so dass der Strom kein magnetisches Feld erzeugte. Die Bifilare behielt ihre Gleichgewichtslage, nachdem der Strom 20 Sec. lang geschlossen war. Während den Messungen war aber der Strom nie länger als 5 Sec. geschlossen. Der aus der Erwärmung etwa entstammende Fehler war also eliminiert.

8. Die Intensität des Stromes wurde mit einem absoluten Tangentengalvanometer gemessen. Das Galvanometer wurde mit einem Silbervoltameter verglichen. Die Magnetisierungsspule gab auch einen kleinen Ausschlag am Galvanometer, was immer in Betracht gezogen wurde.

Der Gang der Versuche war folgender: Nachdem die Spule mit Eis angefüllt war, gab ich den zu untersuchenden Draht in die Spule und befestigte ihn an die Bifilare. Bevor der Glascylinder H mit dem Drahte verbunden wurde, hing ich an den Draht so viel Gewicht, dass die Belastung die gewünschte war; danach wurde die Gleichgewichtslage der Aufhängung beobachtet. Dann wurde das Gewicht weggenommen und der Glascylinder mit dem Draht verbunden. Das Quecksilberniveau wurde dann so weit gesenkt, bis die Aufhängung in die früher beobachtete Gleichgewichtslage kam. So konnte die magnetische Längenänderung immer bei derselben Belastung untersucht werden.

Die magnetische Längen- und Spannungsänderung wurde bei vier verschiedenen magnetisierenden Kräften beobachtet; der Strom wurde nacheinander in 1, 2, 3, 4 parallel geschaltete Schichten geleitet, dann wieder abwärts gehend in 3, 2 und 1 Schichten. Die Magnetisierung dauerte 5 Secunden, dann wurde der Strom ausgeschaltet. Die magnetische Längenänderung wurde also bei aufwärts und abwärts gehender Kraft beobachtet. Vor der Messung wurde der Draht in der beschriebenen Weise bei auf- und absteigender Kraft magnetisiert, ohne die Längenände-

rungen zu notieren. Die Gleichgewichtslage wurde aus den Umkehrpunkten bestimmt; die Dämpfung war äusserst gering. Vor und nach der Magnetisierung wurde die Gleichgewichtslage bestimmt; die beiden Bestimmungen wichen höchstens mit 0,2 Skalentheilen von einander ab, was innerhalb der Beobachtungsfehler liegt. Danach wurde die Empfindlichkeit des Apparates bestimmt. Die Mikrometerschraube wurde 4- oder 6mal umgedreht und die entsprechende Aenderung der Gleichgewichtslage bestimmt.

Die magnetische Längenänderung wurde aus der Niveauänderung des Quecksilbers bestimmt; dies setzt voraus, dass die Oberflächenspannung des Quecksilbers constant bleibt. Deshalb wurden das Quecksilber und der Glascylinder sorgfältig gereinigt, das Quecksilber sehr oft gewechselt. Ausserdem erwies es sich als sehr vortheilhaft, auf das Quecksilber Wasser zu giessen, das schwach angesäuert war. Der Glascylinder H tauchte ganz in das Wasser unter, so dass nur der Messingstab aus dem Wasser herausragte, der den Cylinder mit dem magnetisierten Draht verband.

9. Nachdem die magnetische Längenänderung bestimmt war, blieb in der Spule nicht Eis genug, um auch die Spannungsänderungen bestimmen zu können, denn am Drahte wurden Temperaturänderungen bemerkt. Die Spule wurde von neuem angefüllt, der Apparat in der beschriebenen Weise zusammengestellt.

Die Empfindlichkeit wurde bei den Spannungsmessungen so bestimmt, dass auf die kreisrunde Platte L ein kleines ringförmiges Gewicht möglichst vorsichtig und central gelegt wurde und der entsprechende Ausschlag beobachtet.

Sowohl bei den Längen- als auch bei den Spannungsänderungen wurde jeder Ausschlag innerhalb einer Beobachtungsreihe zweimal beobachtet. Die beiden Beobachtungen stimmten auf 1—2 Zehntel Skalentheile überein. Die Empfindlichkeit wurde aus 4 Beobachtungen bestimmt.

Die Intensität des Stromes wurde nach Beobachtung der Längen- und Spannungsänderungen gemessen.

4. Beobachtungen.

10. Damit die Resultate auch zuverlässig seien, musste ich mich überzeugen, dass die Ausschläge der bifilaren Aufhängung auch wirklich allein von der Längen- resp. Spannungsänderung des magnetisierten Drahtes bewirkt sind. Ich überzeugte mich, dass auf die einzelnen Theile der Aufhängung keine magnetische Anziehung oder Abstossung ausgeübt wurde. Wurde ceteris paribus an Stelle des Eisen- oder Nickeldrahtes ein Platindraht gebracht, so gab der Apparat nicht den mindesten Ausschlag. Ferner untersuchte ich, ob die Spule auf den magnetisierten Draht selbst keine Anziehung ausübe: anstatt dem Glascylinder wurde an den Draht ein anderes Gewicht ganz frei gehängt, so dass es gar nicht in das Quecksilber reichte. Der Draht wurde magnetisiert; der Apparat rührte sich nicht. Wurde die Spule schief oder excentrisch gestellt, blieb der Ausschlag derselbe wie zuvor.

Bei den Spannungsmessungen wurde die Empfindlichkeit so bestimmt, dass auf das Plättchen L ein ringförmiges Gewicht — 3,027 gr — gelegt wurde. Ich untersuchte, inwieweit der Ausschlag von der excentrischen Lage des Gewichtes beeinflusst wurde. War das Gewicht um 1 cm excentrisch, änderte sich der Ausschlag mit 1 Skalentheil; der ganze Ausschlag betrug 50 Skalentheile. Wurde also das Gewicht bis auf 1 mm genau centrisch aufgelegt, so war die Empfindlichkeit bis auf $\frac{1}{500}$ genau bestimmt.

Ferner untersuchte ich, ob der Ausschlag mit der hinzutretenden Kraft proportional sei: 3,027 gr gaben 54,8 Skalentheile, 6,649 gr dagegen 120,3 Skalentheile. Das Verhältniss der Gewichte ist 2,197, das der Ausschläge 2,195. Sämmtliche beobachteten Ausschläge blieben unter 130 Skalentheilen; die Ausschläge konnten also mit der Kraft proportional angenommen werden.

11. Sonach ist der Elasticitätsmodul proportional dem Verhältnisse der Ausschläge, die den Längen- resp. Spannungsänderungen entsprechen. Aendert sich dieses Verhältniss mit der Magnetisierung, so ändert sich auch der Elasticitätsmodul.

I. Nickeldraht.

12. Nach der Analyse von Herrn W. GÜLL enthielt der Draht Spuren von Eisen; Kobalt war keines darin.

Länge des Drahtes . . . 900,2 mm
Durchmesser des Drahtes 0,143 mm
Belastung des Drahtes . 100,0 gr.

Die folgende Tabelle enthält die beobachteten Ausschläge: unter l die den Längenänderungen, unter s die den Spannungsänderungen entsprechenden; H bedeutet die Intensität des magnetischen Feldes in abs. elektromagnetischen C. G. S.-Einheiten.

H	158	284	385	465	385	284	158
s	43,5	71,6	87,5	97,3	87,3	71,4	43,2
l	19,3	31,5	38,3	42,3	38,2	31,2	19,3
s	43,8	72,1	87,5	97,4	87,7	71,8	43,4
l	19,5	31,8	38,6	42,7	38,6	31,6	19,4
s	44,1	72,3	88,9	98,3	88,6	71,8	43,3
l	19,5	32,0	38,9	42,9	38,8	31,7	19,6
s	43,9	72,1	88,1	97,8	87,8	71,5	43,2
l	19,4	31,8	38,7	42,8	38,6	31,5	19,1
s	43,3	70,7	86,9	97,1	87,2	70,7	43,0
l	19,4	31,7	38,4	42,6	38,3	31,5	19,2
s	43,0	71,3	87,4	97,1	87,4	71,1	43,1

Die Ausschläge sind in Skalentheilen angegeben; die Skala war in 2 mm getheilt; die Entfernung vom Spiegel betrug 207,0 cm. Die Empfindlichkeit ist in der Tabelle nicht angegeben; die Ausschläge sind alle auf dieselbe Empfindlichkeit reduciert und zwar entspricht bei den Längenänderungen 1 Skalentheil einer Verkürzung von 0,000381 mm, bei den Spannungsänderungen war 1 Skalentheil = 0,05711 gr.

Das Verhältniss aus entsprechenden Ausschlägen von aufeinanderfolgenden Reihen ist dem Elasticitätsmodul proportional. Anstatt dieser Zahl giebt die folgende Tabelle damit proportionale Zahlen, die dabei einen gut definierbaren Sinn haben. Es ist nämlich $0{,}000381\ l$ = der Verkürzung des Drahtes in Millimetern. $\frac{0{,}000\,381}{900{,}2}\ l$ = der relativen Verkürzung des Drahtes; $0{,}05711 \cdot s$ = der Spannungsänderung in Grammen ausgedrückt, sonach giebt

$$\frac{0{,}05711 \times 900{,}2}{0{,}000\,381} \cdot \frac{1}{10^5} \cdot \frac{s}{l} = 1{,}347 \frac{s}{l}$$

die Spannungsänderung in Grammen an, die den Draht um $\frac{1}{100\,000}$ dehnt. Ist diese Zahl p, so ist der Elasticitätsmodul

$$E = \frac{100\,000}{\pi \cdot 0{,}0715^2} p = 6227\, p.$$

Die folgende Tabelle giebt die Werthe von p, berechnet aus den aufeinanderfolgenden Reihen der früheren Tabelle.

H	158	284	385	465	385	284	158
p	3,04	3,06	3,08	3,10	3,08	3,08	3,01
	3,06	3,08	3,08	3,10	3,09	3,10	3,03
	3,03	3,05	3,05	3,07	3,06	3,06	3,01
	3,04	3,06	3,10	3,10	3,09	3,06	3,01
	3,05	3,04	3,08	3,09	3,08	3,05	2,98
	3,03	3,04	3,05	3,07	3,05	3,04	2,97
	3,05	3,05	3,07	3,08	3,07	3,06	3,05
	3,01	2,99	3,02	3,06	3,04	3,02	3,03
	3,01	3,01	3,05	3,07	3,05	3,02	3,02
	3,00	3,03	3,07	3,07	3,07	3,04	3,02

Daraus erhält man folgende Mittelwerthe von p und dem Elasticitätsmodul E

H	p	E
158	3,030	18850
284	3,040	18950
385	3,065	19100
465	3,080	19200
385	3,070	19100
284	3,055	19000
158	3,015	18750

Es dürfte vielleicht von Interesse sein, die Mittelwerthe der Verkürzungen anzugeben. Folgende Tabelle giebt die magnetischen Contractionen in zehntausendstel Millimetern eines 1000 mm langen Nickeldrahtes.

H	m
158	82
284	135
385	164
465	181
385	163
284	134
158	82

II. Nickeldraht.

Der Draht war von derselben Rolle wie der frühere.

Länge des Drahtes . . 901,5 mm
Durchmesser des Drahtes 0,148 mm
Belastung des Drahtes . 100 gr.

Folgende Tabelle giebt die Ausschläge auf dieselbe Empfindlichkeit reduciert wie früher.

H	158	282	383	471	383	282	158
l	21,1	34,1	41,3	45,1	40,8	33,6	20,7
s	48,5	78,7	95,4	105,2	94,7	77,9	47,9
l	20,8	33,7	40,6	44,4	40,4	33,4	20,4
s	48,1	78,1	94,9	104,3	94,1	77,3	47,3
l	20,6	33,4	40,2	44,1	40,0	33,0	20,4
s	48,5	78,6	94,8	105,1	94,7	77,8	47,7
l	20,9	33,7	40,6	44,6	40,5	33,4	20,7
s	48,7	78,9	95,1	104,9	94,7	77,0	47,5
l	20,9	33,7	40,5	44,6	40,2	33,5	20,7
s	48,8	79,2	95,8	105,4	95,0	78,4	48,1
l	20,8	33,7	40,5	44.3	40,3	33,4	20,7

Aus dieser Tabelle ist so wie früher die folgende berechnet, welche den Werth der Belastung angiebt, die den Draht um $\frac{1}{100\,000}$ dehnt.

H	158	282	383	471	383	282	158
p	3,10	3,11	3,13	3,14	3,13	3,12	3,12
	3,14	3,15	3,15	3,19	3,16	3,14	3,16
	3,12	3,12	3,17	3,16	3,14	3,12	3,12
	3,14	3,15	3,18	3,19	3,17	3,16	3,12
	3,17	3,17	3,18	3,21	3,19	3,18	3,15
	3,13	3,14	3,15	3,17	3,15	3,14	3,10
	3,14	3,15	3,16	3,17	3,15	3,13	3,10
	3,14	3,15	3,16	3,17	3,17	3,12	3,09
	3,15	3,16	3,18	3,18	3,18	3,15	3,13
	3,16	3,17	3,19	3,21	3,18	3,16	3,13

Das Verhältniss der Ausschläge ist nahe dasselbe wie früher; die Mittelwerthe von p und des Elasticitätsmoduls giebt die folgende Tabelle.

H	p	E
158	3,140	18500
282	3,145	18550
383	3,165	18650
471	3,180	18700
383	3,160	18600
282	3,145	18500
158	3,125	18400

In der nächstfolgenden Tabelle sind die Verkürzungen eines 1000 mm langen Drahtes in zehntausendstel Millimetern angegeben.

H	l
158	83
284	143
385	172
471	188
385	171
284	141
158	87

13. In dem Werthe der Ausschläge sind noch zehntel Skalentheile angegeben; die Umkehrpunkte, aus denen die Gleichgewichtslage berechnet ist, wurden bis auf zehntel Skalentheile berechnet.

Der Fehler bei den Umkehrpunkten kann 0,1 Skalentheil betragen. Man muss in Betracht ziehen, dass die Schwingungsdauer sehr klein war — 2,5 Sekunden —, so dass bei grossen Elongationen die Beobachtung ziemlich schwierig war. Der Werth des Ausschlages ergab sich als Differenz von zwei Gleichgewichtslagen, folglich kann der Fehler des Ausschlages 0,2 Skalentheile betragen, bei grossen Elongationen auch 0,3. Bei kleinen Elongationen macht der mögliche Fehler 1 % aus; folglich sind im Werthe des Verhältnisses der Ausschläge Abweichungen vom Mittel bis auf 2 % zu erwarten. Es kann also nicht Wunder nehmen, wenn man in den mitgetheilten Tabellen Abweichungen von dieser Grösse findet. Jede Versuchsreihe zeigt jedoch deutlich, dass der Elasticitätsmodul mit der Magnetisierung wächst und in dieser Hinsicht verhalten sich die beiden Nickeldrähte ganz gleichförmig.

Im Mittelwerthe habe ich um eine Decimale mehr geschrieben, diese jedoch abgerundet. Es ist auffallend, dass bei beiden Drähten der Elasticitätsmodul unter seinen Anfangswerth sinkt, wenn man zur ursprünglichen Magnetisierung zurückkehrt.

Bei der Beobachtung der Ausschläge habe ich keine Spur von einer Nachwirkung wahrgenommen; nach der Magnetisierung nahm die Bifilarsuspension bis auf 1—2 Zehntel Skalentheile dieselbe Gleichgewichtslage an wie vor der Magnetisierung.

Das Resultat der Untersuchung ist folgendes: der Elasticitätsmodul des untersuchten Nickeldrahtes wächst mit der Magnetisierung, und zwar mit 1,5 %, wenn die magnetisierende Kraft von 160 auf 470 C. S. S. wächst.

I. Eisendraht.

14. Der Eisendraht verkürzte sich durch die Magnetisierung. Die Verkürzung ist bedeutend kleiner wie bei Nickel, ungefähr die Hälfte; dem entsprechend sind auch grössere Schwankungen in den einzelnen Beobachtungsreihen zu erwarten. Nach der chemischen Analyse von Herrn V. GÜLL enthielt der Draht weniger als 0,5 % Kohle und Silicium.

Länge des Drahtes . .	902,0 mm
Durchmesser des Drahtes	0,128 mm
Belastung des Drahtes .	75 gr.

Die reducierten Ausschläge waren:

H	159	286	385	473	385	286	159
l	13,7	21,3	25,7	28,1	25,5	21,1	13,1
s	28,0	44,3	53,5	58,9	53,6	44,2	27,8
l	13,6	21,1	25,6	28,2	25,5	21,1	13,3
s	28,6	45,3	54,0	59,2	53,7	44,8	28,1
l	13,8	21,6	26,1	28,8	25,9	21,5	13,6
s	28,7	46,1	55,6	61,0	55,2	45,9	29,1
l	13,7	21,6	25,9	28,6	25.8	21,5	13,5
s	28,5	45,4	54,7	60,3	54,6	45,1	28,2
l	13,5	21,3	25,8	28,2	25,7	21,3	13,4
s	28,2	45,0	53,9	59,1	53,5	44,5	28,2
l	13,5	21,1	25,5	28,3	25,5	21,0	13,3

Der Apparat war jetzt empfindlicher, als früher; 1 Skalentheil entsprach einer Verkürzung von 0,000307 mm; ein Zug von 0,04204 gr gab einen Ausschlag von 1 Skalentheil.

Auf Grund dieser Daten giebt $p = 1{,}236 \cdot \frac{s}{l}$ diejenige Belastung, die den Draht um $\frac{1}{100\,000}$ dehnt.

H	159	286	385	473	385	286	159
	2,53	2,57	2,57	2,59	2,60	2,59	2,62
	2,55	2,60	2,58	2,57	2,60	2,59	2,58
	2,60	2,65	2,61	2,60	2,60	2,62	2,61
	2,56	2,59	2,56	2,54	2,56	2,58	2,55
p	2,57	2,64	2,63	2,62	2,63	2,64	2,65
	2,59	2,64	2,65	2,64	2,65	2,64	2,66
	2,57	2,60	2,61	2,61	2,61	2,59	2,58
	2,58	2,63	2,62	2,64	2,63	2,63	2,60
	2,58	2,61	2,58	2,59	2,59	2,60	2,60
	2,58	2,64	2,61	2,58	2,59	2,62	2,62

Mittelwerthe und Elasticitätsmodul:

H	p	E
159	2,570	20000
286	2,615	20350
385	2,605	20250

H	p	E
473	2,595	20200
385	2,605	20250
286	2,610	20250
159	2,610	20250

Die Verkürzungen eines 1000 mm langen Drahtes in zehntausendstel Millimeter:

H	l
159	46,5
286	72,5
385	88,0
473	96,5
385	87,5
286	72,5
159	45,5

II. Eisendraht.

Aehnlich verhielt sich ein zweiter Eisendraht aus derselben Rolle.

Länge des Drahtes . . 899,0 mm
Durchmesser des Drahtes 0,128 mm
Belastung des Drahtes . . 75,0 gr

$p = 1{,}231 \frac{s}{l}$ giebt die Belastung, die den Draht um $\frac{1}{100\,000}$ dehnt.

Reducierte Ausschläge:

H	159	286	385	473	385	286	159
s	28,7	44,7	53,8	59,4	53,9	45,2	29,1
l	14,3	22,0	26,5	29,2	26,5	22,0	14,1
s	28,3	44,5	53,3	58,5	53,2	44,0	28,0
l	13,7	21,2	25,8	28,5	25,7	21,3	13,7
s	28,4	44,6	53,4	59,1	53,5	44,4	28,6
l	14,4	22,2	26,7	29,2	26,4	22,1	14,1
s	28,1	44,4	53,4	58,6	53,4	44,2	28,0
l	13,8	21,4	26,0	28,3	26,0	21,5	13,6
s	29,0	45,9	54,8	60,0	54,9	45,5	29,0
l	14,0	21,6	25,8	28,4	25,7	21,5	13,8
s	28,4	44,6	53,6	59,2	53,7	44,5	28,4

Die Werthe von p:

H	159	286	385	473	385	286	159
p	2,47	2,50	2,50	2,50	2,50	2,53	2,54
	2,44	2,49	2,48	2,47	2,47	2,46	2,45
	2,54	2,58	2,54	2,53	2,55	2,54	2,52
	2,55	2,59	2,55	2,55	2,56	2,57	2,57
	2,43	2,47	2,46	2,49	2,50	2,47	2,50
	2,40	2,46	2,46	2,47	2,49	2,46	2,45
	2,51	2,55	2,53	2,55	2,53	2,53	2,53
	2,59	2,64	2,60	2,61	2,60	2,61	2,62
	2,55	2,62	2,61	2,60	2,63	2,60	2,59
	2,50	2,54	2,56	2,57	2,57	2,55	2,53

Mittelwerthe und Elasticitätsmoduln:

H	p	E
159	2,495	19400
286	2,545	19800
385	2,530	19650
473	2,535	19700
385	2,540	19750
286	2,535	19700
159	2,530	19650

Die Contraction eines 1000 mm langen Eisendrahtes in zehntausendstel Millimeter:

H	l
159	48,0
286	74,0
385	89,5
473	98,0
385	89,0
286	74,0
159	47,0

15. Das eigenthümliche Verhalten des Eisens erhellt aus jeder Versuchsreihe, obzwar in den einzelnen Reihen grössere Abweichungen vorkommen, als beim Nickeldraht: bei $H = 286$ zeigt der Elasticitätsmodul ein Maximum; bei noch grösseren magnetisierenden Kräften nimmt der Modul etwas ab. Es scheint,

dass grössere Aenderungen nur bei kleineren magnetischen Feldern eintreten. Das Versuchsergebnis ist also: der Modul wächst mit 1,9 %, wenn die Stärke des magnetischen Feldes von 159 auf 286 wächst; dann fällt der Modul mit 0,7 % und schwankt um diesen Werth, wenn der Draht mit abnehmender Kraft magnetisiert wird.

16. Zweck der Untersuchung war, die Aenderungen des Elasticitätsmoduls zu bestimmen; diese konnten aus den Beobachtungsdaten einfach bestimmt werden, ohne den Modul selbst bestimmen zu müssen, obzwar man aus denselben den Werth des Moduls auch bestimmen kann. Die erhaltenen Resultate gewinnen aber gewiss an Zuverlässigkeit, wenn man den Modul in unmagnetischem Zustande auf anderem Wege bestimmt und solche Werthe erhält, die mit den vorher erhaltenen Resultaten in Einklang stehen. Darum bestimmte ich den Modul nach der gewöhnlichen Methode, indem ich die Verlängerung des Drahtes durch ein bekanntes Gewicht mit einem Kathetometer mass.

Vom ersten Nickeldraht konnte ich $^2/_3$ des Ganzen verwenden. Es ergab sich für E der Werth 17660, für den zweiten 18100. Der zweite Werth reiht sich sehr gut in die mitgetheilte Tabelle, der erste dagegen weniger gut. Man muss aber in Betracht ziehen, dass ich zu letzteren Messungen nur einen Theil des Drahtes verwenden konnte; dass der Durchmesser längs des Drahtes Aenderungen von 10 % aufwies. Es ist also sehr gut möglich, dass zu dem kleineren Stück ein anderer mittlerer Durchmesser gehört, als zu dem ganzen.

Der zweite Eisendraht ergab $E = 19230$, was sehr gut in die mitgetheilte Reihe passt. Der erste Eisendraht verknüpfte sich so sehr, dass er zu weiteren Messungen nicht verwendbar war.

17. Aus dem Mitgetheilten ist ersichtlich, dass die Magnetisierung auf den Elasticitätsmodul einen kleinen zwar, aber doch messbaren Einfluss ausübt. WERTHEIM und TOMLINSON haben gefunden, dass die Magnetisierung auf die Tonhöhe longitudinal schwingender Eisenstäbe keinen Einfluss hat, dass also der Elasticitätsmodul unverändert bleibt.

WERTHEIM giebt nicht an, wie gross die magnetisierende Kraft war, möglicherweise war sie zu klein, um eine nachweisbare Wirkung auszuüben.

TOMLINSON verwendete lange Eisenstäbe, welche zu $^2/_5$ von der Magnetisierungsspule umgeben waren. Die Stärke des magnetischen Feldes ist nicht genau angegeben, sie konnte circa 30 C. G. S. betragen haben. Nach meinen Messungen folgt, dass, wenn das magnetische Feld von 0 auf 160 steigt, der Elasticitätsmodul um 1 % wächst. Beträgt die Stärke des Feldes 30 C. G. S., so kann man die Aenderung des Moduls auf 0,2 % setzen; ausserdem war weniger als die Hälfte des Stabes von der Spule umgeben, so dass man bei TOMLINSON's Versuchen die Aenderung des Moduls auf 0,1 % setzen kann. Da die Schwingungszahl mit der Quadratwurzel des Moduls proportional ist, war also bei TOMLINSON's Versuchen eine Aenderung von $^1/_{20}$ % in der Schwingungszahl zu erwarten. TOMLINSON giebt die Schwingungszahl des Stabes nicht an; nach den angegebenen Dimensionen konnte sie circa 900 betragen. Vor der Magnetisierung wurde der Stab mit einem Monochord zusammen gestimmt, nach der vorhergehenden Schätzung hätte der magnetisierte Stab mit dem Monochord jede 2,5 Secunden eine Schwebung geben sollen, wenn die für dünne Drähte erhaltenen Resultate auch auf dickere Stäbe anwendbar sind. Da TOMLINSON keine Schwebungen konstatieren konnte, ist es wahrscheinlich, dass dickere Stäbe sich anders verhalten wie dünne Drähte. Dafür spricht auch das Resultat von BYRON B. BRACKETT, wonach das Elasticitätsmodul von stark magnetisierten Stäben nur um $^1/_2$ % grösser wird. SHAKESPEAR fand, dass der Modul von 0,7 mm dickem Eisendraht mit der Magnetisierung kleiner wird. Seine diesbezüglichen Messungen erwähnt er nur kurz in seiner Abhandlung und fügt hinzu, dass sie nicht zufriedenstellend waren.

WERTHEIM untersuchte die Frage so, dass er die durch eine bestimmte Belastung hervorgerufene Verlängerung maass, und zwar vor und während der Magnetisierung. Er fand, dass der Modul kleiner wird. Bei seinen Versuchen achtete er aber nicht genügend darauf, dass die Temperatur konstant bleibe.

3.

UNTERSUCHUNGEN UEBER DIE MECHANISCHEN WIRKUNGEN DER MAGNETISIERUNG.

Von KARL TANGL.

Vorgelegt der Akademie in der Sitzung am 21. Mai 1900.
Aus „Mathematikai és Természettudományi Értesitö". (Math. und Naturw. Anzeiger) Band XVIII, pp. 181—199.

Einleitung.

1. Meine Untersuchungen* über die Wirkung der Magnetisierung auf den Elasticitätsmodul ergaben, dass der Modul von Nickeldrähten mit der Magnetisierung wächst, von Eisendrähten bis zu einem Maximum ansteigt, dann wieder fällt.

WERTHEIM und neuerdings SHAKESPEAR fanden dagegen, dass der Modul von Eisen mit der Magnetisierung abnimmt. Die Verschiedenheit der Resultate kann daher stammen, dass WERTHEIM und SHAKESPEAR ungefähr sechsmal so dicke Drähte untersuchten, als ich verwendete; ausserdem wurde bei ihnen der Draht längere Zeit hindurch magnetisiert. Ueber den Einfluss dieser beiden Factoren geben die bisherigen Versuche keinen Aufschluss. Aus den Abhandlungen ist ferner nicht ersichtlich, wie gross die Belastung der Drähte war. Ich untersuchte daher vor allem den Einfluss der Belastung auf die magnetische Aenderung des Elasticitätsmoduls. Ein Einfluss der Belastung war zu erwarten, da doch die Aenderung des Moduls unmittelbar nicht von der Stärke des magnetischen Feldes, sondern von der

* Math. u. Naturw. Ber. aus Ungarn, XVIII. Band.

Magnetisierung abhängt, die Magnetisierung aber bekanntlich von der Belastung beeinflusst wird (VILLARI'sche kritische Punkt). Die Versuche zeigten denn auch, dass die Wirkung der Magnetisierung auf den Elasticitätsmodul ganz bedeutend von der Belastung abhängt.

I. Methode.

2. Zur Untersuchung der Frage bediente ich mich derselben Methode, wie bei den früheren Versuchen. Der Apparat war aber in der dort beschriebenen Zusammenstellung nicht zu gebrauchen. Damit nämlich der Einfluss der Belastung deutlich hervortrete, war es nothwendig, die Belastung in weiten Grenzen, soweit es die Tragfähigkeit erlaubte, zu ändern: von 100 bis ungefähr 1000 gr. Selbst wenn die Bifilarsuspension solche Belastungen tragen könnte, würde die Empfindlichkeit dadurch so sehr verringert sein, dass der Apparat nicht zu gebrauchen wäre. Die Empfindlichkeit ist nämlich durch folgende Formel gegeben:

$$\delta\varphi = \frac{n \sin \frac{L}{n}}{\frac{\tau}{\varkappa} + \cos \frac{\varphi}{n}} \frac{\delta\varkappa}{\varkappa},$$

wo $\varkappa$ mit der Belastung proportional ist; wenn sich $\varkappa$ mit $\delta\varkappa$ ändert, so ist $\delta\varphi$ der entsprechende Ausschlag. Es ist ersichtlich, dass $\delta\varphi$ mit $\varkappa$ beinahe umgekehrt proportional ist. Die magnetische Contraction des Eisens ist so klein, dass der Apparat bei einer Belastung von 75 gr eben noch gut zu gebrauchen war; bei grösserer Belastung wären aber die Ausschläge zu klein gewesen, um daraus Schlüsse ziehen zu können.

3. Nach einigen Abänderungen am Apparat erreichte ich, dass die Belastung bis zur Festigkeitsgrenze gesteigert werden konnte. Der zu untersuchende Draht wurde unmittelbar an einen Körper befestigt, der in Quecksilber tauchte, dieser letztere dann an die Bifilarsuspension. Der hydrostatische Auftrieb compensierte zum Theil das Gewicht am Drahte, so dass die resultierende Belastung der Bifilarsuspension viel kleiner war; wurden die Dimensionen des untertauchenden Körpers entsprechend gewählt, so konnte die Belastung der Bifilarsuspension beliebig

klein gemacht werden, so dass die Empfindlichkeit grösser war als bei den früheren Versuchen. Ein Vortheil dieser Anordnung bestand darin, dass die Empfindlichkeit bei allen Belastungen des Drahtes dieselbe war. Es wird genügen, wenn ich hier nur diese Aenderungen am Apparat ausführlich beschreibe; die genaue Beschreibung des ganzen Apparates ist in meiner schon vorhin erwähnten Abhandlung enthalten.

Die Bifilarsuspension und der elastische Draht ABD blieben unverändert. Der elastische Draht CD wurde aber nicht unmittelbar an den Messingstab DE gelöthet, an den der magnetisierte Draht befestigt war, sondern es wurde zwischen dem elastischen Draht und dem Messingstab ein Messingrahmen aus 3 mm dickem Draht eingeschaltet (Fig. 1). Wie aus der Figur ersichtlich, war an den Rahmen ein leerer Glascylinder U befestigt, oben verschlossen. Dieser Cylinder tauchte ganz in Quecksilber (schraffierter Theil); der Becher P, das Quecksilber enthaltend, war an das Gestell des Apparates befestigt. An den Punkt D des Rahmens wurde der elastische Draht befestigt, an D' dagegen der Messingstab DE, der den zu untersuchenden Draht trug. Wurden die Dimensionen des Cylinders passend gewählt und das nöthige Quantum Quecksilber in denselben gegossen, so konnte man erreichen, dass der hydrostatische Auftrieb den Zug der Belastung des magnetisierten Drahtes zum Theil compensierte, so dass die gesammte auf den Rahmen nach unten wirkende Kraft ca. 40 gr Gewicht betrug. So betrug die Belastung der Bifilarsuspension nur 40 gr, während die Belastung des zu untersuchenden Drahtes beliebig gewählt werden konnte. Der Rahmen wurde sorgfältig verfertigt, damit die beiden Punkte D und D' mit dem

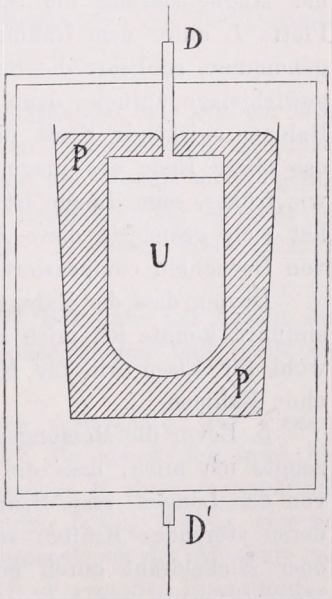


Fig. 1.

Schwerpunkte des verdrängten Quecksilbers möglichst in eine Gerade fallen und so die verticale Stellung des Rahmens gesichert sei. Sonst blieb der Apparat unverändert.

4. Die magnetische Längen- und Spannungsänderung wurde ebenso gemessen wie früher. Der Rahmen ändert nichts an dem Princip der Methode. Wenn sich nämlich der Draht durch die Magnetisierung verkürzt und durch Heben des Quecksilberniveaus die Bifilarsuspension in die ursprüngliche Lage zurückgekehrt ist, so ist die Belastung des ganzen Apparates dieselbe wie früher, das untere Ende der Bifilarsuspension, der Rahmen, das obere Ende des magnetisierten Drahtes sind in derselben Höhe wie früher, der Rahmen erleidet keine Deformation, sonach giebt die Verschiebung des Quecksilberniveaus die Verkürzung des Drahtes.

Ist der untersuchte Draht unten befestigt, so wächst infolge der Magnetisierung die Spannung des Drahtes; wird von der Platte L unter dem Rahmen ein entsprechendes Gewicht herabgenommen, so kehrt die Suspension in die ursprüngliche Gleichgewichtslage zurück; dann ist die auf die Suspension, auf den Rahmen wirkende Kraft dieselbe wie früher, folglich ist auch das obere Ende des magnetisierten Drahtes in derselben Höhe wie früher, seine Länge ist die ursprüngliche, nur die Spannung hat sich geändert; diese Aenderung wurde durch Herabnahme von Gewichten compensiert.

Davon, dass der Rahmen keinen neuen systematischen Fehler einführt, konnte ich mich am besten so überzeugen, dass ich sowohl für Eisen wie für Nickel dieselben Resultate erhielt wie ohne Rahmen.

5. Bevor die Messungen in Angriff genommen wurden, überzeugte ich mich, dass die Ausschläge der Bifilarsuspension nur von den Längen- resp. Spannungsänderungen, nicht aber von anderen störenden Kräften verursacht wurden. Wurde der Eisen- oder Nickeldraht durch einen Platindraht ersetzt, so gab die Magnetisierung gar keinen Ausschlag. Statt dem unteren Glascylinder wurde ein anderes Gewicht angebracht, das ganz frei an dem zu untersuchenden Draht hing, ohne in das Quecksilber zu tauchen; die Magnetisierung hatte keine sichtbare Wirkung.

Die Intensität des Stromes wurde wie früher mit einem Tangentengalvanometer gemessen.

Im Gange der Versuche geschah keine Veränderung.

II. Beobachtungen.

6. Mit Rücksicht auf die grosse Zahl der Beobachtungen theile ich den Werth der Ausschläge in extenso nicht mit. Es wird genügen, wenn ich bemerke, dass die Ausschläge zwischen 15 und 120 Skalentheilen variierten; ein zehntel Skalentheil ist noch gut schätzbar. Hier interessiert uns in erster Reihe das Verhältniss der Ausschläge, die den Längen- resp. Spannungsänderungen entsprechen; der Elasticitätsmodul ist ja diesem Verhältniss proportional. Die Werthe dieser Verhältnisse, wie sie sich aus den aufeinander folgenden Versuchsreihen ergeben, theile ich ausführlich mit, nur in anderer Form als in der erwähnten Abhandlung. Dort gab ich jene Belastung, die den Draht um $\frac{1}{100000}$ dehnt, dem Verhältniss der Ausschläge proportional. Aus diesen Werthen konnte man entscheiden, wie sich der Modul ändert, bezogen auf den zur kleinsten Magnetisierung gehörenden Modul. Deshalb ist es zweckmässiger, alle Moduls auf denjenigen zu beziehen, der bei der kleinsten Magnetisierung auftritt: letzteren setzen wir daher gleich eins. In dieser Weise sind die folgenden Tabellen verfertigt.

In dieser Form kann man die Resultate am besten überblicken; der gleiche Gang der Beobachtungen tritt auch mehr zu Tage.

Die kleinste Belastung, die ich verwendete, war wiederum 75 gr bei Eisen, 100 gr bei Nickel. So konnte ich mich überzeugen, ob das Einschalten des Rahmens K einen systematischen Fehler einführt. Die grösste Belastung betrug 900 gr, eine noch grössere Belastung wäre bei den Dimensionen der Apparate nicht gut verwendbar gewesen; bei 1550 gr riss der Eisendraht, bei 1300 der Nickeldraht. Um die Wirkung der permanenten Deformation zu sehen, wurden die Drähte auch nach der grössten Belastung bei kleineren Belastungen untersucht.

Damit die elastischen Nachwirkungen möglichst vermieden wurden, wurde der Draht wenigstens einen Tag vorher mit dem Gewichte belastet, bei dem beobachtet wurde. Auch später, solange die Versuchsreihe nicht beendet war, blieb der Draht fortwährend unter derselben Belastung; der Draht wurde nur auf die wenigen Secunden davon befreit, die nöthig waren, um den Draht in die Spule zu geben und mit dem unteren Glascylinder zu verbinden.

I. Eisendraht.

Länge . . . 901,0 mm
Durchmesser 0,13 mm.

8. In den folgenden Tabellen sind die Zahlen unter E proportional dem Verhältnisse der Ausschläge, die den Längen- resp. Spannungsänderungen entsprechen; sie wurden aus den aufeinander folgenden Versuchsreihen gebildet; die Zahlen sind proportional dem Elasticitätsmodul; H bedeutet die Stärke des magnetischen Feldes in elektromagnetischen C.G.S.-Einheiten.

a) Belastung 75 gr

H	165	293	396	484	396	293	165
E	1,000	1,012	1,007	1,017	1.012	1,002	1,007
	1,000	1,022	1,010	1,003	1,000	0,990	0,995
	1,000	1,015	1,000	1,007	0,999	0,990	0,995
	1,000	1,020	0,998	1,005	1,006	1,008	0,995
	1,000	1,025	1,008	1,010	1,013	1,012	1,029
	1,000	1,020	1,005	1,004	1,000	1,005	1,029
	1,000	1,006	0,994	0,993	0,988	0,995	1,008
	1,000	1,013	1,002	1,000	1,000	1,000	1,014
	1,000	1,005	0,997	0,997	1,000	1,002	1,009
	1,000	1,015	1,000	1,003	1,005	1,012	1,009
Mittel	1,000	1,016	1,002	1,004	1,002	1,002	1,009

b) Belastung 500 gr

H	165	293	396	484	396	293	165
	1,000	0,992	1,006	1,002	1,008	1,002	0,998
	1,000	0,987	0,996	0,994	0,995	0,986	0,983
	1,000	0,990	0,993	0,991	0,996	0,987	0,991
	1,000	0,985	0,988	0,993	0,993	0,985	0,987
E	1,000	0,988	0,993	0,993	0,992	0,991	0,995
	1,000	0,989	0,997	0,993	0,992	0,992	0,995
	1,000	0,982	0,995	0,995	0,995	0,995	0,983
	1,000	0,983	0,983	0,995	0,986	0,990	0,981
	1,000	0,989	0,997	1,001	1,000	0,995	0,998
	1,000	0,991	0,998	1,008	1,005	0,992	0,997
Mittel	1,000	0,998	0,995	0,995	0,996	0,992	0,991

c) Belastung 900 gr

H	165	293	396	484	396	293	165
	1,000	0,995	1,001	1,013	1,007	1,003	1,011
	1,000	0,999	1,006	1,009	1,007	1,001	1,002
	1,000	1,004	1,007	1,002	1,008	1,006	1,009
	1,000	1,002	1,004	1,002	1,008	1,012	1,013
E	1,000	1,000	1,001	1,003	1,007	1,012	1,002
	1,000	1,007	1,007	1,008	1,010	1,014	1,004
	1,000	1,007	1,013	1,019	1,023	1,017	1,027
	1,000	0,995	0,999	1,008	1,005	0,993	1,017
	1,000	1,000	1,005	1,007	0,999	1,000	1,000
	1,000	1,002	1,010	1,010	1,010	1,007	1,000
Mittel	1,000	1,001	1,004	1,008	1,008	1,007	1,008

Damit die Wirkung der permanenten Deformation hervortrete, wurde der Draht nach der Belastung von 900 gr, von neuem bei 500 gr, hernach bei 75 gr Belastung beobachtet. „Belastung 500 gr“ bedeutet, dass die Beobachtung nach der maximalen Belastung ausgeführt wurde.

d) Belastung 500 gr′

H	165	293	396	484	396	293	165
	1,000	1,005	1,006	1,000	0,998	1,000	1,008
	1,000	1,006	1,014	1,003	1,009	1,019	1,027
	1,000	1,005	1,007	1,011	1,004	1,007	1,002
	1,000	1,000	0,998	1,009	0,998	0,983	6,985
E	1,000	0,999	1,005	1,001	1,001	1,001	0,998
	1,000	0,999	1,001	0,993	0,990	0,999	0,993
	1,000	0,997	0,996	0,994	0,998	0,995	0,992
	1,000	0,997	1,004	1,003	1,012	0,997	0,996
	1,000	0,989	1,003	1,004	1,006	1,001	1,006
	1,000	0,999	1,001	1,007	1,008	0,995	1,002
Mittel	1,000	1,000	1,003	1,003	1,002	1,000	1,001

e) Belastung 75 gr′

H	165	293	396	484	396	293	165
	1,000	0,996	1,014	1,019	1,003	0,990	0,998
	1,000	0,988	1,003	1,005	0,998	0,981	0,996
	1,000	0,983	0,996	0,995	0,998	0,976	0,997
	1,000	0,995	0,999	1,004	1,002	0,991	0,997
E	1,000	0,992	0,988	0,998	0,992	0,990	0,997
	1,000	0,994	0,989	0,997	0,987	0,984	0,993
	1,000	0,995	0,994	0,999	0,987	0,987	0,990
	1,000	1,000	0,993	0,993	1,006	0,999	1,004
	1,000	1,003	1,001	1,008	1,014	1,003	1,010
	1,000	1,005	1,002	1,012	1,003	1,001	0,096
Mittel	1,000	0,995	0,998	1,003	0,999	0,990	0,998

9. Vergleicht man die erste Tabelle mit den früheren Beobachtungen, so ist die Uebereinstimmung genügend zu nennen; in beiden Fällen zeigt der Modul bei $H = 290$ ein Maximum, bei grösseren Magnetisierungen zeigen die älteren Beobachtungen kleinere Aenderungen. In der folgenden Tabelle sind die älteren Resultate mit den neueren zusammengestellt.

H	Alt		Neu
	1. Draht	2. Draht	
165	1,000	1,000	1,000
293	1,017	1,019	1,016
396	1,013	1,013	1,002
484	1,010	1,015	1,004
396	1,014	1,017	1,002
293	1,015	1,014	1,002
165	1,015	1,013	1,009

Man muss in Betracht ziehen, dass solche Abweichungen von einem Draht zum andern wohl möglich sind; ausserdem war der Apparat jetzt empfindlicher; ferner zeigen die früheren Beobachtungen eben bei $H = 400$ und $H = 460$ die grössten Schwankungen, grössere als bei den jetzigen. Das Maximum bei $H = 293$ tritt bei allen Versuchsreihen scharf hervor, schärfer wie bei den früheren Beobachtungen.

Was die anderen Tabellen betrifft, ist aus ihnen ersichtlich, dass sich das Verhalten des Eisens bei 500 gr Belastung total verändert; das frühere Maximum verschwindet, an seine Stelle tritt ein ausgeprägtes Minimum, das in jeder einzelnen Versuchsreihe hervortritt. Bei 900 gr ist das Verhalten wieder anders geworden, indem der Modul langsam ansteigt. Nach dieser maximalen Belastung hat die Belastung weniger Einfluss auf die Aenderungen des Moduls: bei 500 gr ist eine sanfte Steigung vorhanden, bei 75 gr entwickelt sich ein schwaches Minimum. Daraus kann man schliessen, dass das Verhalten des Eisens hauptsächlich durch die permanente Deformation beeinflusst wird, da nach der grössten Belastung die Aenderungen des Moduls viel weniger von der Belastung abhängen.

10. Mit Rücksicht auf das sonderbare Verhalten des Eisens schien es wünschenswerth, die Untersuchung auch bei dazwischen liegenden Belastungen auszuführen. Es wurde ein anderer Eisendraht auch bei 300 gr und 700 gr Belastung untersucht. Die Resultate sind in der folgenden Tabelle zusammengefasst.

II. Eisendraht.

Länge . . . . 901,0 mm

Durchmesser . . 0,13 „

H	Belastung				
	75	300	500	700	900
165	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
293	1,019	0,994	0,987	0,994	1,004
396	1,005	0,996	0,997	1,000	1,006
484	0,998	0,996	0,996	1,002	1,011
396	1,004	0,996	0,995	0,995	1,006
293	1,016	0,995	0,994	0,996	1,004
165	1,007	0,981	0,986	0,997	1,004

Mit den Resultaten bezüglich des I. Drahtes verglichen, ist die Uebereinstimmung namentlich bei 500 und 900 gr Belastung ausgezeichnet; bei 75 gr sind grössere Abweichungen vorhanden, sie sind von derselben Ordnung, wie zwischen Draht I und den früheren Beobachtungen.

Grössere Abweichungen sind vorhanden in den Werthen bei absteigender Magnetisierung. Höchst wahrscheinlich hat die Dauer der Magnetisierung, überhaupt die ganze Vorgeschichte der Magnetisierung einen Einfluss auf diese Werthe; darauf, dass die Vorgeschichte bei beiden Drähten möglichst gleich sei, wurde keine besondere Sorgfalt verwendet. Die Differenzen in den Moduln bei auf- und absteigender Magnetisierung machen es wahrscheinlich, dass der Draht erst nach mehrfachen solchen Magnetisierungen einen gewissen Endzustand annimmt. Es wäre angezeigt, die Untersuchung in dieser Richtung fortzusetzen.

Was die Werthe bei 300 und 700 gr Belastung betrifft, fügen sie sich sehr gut in die Reihe; sie zeigen den continuierlichen Uebergang aus einem Zustand in den anderen.

Nach der grössten Belastung konnte ich bei kleineren nicht mehr beobachten, da der Draht inzwischen riss.

Die Resultate sind in Fig. 2 graphisch dargestellt; Abscisse ist die magnetische Intensität, Ordinate die percentuelle Aenderung des Moduls bezogen auf seinen Werth bei $H = 165$; die punktierte Curve entspricht der absteigenden Magnetisierung.

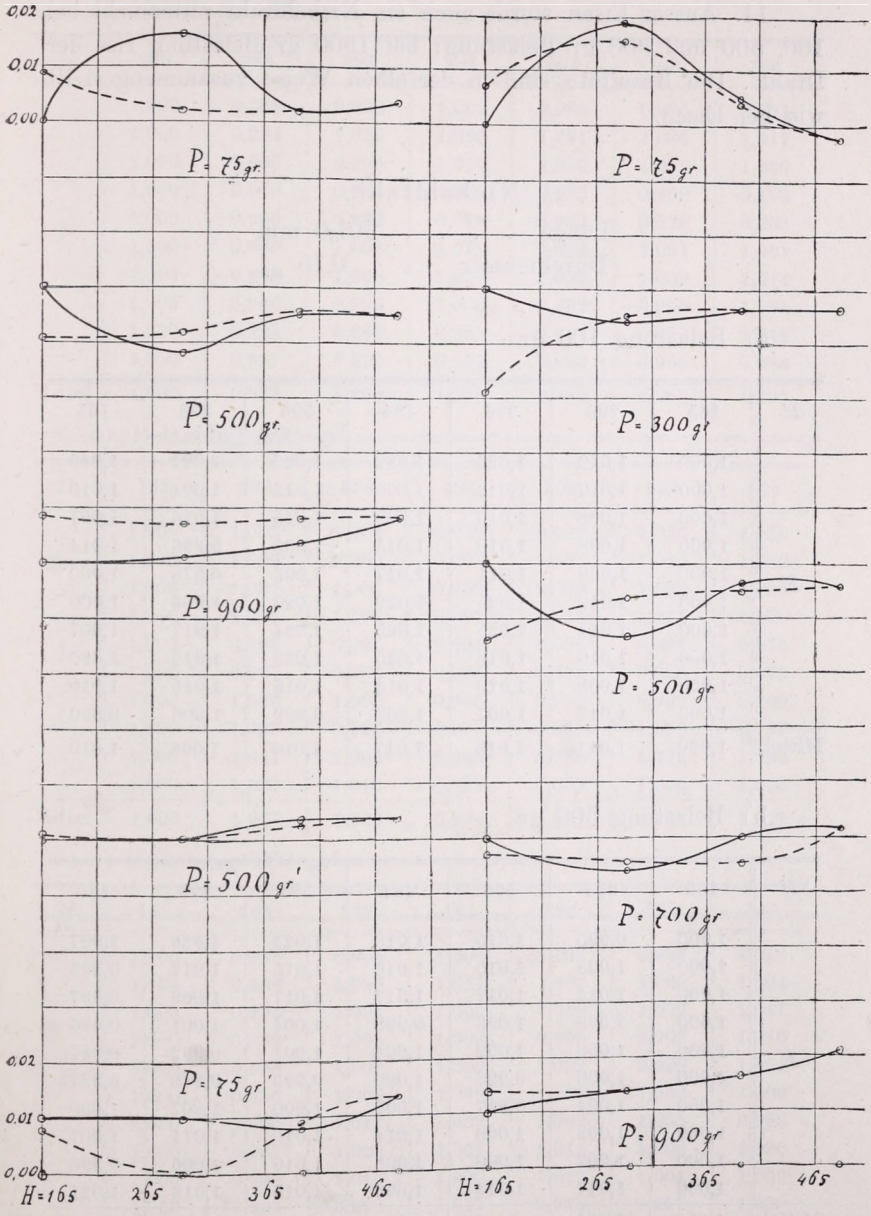

0,02
0,01
0,00
P = 75 gr.
P = 75 gr
P = 500 gr.
P = 300 gr
P = 900 gr
P = 500 gr
P = 500 gr'
P = 700 gr
P = 75 gr'
P = 900 gr
H = 165
265
365
465
H = 165
265
365
465

Fig. 2.

11. Ausser Eisen wurde auch ein Nickeldraht untersucht bei 100, 500 und 900 gr Belastung; bei 1300 gr Belastung riss der Draht. Die Resultate sind in derselben Weise zusammengestellt wie bei Eisen.

Nickeldraht.

Länge . . . . 901,0 mm
Durchmesser . . 0,15 „

a) Belastung 100 gr

H	165	293	396	484	396	293	165
E	1,000	1,019	1,025	1,032	1,026	1,021	1,046
	1,000	1,010	1,012	1,008	1,012	1,004	1,010
	1,000	1,008	1,010	1,009	1,015	1,016	1,007
	1,000	1,008	1,010	1,015	1,005	0,996	1,014
	1,000	1,008	1,011	1,017	1,003	0,978	1,000
	1,000	1,012	1,025	1,020	1,020	1,006	1,000
	1,000	1,014	1,025	1,025	1,034	1,017	1,007
	1,000	1,010	1,018	1,025	1,033	1,016	1,020
	1,000	1,008	1,010	1,014	1,015	1,015	1,010
	1,000	1,012	1,007	1,008	0,999	1,006	0,990
Mittel	1,000	1,011	1,015	1,017	1,016	1,008	1,010

b) Belastung 500 gr

H	165	293	396	484	396	293	165
E	1,000	0,995	1,015	1,018	1,025	1,026	1,007
	1,000	1,005	1,015	1,016	1,015	1,012	0,993
	1,000	1,014	1,017	1,017	1,017	1,009	0,997
	1,000	1,003	1,003	0,998	1,004	1,001	0,996
	1,000	1,000	1,002	1,004	1,001	0,992	0,987
	1,000	1,000	0,998	1,006	0,999	0,988	0,987
	1,000	1,004	0,997	1,005	1,000	1,007	1,000
	1,000	1,003	1,008	1,014	1,010	1,011	1,007
	1,000	1,007	1,008	1,008	1,010	1,006	0,996
	1,000	1,017	1,014	1,023	1,015	1,018	1,021
Mittel	1,000	1,005	1,008	1,011	1,010	1,007	0,998

c) Belastung 900 gr

H	165	293	396	484	396	293	165
	1,000	0,986	0,996	1,002	0,983	0,995	0,997
	1,000	0,984	1,026	1,023	1,021	1,006	1,017
	1,000	0,995	0,996	1,017	1,010	1,016	1,000
	1,000	0,970	0,956	0,981	0,985	0,990	0,973
E	1,000	0,960	0,962	0,978	0,983	0,998	0,993
	1,000	0,965	1,001	1,010	1,004	1,021	1,021
	1,000	0,968	1,008	1,022	1,009	1,000	1,014
	1,000	0,986	0,992	1,003	0,999	0,995	1,035
	1,000	0,991	0,986	0,985	0,986	0,988	1,018
	1,000	0,967	0,976	0,974	0,962	0,965	0,983
Mittel	1,000	0,977	0,990	1,000	0,994	0,997	1,003

d) Belastung 500 gr′

H	165	293	396	484	396	293	165
	1,000	1,003	1,007	0,999	0,999	1,026	1,035
	1,000	1,005	1,000	0,998	1,007	1,029	1,052
	1,000	1,007	1,007	0,999	1,039	1,029	1,052
	1,000	1,005	1,008	0,997	1,018	1,011	1,000
E	1,000	0,993	0,994	0,991	0,990	0,993	0,973
	1,000	0,997	0,995	0,984	0,983	0,985	0,973
	1,000	1,009	1,008	0,985	0,992	0,997	0,980
	1,000	1,003	0,997	0,993	0,995	1,005	0,997
	1,000	1,021	1,003	0,993	0,988	1,026	1,024
	1,000	1,027	1,015	0,998	1,003	1,034	1,028
Mittel	1,000	1,007	1,003	0,994	1,001	1,014	1,011

e) Belastung 100 gr′

H	165	293	396	484	396	293	165
	1,000	0,998	0,995	1,006	1,006	0,998	1,010
	1,000	0,998	1,000	1,011	1,006	1,000	1,004
	1,000	0,994	1,004	1,003	1,006	1,000	1,017
	1,000	0,989	1,002	1,002	0,998	0,998	1,010
E	1,000	0,998	1,002	1,005	1,002	0,998	1,004
	1,000	0,996	1,004	1,009	1,006	1,000	1,000
	1,000	1,000	1,012	1,009	1,002	1,005	0,993
	1,000	0,997	1,008	1,004	1,014	1,002	1,000
	1,000	0,999	1,010	1,000	1,012	1,004	1,009
	1,000	0,993	0,996	1,012	0,998	0,997	1,000
Mittel	1,000	0,996	1,003	1,006	1,005	1,000	1,005

12. Die erste Tabelle ist mit den früheren Beobachtungen in guter Uebereinstimmung, wie die folgende Zusammenstellung zeigt.

H	Alt		Neu
	1. Draht	2. Draht	
165	1,000	1,000	1,000
293	1,004	1,003	1,011
396	1,011	1,008	1,015
484	1,017	1,013	1,017
396	1,013	1,007	1.016
293	1,008	1,005	1,008
165	0,994	0,995	1,010

Der Gang des Moduls ist in jeder Versuchsreihe der gleiche, grössere Abweichungen treten nur bei absteigender Magnetisierung auf. Es gilt in diesem Fache das gleiche wie beim Eisendraht; es scheint auch, dass die Aenderungen des Moduls bei Nickel in grösserem Maasse von der Art der Magnetisierung, von der Vorgeschichte abhängt, wie bei Eisen. Bei 500 gr Belastung wächst der Modul noch immer mit der Magnetisierung, aber langsamer; bei 900 gr Belastung entwickelt sich ein stark ausgeprägtes Minimum. Wird die Belastung dann kleiner, so ändert sich der Modul wieder anders, bei 500 gr tritt um $H = 293$ ein kleines Maximum auf, bei 100 gr an derselben Stelle ein kleines Minimum. Fig. 3 stellt die Resultate graphisch dar.

13. Was die Genauigkeit der Resultate anbelangt, so kann man nach den Regeln der Wahrscheinlichkeitsrechnung den wahrscheinlichen Fehler der einzelnen Werthe suchen. Die Zahl der Beobachtungen ist zwar nicht gross genug, um die Regeln der Fehlerrechnung ohne Bedenken anwenden zu können; immerhin dienen sie zur Schätzung der Genauigkeit und rechtfertigen zugleich, dass die Resultate bis zur dritten Decimalstelle berechnet sind. So erhält man, dass bei aufsteigender Magnetisierung der wahrscheinliche Fehler der Mittelwerthe zwischen 0,0010 und 0,0020 schwankt. Grössere wahrscheinliche Fehler treten nur bei absteigender Magnetisierung auf; bei Eisen beträgt der grösste wahrscheinliche Fehler 0,0040 bei 75 gr Belastung und bei

$H = 165$, bei Nickel beträgt er 0,0100 bei 500 gr Belastung und $H = 165$.

14. Will man die Aenderungen des Moduls mit anderen physikalischen Grössen in Verbindung bringen, so kommt in erster Reihe die Intensität der Magnetisierung oder der Magnetisierungscoefficient in Betracht. Eine einfache Beziehung konnte ich aus dem bisherigen Beobachtungsmaterial nicht finden; allerdings müssten dazu die Beobachtungen bedeutend vermehrt werden. Ausserdem müsste für die verwendeten dünnen Drähte die Magnetisierung bei denselben magnetisierenden Kräften und derselben Belastung untersucht werden, wie die Aenderungen des Moduls.

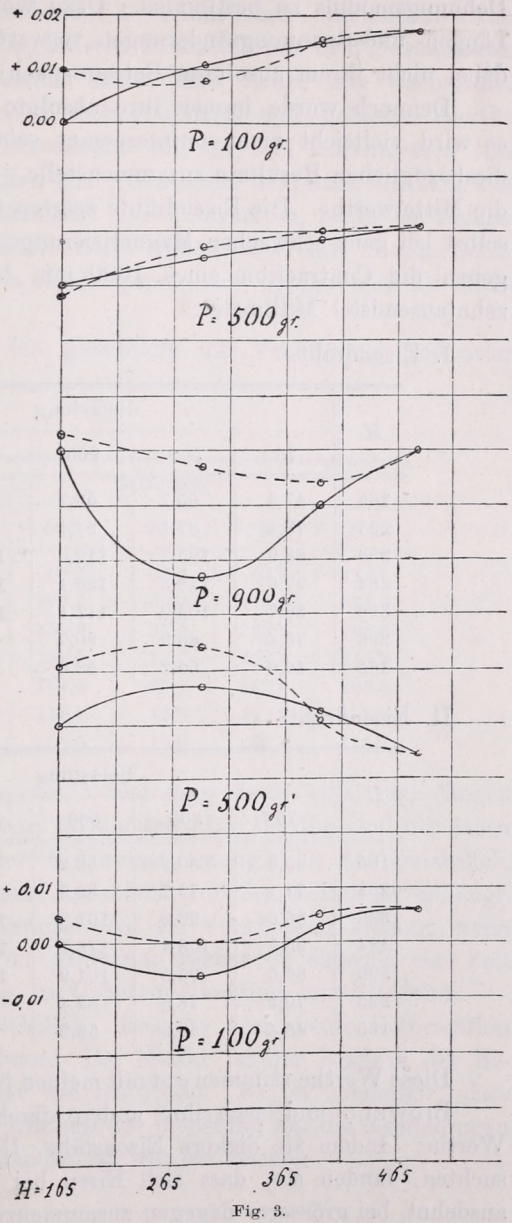


Fig. 3.

III. Die magnetische Längenänderung.

15. Hauptzweck der Untersuchung war, die Aenderungen des

Dehnungsmoduls zu bestimmen. Dazu wurden die magnetischen Längen- und Spannungsänderungen verwerthet; letztere brauchten dabei nicht ihrem absoluten Betrage nach bestimmt zu werden.

Dennoch wurde immer ihre absolute Grösse mit bestimmt; es wird vielleicht nicht uninteressant sein, wenn ich auch die diesbezüglichen Resultate zusammenstelle. Folgende Tabelle giebt die Mittelwerthe. Die Eisendrähte zeigten immer eine Contraction, selbst bei ganz schwachen Magnetisierungen. Die beiden Tabellen geben die Contraction eines 1000 mm langen Eisendrahtes in zehntausendstel Millimeter.

I. Eisendraht.

H	Belastung				
	75	500	900	500	75
165	47,3	55,7	59,7	53,9	48,2
293	73,4	87,1	91,1	83,5	75,6
396	88,9	105,7	112,0	101,4	90,4
484	97,6	118,3	126,1	113,8	99,2
396	88,7	105,0	111,1	101,0	90,0
293	73,4	85,9	90,7	82,6	75,2
165	46,6	55,2	58,6	53,0	47,6

II. Eisendraht.

H	Belastung				
	75	300	500	700	900
165	45,8	50,9	53,2	57,0	58,8
293	71,1	79,7	83,5	88,9	90,4
396	86,6	96,9	101,9	107,9	110,6
484	95,8	108,4	115,1	122,5	126,1
396	86,6	96,5	101,9	107,9	110,1
293	70,9	78,8	82,4	88,0	90,2
165	45,4	50,9	53,2	56,8	58,3

Diese Werthe stimmen gut mit meinen früheren Beobachtungen.

BIDWELL und nach ihm andere fanden davon abweichende Werthe. Indem sie dickere Eisenstäbe, Ringe, Ellipsoide untersuchten, fanden sie, dass sich Eisen bei kleiner Magnetisierung ausdehnt, bei grösserer dagegen zusammenzieht. Die untersuchten

Stäbe, Ringe waren mindestens 1—2 mm stark. Schon BIDWELL beobachtete, dass die magnetische Dilatation mit dem Durchmesser des Stabes zugleich kleiner wird, dass ferner mit wachsender Belastung die Contraction früher eintritt und grössere Werthe annimmt; bei einem Eisendraht von 0,7 mm Durchmesser trat überhaupt nur Contraction auf. Neuestens fand auch SHAKESPEAR bei 0,7 mm dickem Eisendraht nur Contraction, selbst bei kleiner Magnetisierung. Meine Resultate stehen daher mit älteren Beobachtungen gar nicht in Widerspruch, sie dienen *aber zu deren Ergänzung.*

Bei Nickel fand ich gleichfalls nur Verkürzung und zwar folgende Werthe:

Nickeldraht.

H	Belastung				
	100	500	900	500	100
165	83,1	59,7	19,1	51,8	116,5
293	136,6	117,3	50,5	114,8	174,9
396	167,5	159,3	82,7	163,8	202,0
484	186,8	189,7	111,5	200,4	216,9
396	166,7	157,6	81,1	163,0	200,4
293	135,8	115,2	48,2	112,8	172,4
165	81,5	57,6	18,6	50,2	113,2

Die Zahlen geben die Verkürzung eines 1000 mm langen Drahtes in zehntausendstel Millimeter. Die Werthe sind mit jenen von BIDWELL in guter Uebereinstimmung. Es ist ersichtlich, dass die Verkürzung ganz bedeutend von der Belastung abhängt. Bei geringer Magnetisierung wird die Verkürzung kleiner, wenn die Belastung wächst; bei grösseren wächst sie dagegen eine Zeit lang mit der Belastung, in Uebereinstimmung mit BIDWELL.

Es ist ferner ersichtlich, dass die permanente Deformation die Contraction beeinflusst. Bei Nickel ist der Einfluss der Belastung viel bedeutender wie bei Eisen. Es ist sonderbar, dass dennoch bei Eisen der Einfluss der Belastung auf die Aenderungen des Moduls viel bedeutender ist wie bei Nickel.

4.

UEBER DIE LINEARE TRANSFORMATION DER THETAFUNCTIONEN.*

Von GUSTAV A. KINN, Gymnasialprofessor in S. Regen.

(Aus Bd. IX der Mathematikai és Physikai Lapok.)

EISENSTEIN hat in seiner klassischen Abhandlung** über die zur Darstellung der elliptischen Functionen dienenden unendlichen Doppelproducte untersucht, welche Werthänderungen diese nur bedingt convergenten Producte bei einer Aenderung der Reihenfolge ihrer Factoren erleiden. Dabei ergiebt sich unter anderem Folgendes:

Werden in einem Product

$$\prod_{-\infty}^{+\infty}{}_n \prod_{-\infty}^{+\infty}{}_m \left(1 - \frac{x}{\alpha m + \beta n + \gamma}\right),$$

in welchem als ursprüngliche Anordnung der Factoren diejenige zu betrachten ist, wobei zuerst die Multiplication nach dem Index m, dann die nach dem Index n, und zwar derart ausgeführt wird, dass jedem positiven m bezw. n das gleichgrosse negative m bezw. n zugeordnet wird, die Multiplicationsindices m und n mittelst einer ganzzahligen linearen Substitution

$$\left.\begin{aligned} m &= a_0 m' + b_0 n' \\ n &= a_1 m' + b_1 n' \end{aligned}\right\}, \qquad (A)$$

* Der mathematisch-naturwissenschaftlichen Facultät der k. ung. Franz-Josephs-Universität zu Klausenburg als Inauguraldissertation vorgelegt.

** Genaue Untersuchung der unendlichen Doppelproducte, aus welchen die elliptischen Functionen als Quotienten zusammengesetzt sind. Crelle's Journal, Bd. XXXV, 1847. S. 153—274 oder Mathematische Abhandlungen S. 213—334.

deren Determinante

$$\Delta = \begin{vmatrix} a_0 & b_0 \\ a_1 & b_1 \end{vmatrix} = 1 \qquad \text{(B)}$$

ist, durch andere Indices m', n' ersetzt, so ändert das obige Product seinen Werth derart, dass zu demselben die Exponentialgrösse

$$e^{\delta \frac{2a_1\pi i}{\alpha(a_0\alpha + a_1\beta)}(\gamma x - \frac{1}{2}x^2)} \qquad \text{(C)}$$

als Factor hinzutritt (wobei $\delta = +1$ oder $= -1$ ist, je nachdem der Coefficient von i in dem Quotienten $\frac{\alpha}{\beta}$ der beiden Periodicitätsmoduln positiv oder negativ ist).* EISENSTEIN knüpft hieran (bezw. an den allgemeineren Fall, in welchem die Substitutionsdeterminante von 1 verschieden ist) die Bemerkung, „dass alles, was man bisher mit dem Namen 'Transformation der elliptischen Functionen' bezeichnet hat, unter dieser allgemeineren Gattung von Transformationen der Indices begriffen ist".**

Auf der hierdurch gegebenen Grundlage beabsichtige ich, im Folgenden die *lineare Transformation der Thetafunctionen* allgemein durchzuführen, nachdem ich in einer früheren Arbeit*** mehrere specielle Fälle als Beispiele zu einigen allgemeineren Bemerkungen behandelt habe.

Es empfiehlt sich von vornherein, diejenige Thetafunction, deren Productdarstellung die einfachste Gestalt besitzt, nämlich

$$\vartheta_1(v,\tau) = \vartheta_1'(0,\tau) \cdot v \cdot \prod_{-\infty}^{+\infty}{}' \prod_{-\infty}^{+\infty}{}' \left(1 - \frac{v}{m + n\tau}\right) \qquad (1)$$

der Untersuchung zu Grunde zu legen und die drei anderen Thetafunctionen auf diese zu reducieren.

Zu diesem Zweck erhält man leicht aus den allgemeineren Formeln für die Vermehrung des Argumentes um halbe Perioden† die specielle Formel:

---

* A. a. O. S. 184 bezw. 244. ** A. a. O. S. 190 bezw. 250.

*** Die Anwendung unendlicher Producte in der Functionentheorie. Gymnasialprogramm Sächsisch-Regen, 1899.

† S. z. B. KOENIGSBERGER, Vorlesungen über die Theorie der elliptischen Functionen, Bd. I, S. 371.

$$\vartheta_1\left(v+\tfrac{1}{2}g_\lambda+\tfrac{1}{2}h_\lambda\tau\right)=e^{-\frac{1}{2}h_\lambda\left(2v+g_\lambda-1+\frac{1}{2}h_\lambda\tau\right)\pi i}\,\vartheta_\lambda(v), \qquad (2)$$

worin die Grössen g_λ und h_λ die Werthe 0 oder $+1$, bezw. 0 oder -1 annehmen und dem Index λ nach folgendem Schema zuzuordnen sind:

λ	g_λ	h_λ
0	0	-1
1	0	0
2	$+1$	0
3	$+1$	-1

Es handelt sich also um die Transformation des Productes:

$$\prod_{-\infty}^{+\infty}{}_n\prod_{-\infty}^{+\infty}{}_m\left(1-\frac{v+\frac{1}{2}g_\lambda+\frac{1}{2}h_\lambda\tau}{m+n\tau}\right). \qquad (3)$$

Wendet man hierauf die Substitution (A), welche der Bedingung (B) zu genügen hat, an, so geht dasselbe, da in der Exponentialgrösse (C) $\delta=-1$ zu setzen ist, über in

$$e^{-\frac{a_1\pi i}{a_0+a_1\tau}\left(v+\frac{1}{2}g_\lambda+\frac{1}{2}h_\lambda\tau\right)^2}\cdot\prod_{-\infty}^{+\infty}{}_{n'}\prod_{-\infty}^{+\infty}{}_{m'}\left(1-\frac{v+\frac{1}{2}g_\lambda+\frac{1}{2}h_\lambda\tau}{m'(a_0+a_1\tau)+n'(b_0+b_1\tau)}\right)$$

$$=e^{-\frac{a_1\pi i}{a_0+a_1\tau}\left(v+\frac{1}{2}g_\lambda+\frac{1}{2}h_\lambda\tau\right)^2}\cdot\prod_{-\infty}^{+\infty}{}_{n'}\prod_{-\infty}^{+\infty}{}_{m'}\left(1-\frac{\dfrac{v}{a_0+a_1\tau}+\frac{1}{2}\dfrac{g_\lambda+h_\lambda\tau}{a_0+a_1\tau}}{m'+n'\dfrac{b_0+b_1\tau}{a_0+a_1\tau}}\right).$$

Setzen wir hierin

$$v'=\frac{v}{a_0+a_1\tau},\quad \tau'=\frac{b_0+b_1\tau}{a_0+a_1\tau}, \qquad (4)$$

ferner:

$$\frac{g_\lambda+h_\lambda\tau}{a_0+a_1\tau}=\mathfrak{g}+\mathfrak{h}\tau',$$

woraus sich ergiebt:

$$\left.\begin{aligned} g_\lambda&=a_0\mathfrak{g}+b_0\mathfrak{h}, & h_\lambda&=\;\;a_1\mathfrak{g}+b_1\mathfrak{h}\\ \mathfrak{g}&=b_1g_\lambda-b_0h_\lambda, & \mathfrak{h}&=-a_1g_\lambda+a_0h_\lambda\end{aligned}\right\}, \qquad (5)$$

so erhalten wir:

$$\prod_{-\infty}^{+\infty}{}_n \prod_{-\infty}^{+\infty}{}_m \left(1 - \frac{v + \frac{1}{2} g_\lambda + \frac{1}{2} h_\lambda \tau}{m + n\tau}\right)$$

$$= e^{-\frac{a_1 \pi i}{a_0 + a_1 \tau} \left(v + \frac{1}{2} g_\lambda + \frac{1}{2} h_\lambda \tau\right)^2} \cdot \prod_{-\infty}^{+\infty}{}_n \prod_{-\infty}^{+\infty}{}_m \left(1 - \frac{v' + \frac{1}{2} \mathfrak{g} + \frac{1}{2} \mathfrak{h} \tau'}{m' + n' \tau'}\right), \qquad (6)$$

womit in der That die lineare Transformation des Productes (3) erzielt ist.

Setzt man gemäss (1) und (2) an Stelle der Producte die Thetafunctionen, nachdem vorher mittelst der Beziehungen

$$\mathfrak{g} = 2k + g_{\lambda_1}, \qquad \mathfrak{h} = 2l + h_{\lambda_1} \qquad (7)$$

die neuen Grössen g_{λ_1} und h_{λ_1}, welche nur die Werthe 0 oder $+1$, bezw. 0 oder -1 anzunehmen haben, eingeführt worden sind, und berücksichtigt, dass

$$v + \tfrac{1}{2} g_\lambda + \tfrac{1}{2} h_\lambda \tau = (a_0 + a_1 \tau) \cdot (v' + \tfrac{1}{2} \mathfrak{g} + \tfrac{1}{2} \mathfrak{h} \tau'),$$

so erhält man:

$$e^{-\frac{1}{2} h_\lambda \left(2v + g_\lambda - 1 + \frac{1}{2} h_\lambda \tau\right) \pi i} \cdot \vartheta_\lambda (v, \tau)$$

$$= (a_0 + a_1 \tau) \cdot \frac{\vartheta_1'(0, \tau)}{\vartheta_1'(0, \tau')} \cdot e^{-\frac{a_1 \pi i}{a_0 + a_1 \tau} \left(v + \frac{1}{2} g_\lambda + \frac{1}{2} h_\lambda \tau\right)^2}$$

$$\times e^{-\frac{1}{2} h_{\lambda_1} \left(2v' + 2k + 2l\tau' + g_{\lambda_1} - 1 + \frac{1}{2} h_{\lambda_1} \tau'\right) \pi i} \cdot \vartheta_{\lambda_1} (v' + k + l\tau', \tau').$$

Durch Anwendung der für die Vermehrung des Argumentes der Thetafunctionen um ganze Vielfache der Perioden giltigen Formel*

$$\vartheta_\lambda (v + p + q\tau) = e^{[p(1 + h_\lambda) - q(1 - g_\lambda) - q(2v + q\tau)] \pi i} \vartheta_\lambda (v)$$

geht die obige Gleichung über in

$$e^{-\frac{1}{2} h_\lambda \left(2v + g_\lambda - 1 + \frac{1}{2} h_\lambda \tau\right) \pi i} \cdot \vartheta_\lambda (v, \tau) = (a_0 + a_1 \tau) \cdot \frac{\vartheta_1'(0, \tau)}{\vartheta_1'(0, \tau')}$$

$$\times e^{-\frac{a_1 \pi i}{a_0 + a_1 \tau} \left(v + \frac{1}{2} g_\lambda + \frac{1}{2} h_\lambda \tau\right)^2} \cdot e^{-\frac{1}{2} h_{\lambda_1} \left(2v' + 2k + 2l\tau' + g_{\lambda_1} - 1 + \frac{1}{2} h_{\lambda_1} \tau'\right) \pi i}$$

$$\times e^{[k(1 + h_{\lambda_1}) - l(1 - g_{\lambda_1}) - l(2v' + l\tau')] \pi i} \cdot \vartheta_{\lambda_1} (v', \tau'). \qquad (8)$$

---

* S. z. B. KOENIGSBERGER, a. a. O. S. 370.

Hier sind die Exponenten von e noch einer bedeutenden Reduction fähig. Es bleibt zunächst ein Glied, welches v^2 enthält, nämlich:

$$-\frac{a_1 \pi i}{a_0 + a_1 \tau} v^2 = -a_1 (a_0 + a_1 \tau) v'^2 \pi i .$$

Die übrigen, von v, bezw. v' abhängigen Glieder lassen sich folgendermaassen reducieren:

$$\begin{aligned}
&\Big[h_\lambda v - \frac{a_1}{a_0 + a_1 \tau}(g_\lambda + h_\lambda \tau) v - h_{\lambda_1} v' - 2 l v'\Big] \pi i \\
&= \Big[h_\lambda v - a_1 (g_\lambda + h_\lambda \tau) v' - (a_0 h_\lambda - a_1 g_\lambda) v'\Big] \pi i \\
&= \Big[h_\lambda v - a_1 h_\lambda \tau v' - a_0 h_\lambda v'\Big] \pi i \\
&= h_\lambda \Big[v - (a_0 + a_1 \tau) v'\Big] \pi i = 0 .
\end{aligned}$$

Die noch übrigen Glieder, welche τ und τ' enthalten, lassen sich in folgender Weise schreiben:

$$\begin{aligned}
&\Big[\tfrac{1}{4} h_\lambda^2 \tau - \frac{a_1}{a_0 + a_1 \tau} \cdot \tfrac{1}{4} (g_\lambda + h_\lambda \tau)^2 - (l + \tfrac{1}{2} h_{\lambda_1})^2 \tau'\Big] \pi i \\
&= \frac{1}{a_0 + a_1 \tau} \cdot \Big[\tfrac{1}{4} h_\lambda^2 (a_0 + a_1 \tau) \tau - \tfrac{1}{4} a_1 (g_\lambda + h_\lambda \tau)^2 - \tfrac{1}{4} (a_0 h_\lambda - a_1 g_\lambda)^2 \\
&\qquad \times (b_0 + b_1 \tau)\Big] \pi i \\
&= \frac{1}{a_0 + a_1 \tau} \cdot \Big[-\tfrac{1}{4} a_1 g_\lambda^2 - \tfrac{1}{4} a_1^2 b_0 g_\lambda^2 - \tfrac{1}{4} a_0^2 b_0 h_\lambda^2 + \tfrac{1}{2} a_0 a_1 b_0 g_\lambda h_\lambda \\
&\qquad + (\tfrac{1}{4} a_0 h_\lambda^2 - \tfrac{1}{4} a_0^2 b_1 h_\lambda^2 - \tfrac{1}{4} a_1^2 b_1 g_\lambda^2 - \tfrac{1}{2} a_1 g_\lambda h_\lambda \\
&\qquad + \tfrac{1}{2} a_0 a_1 b_1 g_\lambda h_\lambda) \tau\Big] \pi i .
\end{aligned}$$

Mit Benutzung der aus (B) sich ergebenden Relation

$$a_0 b_1 - a_1 b_0 = 1$$

geht dieser Ausdruck über in

$$\begin{aligned}
&\frac{1}{a_0 + a_1 \tau} \cdot \Big[-\tfrac{1}{4} a_1 a_0 b_1 g_\lambda^2 + \tfrac{1}{2} a_0 a_1 b_0 g_\lambda h_\lambda - \tfrac{1}{4} a_0^2 b_0 h_\lambda^2 \\
&\qquad + (-\tfrac{1}{4} a_1^2 b_1 g_\lambda^2 + \tfrac{1}{2} a_1^2 b_0 g_\lambda h_\lambda - \tfrac{1}{4} a_0 a_1 b_0 h_\lambda^2) \tau\Big] \pi i \\
&\qquad = -\tfrac{1}{4} (a_1 b_1 g_\lambda^2 - 2 a_1 b_0 g_\lambda h_\lambda + a_0 b_0 h_\lambda^2) \pi i ,
\end{aligned}$$

wofür auch gesetzt werden kann:

$$\tfrac{1}{4}(\mathfrak{g}\mathfrak{h} - g_\lambda h_\lambda)\pi i.$$

Fassen wir diesen Ausdruck mit allen noch übrigen, d. h. von v und τ unabhängigen Gliedern der Exponenten zusammen, so erhalten wir:

$$\Big[-\tfrac{1}{2}h_\lambda(1-g_\lambda)+\tfrac{1}{2}h_{\lambda_1}(1-g_{\lambda_1})-\tfrac{1}{2}(\mathfrak{h}-h_{\lambda_1})(1-g_{\lambda_1}) + \tfrac{1}{2}(\mathfrak{g}-g_{\lambda_1})+\tfrac{1}{4}(\mathfrak{g}\mathfrak{h}-g_\lambda h_\lambda)\Big]\pi i, \tag{9}$$

wofür wir der Kürze halber setzen wollen:

$$\tfrac{1}{4}M\pi i,$$

wo M jedenfalls eine ganze Zahl bedeutet.

Die Gleichung (8) geht hiernach über in

$$e^{a_1(a_0+a_1\tau)v'^2\pi i}\vartheta_\lambda(v,\tau) = (a_0+a_1\tau)\cdot\frac{\vartheta_1'(0,\tau)}{\vartheta_1'(0,\tau')}\cdot e^{\frac{1}{4}M\pi i}\cdot\vartheta_{\lambda_1}(v',\tau'), \tag{10}$$

oder, wenn wir für die constanten Factoren eine einfachere Bezeichnung einführen, in

$$e^{a_1(a_0+a_1\tau)v'^2\pi i}\vartheta_\lambda(v,\tau) = C\cdot e^{\frac{1}{4}M\pi i}\cdot\vartheta_{\lambda_1}(v',\tau'), \tag{11}$$

wo also nach dem Obigen

$$v' = \frac{v}{a_0+a_1\tau}, \qquad \tau' = \frac{b_0+b_1\tau}{a_0+a_1\tau}$$

ist und der Index λ_1 mittelst der Congruenzen

$$\left.\begin{aligned} g_{\lambda_1} &\equiv b_1 g_\lambda - b_0 h_\lambda \\ h_{\lambda_1} &\equiv -a_1 g_\lambda + a_0 h_\lambda \end{aligned}\right\} \pmod 2$$

zu bestimmen ist. — Nach dem gewöhnlichen Sprachgebrauch bezeichnet $\vartheta_{\lambda_1}(v',\tau')$ die ursprüngliche, $\vartheta_\lambda(v,\tau)$ die transformierte Thetafunction.

Es erübrigt noch die *Bestimmung der Constanten C.*

Die Transformationsgleichung (10) bietet dieselbe in einer Form dar, welche nicht nur einen directen Einblick in ihre Natur, sondern auch eine einfache Berechnung zulässt.

Wir bemerken zunächst, dass nach (5) und (7) für $\lambda = 1$ stets auch $\lambda_1 = 1$ wird, und umgekehrt, und dass gleichzeitig

$M = 0$ wird. *Demnach ist C der Werth, den die vollständige Constante*

$$C \cdot e^{\frac{1}{4} M \pi i}$$

für die Transformation der Function ϑ_1 annimmt. Es ergiebt sich in der That, wenn in (11) $\lambda = \lambda_1 = 1$ und $v = v' = 0$ gesetzt wird,

$$C = \frac{\vartheta_1(0, \tau)}{\vartheta_1(0, \tau')} = \frac{0}{0},$$

und für diese unbestimmte Form findet sich nach der bekannten Regel der Werth

$$\left[\frac{\vartheta_1'(v, \tau)}{\vartheta_1'(v', \tau')} \cdot \frac{dv}{dv'}\right]_{v=v'=0} = (a_0 + a_1 \tau) \cdot \frac{\vartheta_1'(0, \tau)}{\vartheta_1'(0, \tau')}.$$

Ferner ist aus (10) ersichtlich, dass C von den Indices λ und λ_1 unabhängig ist, mithin *für alle vier Thetafunctionen denselben Werth hat.* Die Verschiedenheit der Werthe der vollständigen Transformationsconstanten

$$C \cdot e^{\frac{1}{4} M \pi i}$$

für die einzelnen Thetafunctionen wird also lediglich durch den zweiten Factor bedingt.

Endlich geht aus dem Obigen hervor, dass die Grösse C, welche sich im wesentlichen als Quotient zweier Thetafunctionen für die Nullwerthe der Argumente darstellt, *eine ausschliesslich von den beiden Moduln τ und τ' abhängige Function ist.* Es liegt nahe, dieser Function, welche als durch Specialisierung der Variabeln v und v' (nämlich $v = v' = 0$) entstanden gedacht werden kann, durch weitere Specialisierung hinsichtlich ihres Argumentes τ, bezw. τ', eine noch einfachere Form zu geben. Zu dem Zweck ist es zunächst nöthig, die Art der Abhängigkeit der Grösse C von τ, bezw. τ' näher zu untersuchen. Dieses kann geschehen, indem man zwischen C und τ eine Differentialbeziehung aufsucht. Eine solche lässt sich herstellen, wenn man in die für die Thetafunctionen giltige partielle Differentialgleichung

$$\frac{\partial^2 \vartheta_\lambda(v, \tau)}{\partial v^2} = 4\pi i \frac{\partial \vartheta_\lambda(v, \tau)}{\partial \tau} \qquad \text{(a)}$$

die durch Differentiation der Transformationsgleichung (11) sich ergebenden Werthe einsetzt.

Mit Benützung der Relationen

$$\frac{\partial v'}{\partial v} = \frac{1}{a_0 + a_1\tau}, \quad \frac{\partial v'}{\partial \tau} = -\frac{a_1 v'}{a_0 + a_1\tau}, \quad \frac{\partial \tau'}{\partial \tau} = \frac{1}{(a_0 + a_1\tau)^2}$$

und mit Berücksichtigung dessen, dass $e^{\frac{1}{4}M\pi i}$ eine von v und τ unabhängige rein numerische Constante ist, erhält man:

$$\frac{\partial^2 \vartheta_\lambda(v,\tau)}{\partial v^2} = \frac{C \cdot e^{\frac{1}{4}M\pi i} \cdot e^{-a_1(a_0+a_1\tau)v'^2\pi i}}{(a_0+a_1\tau)^2}$$

$$\times\Big[(a_0+a_1\tau)^2 \cdot (2a_1 v'\pi i)^2 \vartheta_{\lambda_1}(v',\tau') - 2a_1(a_0+a_1\tau)\pi i\, \vartheta_{\lambda_1}(v',\tau')$$
$$- 4a_1(a_0+a_1\tau)v'\pi i \frac{\partial \vartheta_{\lambda_1}(v',\tau')}{\partial v'} + \frac{\partial^2 \vartheta_{\lambda_1}(v',\tau')}{\partial v'^2}\Big]$$

$$\frac{\partial \vartheta_\lambda(v,\tau)}{\partial \tau} = \frac{C \cdot e^{\frac{1}{4}M\pi i} \cdot e^{-a_1(a_0+a_1\tau)v'^2\pi i}}{(a_0+a_1\tau)^2}$$

$$\times\Big[(a_0+a_1\tau)^2 \cdot \frac{1}{C} \cdot \frac{dC}{d\tau} \cdot \vartheta_{\lambda_1}(v',\tau') + (a_0+a_1\tau)^2 a_1^2 v'^2 \pi i\, \vartheta_{\lambda_1}(v',\tau')$$
$$- a_1(a_0+a_1\tau)v' \frac{\partial \vartheta_{\lambda_1}(v',\tau')}{\partial v'} + \frac{\partial \vartheta_{\lambda_1}(v',\tau')}{\partial \tau'}\Big].$$

Durch Einsetzen dieser Werthe in (a) erhalten wir mit Berücksichtigung dessen, dass auch

$$\frac{\partial^2 \vartheta_{\lambda_1}(v',\tau')}{\partial v'^2} = 4\pi i \frac{\partial \vartheta_{\lambda_1}(v',\tau')}{\partial \tau'}$$

ist,

$$-2a_1(a_0+a_1\tau)\pi i\, \vartheta_{\lambda_1}(v',\tau') = 4\pi i (a_0+a_1\tau)^2 \cdot \frac{1}{C} \cdot \frac{dC}{d\tau} \cdot \vartheta_{\lambda_1}(v',\tau'),$$

und daraus

$$-\frac{1}{2}\frac{a_1 d\tau}{a_0+a_1\tau} = \frac{dC}{C},$$

und endlich durch Integration dieser logarithmischen Differentiale, wenn die Integrationsconstante in der Form $\log c$ hinzugefügt wird,

$$C = \frac{c}{\sqrt{a_0+a_1\tau}}. \tag{12}$$

Wir können also die Transformationsgleichung (11) auch in der Form schreiben:

$$e^{a_1(a_0+a_1\tau)v'^2\pi i}\vartheta_\lambda(v,\tau) = \frac{c}{\sqrt{a_0+a_1\tau}}\cdot e^{\frac{1}{4}M\pi i}\vartheta_{\lambda_1}(v,\tau'), \quad (13)$$

wo nach dem Obigen c eine von v, τ und λ unabhängige, also nur durch die vier Transformationszahlen

$$a_0,\ a_1,\ b_0,\ b_1$$

bestimmte rein numerische Constante bedeutet, um deren Bestimmung es sich jetzt handelt.

Wir schreiben c in der Form

$$c = (a_0 + a_1\tau)^{\frac{3}{2}}\cdot\frac{\vartheta_1'(0,\tau)}{\vartheta_1'(0,\tau')}. \quad (m)$$

Nach den soeben angegebenen Eigenschaften von c wird es nunmehr gestattet sein, zur Vereinfachung des in (m) gegebenen Ausdruckes in denselben irgend welche Specialwerthe für τ und τ' einzuführen. Zu dem Zweck bestimmen wir aus

$$\tau' = \frac{b_0+b_1\tau}{a_0+a_1\tau} \quad (n)$$

denjenigen Werth, für welchen

$$\tau' = \tau, \quad (o)$$

mithin auch

$$\vartheta_1'(0,\tau) = \vartheta_1'(0,\tau') \quad (p)$$

wird*. Dabei ist zu beachten, dass der reelle Theil von

$$\frac{\tau}{i}$$

wesentlich positiv sein muss. Setzen wir also

* Eine grössere Allgemeinheit lässt sich erzielen, wenn statt $\tau' = \tau$ der Ansatz $\tau' = \tau + p$ (wo p eine ganze Zahl ist) gemacht wird. Ein näheres Eingehen hierauf kann jedoch an dieser Stelle um so eher unterbleiben, als dieser Gegenstand in einer Abhandlung des Herrn Besch über „Die Bestimmung der bei der linearen Umformung der Θ-Functionen auftretenden Transformationsconstanten" (Programm des kgl. Friedrich-Collegiums, Königsberg i. Pr. 1877) bereits behandelt worden ist. Demnach erscheinen auch die auf die Constantenbestimmung bezüglichen Ergebnisse der vorliegenden Arbeit zum grossen Theil in der Abhandlung des Herrn Besch bereits enthalten. Ich bemerke jedoch, dass mir diese Abhandlung leider unbekannt geblieben war, bis mich Herr Prof. Schlesinger bei Gelegenheit der Begutachtung der vorliegenden, der Facultät in magyarischer Sprache gedruckt eingereichten Arbeit darauf aufmerksam machte.

$$\tau = t + t_1 i,$$

so muss t_1 *eine positive, von Null verschiedene reelle Zahl* bedeuten.

Um (o) zu erfüllen, erhalten wir aus (n)

$$t + t_1 i = \frac{b_0 + b_1 t + b_1 t_1 i}{a_0 + a_1 t + a_1 t_1 i},$$

und hieraus ergiebt sich sofort durch Sonderung der reellen von den imaginären Bestandtheilen:

$$\left.\begin{aligned} a_0 t + a_1 t^2 - a_1 t_1^2 &= b_0 + b_1 t \\ a_0 t_1 + 2 a_1 t t_1 &= b_1 t_1 \end{aligned}\right| \quad (q)$$

Aus der zweiten dieser Gleichungen kommt

$$t = -\frac{a_0 - b_1}{2 a_1},$$

und durch Einsetzen dieses Werthes in die erste Gleichung geht diese über in

$$a_1 t_1^2 = -\frac{(a_0 - b_1)^2}{4 a_1} - b_0$$

oder

$$t_1 = \frac{1}{2 a_1} \sqrt{-(a_0 - b_1)^2 - 4 a_1 b_0},$$

wo das Vorzeichen derart zu bestimmen ist, dass t_1 positiv ist. Die Wurzel ist also positiv oder negativ zu nehmen, je nachdem a_1 positiv oder negativ ist. Dieses können wir einfach ausdrücken durch die Bezeichnungsweise

$$t_1 = + \frac{1}{2 a_1} \cdot \frac{a_1}{|a_1|} \cdot \sqrt{-(a_0 - b_1)^2 - 4 a_1 b_0}.$$

Mit Berücksichtigung der Relation

$$a_0 b_1 - a_1 b_0 = 1$$

können wir den letzten Ausdruck noch etwas einfacher folgendermaassen darstellen:

$$t_1 = + \frac{1}{2 a_1} \cdot \frac{a_1}{|a_1|} \cdot \sqrt{-(a_0 + b_1)^2 + 4}.$$

Es ist zu bemerken, dass diese Darstellung nur so lange Giltigkeit besitzt, als a_1 *von Null verschieden* und *der Ausdruck unter dem Wurzelzeichen positiv* ist, da t_1 eine reelle Zahl sein muss.

Wir erhalten nunmehr für den gesuchten Werth der Moduln

$$\tau = \tau' = -\frac{a_0 - b_1}{2 a_1} + \frac{i}{2 a_1} \cdot \frac{a_1}{|a_1|} \cdot \sqrt{-(a_0 + b_1)^2 + 4},$$

und durch Einführung dieses Werthes in (m) ergiebt sich für die Constante, wenn wir an Stelle des gleich nachher zu bestimmenden Vorzeichens für den Augenblick den Factor ε, welcher den Werth $+1$ oder -1 bedeuten soll, hinzufügen:

$$c = \varepsilon \cdot \sqrt{\left[\tfrac{1}{2}(a_0 + b_1) + \tfrac{1}{2} i \frac{a_1}{|a_1|} \sqrt{-(a_0 + b_1)^2 + 4}\right]^3} . \quad (14)$$

Nach den oben bemerkten Giltigkeitsbedingungen muss stets

$$-(a_0 + b_1)^2 + 4 > 0$$

sein. Es sind also nur folgende Fälle möglich:

1. $a_0 + b_1 = 0$, $\qquad c = \varepsilon \sqrt{\left[i \frac{a_1}{|a_1|}\right]^3}$

oder (wenn wir die verschiedenen Werthe der Constanten durch dem Buchstaben c beigefügte Indices unterscheiden):

$$c_1 = \varepsilon \sqrt{-i}, \qquad a_1 > 0$$

$$c_2 = \varepsilon \sqrt{i}, \qquad a_1 < 0$$

2. $a_0 + b_1 = 1$, $\qquad c_3 = \varepsilon \sqrt{\left[\tfrac{1}{2} + \tfrac{1}{2} i \frac{a_1}{|a_1|} \cdot \sqrt{3}\right]^3}$

$$= \varepsilon i$$

3. $a_0 + b_1 = -1$, $\qquad c_4 = \varepsilon \sqrt{\left[-\tfrac{1}{2} + \tfrac{1}{2} i \frac{a_1}{|a_1|} \cdot \sqrt{3}\right]^3}$

$$= \varepsilon .$$

Das Vorzeichen lässt sich leicht bestimmen, wenn man die Transformation

$$\begin{vmatrix} 1 & -1 \\ 1 & 0 \end{vmatrix}$$

zweimal nacheinander anwendet. Es ergiebt sich dann die zusammengesetzte Transformation

$$\begin{vmatrix} 1 & -1 \\ 1 & 0 \end{vmatrix} \cdot \begin{vmatrix} 1 & -1 \\ 1 & 0 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 0 & -1 \\ 1 & -1 \end{vmatrix},$$

und hieraus folgt sofort:

$$c_3^2 = c_4$$

oder:

$$\varepsilon = -1 .$$

Nunmehr können wir die Constanten auch in folgender Form schreiben:

$$c_1 = e^{-\frac{1}{4}\pi i}$$
$$c_2 = e^{-\frac{3}{4}\pi i}$$
$$c_3 = e^{-\frac{1}{2}\pi i}$$
$$c_4 = e^{-\pi i}.$$

Die angegebenen Giltigkeitsbedingungen enthalten indessen keine Beschränkung der Allgemeinheit. Denn es lässt sich leicht zeigen, dass jede Transformation sich auf andere Transformationen reducieren lässt, für welche die angegebenen Bedingungen erfüllt sind. In der That, bedenken wir, dass eine beliebige lineare Transformation

$$\begin{vmatrix} a_0 & b_0 \\ a_1 & b_1 \end{vmatrix}$$

sich durch successive Anwendung der beiden Normaltransformationen ersetzen lässt*:

$$\begin{vmatrix} 1 & 0 \\ -1 & 1 \end{vmatrix} \quad \text{und} \quad \begin{vmatrix} 0 & -1 \\ 1 & 0 \end{vmatrix},$$

so ist ersichtlich, dass die zweite dieser Normaltransformationen den gegebenen Bedingungen entspricht, während die erste sich in zwei andere, diesen Bedingungen ebenfalls genügende Transformationen zerlegen lässt, nämlich:

$$\begin{vmatrix} 1 & 0 \\ -1 & 1 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 0 & 1 \\ -1 & 0 \end{vmatrix} \cdot \begin{vmatrix} 1 & -1 \\ 1 & 0 \end{vmatrix}.$$

Somit ist die Bestimmung der Transformationsconstanten für alle Fälle gesichert. Die Form, in der sich dieselbe hier ergiebt, lässt wohl eine directe Vergleichung mit der nach HERMITE'schen Principien berechneten und in GAUSS'schen Summen dargestellten Constanten nicht zu, doch liess sich die Uebereinstimmung in zahlreichen ausgerechneten speciellen Fällen erkennen.

Es ist noch nöthig, für den oben ausgeschlossenen Fall, wenn $a_1 = 0$ ist, einen Ausdruck für c herzustellen. Auf dem bisher verfolgten Weg ist dieser nicht zu erhalten. Wir kommen indessen schnell zum Ziel, wenn wir das unendliche Product

* S. z. B. KOENIGSBERGER, a. a. O. Bd. II., S. 70.

$$\vartheta_1'(0,\tau) = 2\pi \cdot e^{\frac{1}{4}\pi i\tau} \cdot \prod_1^\infty{}_\nu (1 - e^{2\nu\pi i\tau})^3$$

benützen. Wegen

$$a_0 b_1 - a_1 b_0 = 1$$

ist nämlich für $a_1 = 0$

$$a_0 = b_1 = \pm 1, \quad b_0 \text{ beliebig},$$

$$\tau' = \frac{b_0}{a_0} + \tau = \pm b_0 + \tau,$$

und es folgt aus (m)

$$c = a_0^{\frac{3}{2}} \cdot \frac{e^{\frac{1}{4}\pi i\tau} \cdot \prod_1^\infty{}_\nu \left(1 - e^{2\nu\pi i\tau}\right)^3}{e^{\frac{1}{4}\pi i\tau} \cdot e^{\frac{1}{4}\pi i \frac{b_0}{a_0}} \cdot \prod_1^\infty{}_\nu \left(1 - e^{2\nu\pi i\tau} \cdot e^{\pm 2\nu\pi i b_0}\right)^3}$$

oder:

$$c = a_0^{\frac{3}{2}} \cdot e^{-\frac{1}{4}\pi i \frac{b_0}{a_0}}, \tag{15}$$

wonach die Transformationsgleichung (13) übergeht in

$$\vartheta_\lambda(v,\tau) = a_0 \cdot e^{-\frac{1}{4}\pi i \frac{b_0}{a_0}} \cdot e^{\frac{1}{4}M\pi i} \cdot \vartheta_{\lambda_1}(v',\tau') \tag{16}$$

Zum Schluss ist es noch nöthig, aus der allgemeinen Transformationsformel die speciellen Ausdrücke für die einzelnen Klassen der linearen Transformation herzustellen.

Aus den Congruenzen

$$\left.\begin{aligned} g_{\lambda_1} &\equiv \quad b_1 g_\lambda - b_0 h_\lambda \\ h_{\lambda_1} &\equiv -a_1 g_\lambda + a_0 h_\lambda \end{aligned}\right\} \pmod 2$$

ist ersichtlich, dass zwei Systeme von Transformationszahlen, welche miteinander durch die Beziehungen verbunden sind:

$$\left.\begin{aligned} a_0 &\equiv \alpha_0 \\ a_1 &\equiv \alpha_1 \\ b_0 &\equiv \beta_0 \\ b_1 &\equiv \beta_1 \end{aligned}\right\} \pmod 2,$$

zu einem Index λ beide *denselben* Index λ_1 liefern werden, so dass also alle Systeme von Transformationszahlen, welche einander nach dem Modul 2 congruent sind, im wesentlichen dieselbe

Transformation geben. Mit Rücksicht darauf, dass in der Determinante

$$\begin{vmatrix} a_0 & b_0 \\ a_1 & b_1 \end{vmatrix} = 1$$

zwei derselben Horizontal- oder derselben Verticalreihe angehörige Zahlen relativ prim sein müssen, ergiebt sich, dass sämmtliche Transformationen in folgenden sechs Klassen enthalten sind:

	$a_0 \equiv$	$a_1 \equiv$	$b_0 \equiv$	$b_1 \equiv$
I.	1	0	0	1
II.	0	1	1	0
III.	1	1	0	1
IV.	1	1	1	0
V.	1	0	1	1
VI.	0	1	1	1

Man erhält somit aus der allgemeinen Transformationsformel (13), wenn $\frac{1}{4}M$ nach (9) für die einzelnen Functionen ausgerechnet wird, die folgende Zusammenstellung der sämmtlichen linearen Transformationen:

I.

$$a_0 \equiv 1, \quad a_1 \equiv 0, \quad b_0 \equiv 0, \quad b_1 \equiv 1 \pmod 2$$

$$g_{\lambda_1} \equiv g_\lambda, \quad h_{\lambda_1} \equiv h_\lambda \pmod 2$$

$$e^{a_1(a_0+a_1\tau)v'^2\pi i} \cdot \vartheta_0(v,\tau) = \frac{c}{\sqrt{a_0+a_1\tau}} \cdot e^{-\frac{1}{4}(a_0b_0-2a_0-2b_0+2)\pi i} \vartheta_0(v',\tau')$$

$$e^{a_1(a_0+a_1\tau)v'^2\pi i} \cdot \vartheta_1(v,\tau) = \frac{c}{\sqrt{a_0+a_1\tau}} \cdot \vartheta_1(v',\tau')$$

$$e^{a_1(a_0+a_1\tau)v'^2\pi i} \cdot \vartheta_2(v,\tau) = \frac{c}{\sqrt{a_0+a_1\tau}} \cdot e^{-\frac{1}{4}(a_1b_1-2b_1+2)\pi i} \cdot \vartheta_2(v',\tau')$$

$$e^{a_1(a_0+a_1\tau)v'^2\pi i} \cdot \vartheta_3(v,\tau) = \frac{c}{\sqrt{a_0+a_1\tau}} \cdot e^{-\frac{1}{4}(a_0b_0+a_1b_1-2(b_0+b_1-1))\pi i} \times \vartheta_3(v',\tau').$$

Der einfachste in dieser Klasse enthaltene Fall

$$a_0 = 1, \quad a_1 = 0, \quad b_0 = 0, \quad b_1 = 1$$

führt auf die identischen Functionen.

II.

$$a_0 \equiv 0, \quad a_1 \equiv 1, \quad b_0 \equiv 1, \quad b_1 \equiv 0 \pmod 2$$

$$g_{\lambda_1} \equiv h_\lambda, \quad h_{\lambda_1} \equiv g_\lambda \pmod 2$$

$$e^{a_1(a_0+a_1\tau)v'^2\pi i}\,\vartheta_0(v,\tau) = \frac{c}{\sqrt{a_0+a_1\tau}} \cdot e^{-\frac{1}{4}(a_0b_0-2b_0)\pi i}\,\vartheta_2(v',\tau')$$

$$e^{a_1(a_0+a_1\tau)v'^2\pi i}\,\vartheta_1(v,\tau) = \frac{c}{\sqrt{a_0+a_1\tau}} \cdot \vartheta_1(v',\tau')$$

$$e^{a_1(a_0+a_1\tau)v'^2\pi i}\,\vartheta_2(v,\tau) = \frac{c}{\sqrt{a_0+a_1\tau}} \cdot e^{-\frac{1}{4}(a_1b_1-2a_1-2b_1+4)\pi i}\,\vartheta_0(v',\tau')$$

$$e^{a_1(a_0+a_1\tau)v'^2\pi i}\,\vartheta_3(v,\tau) = \frac{c}{\sqrt{a_0+a_1\tau}} \cdot e^{-\frac{1}{4}\left(a_0b_0+a_1b_1-2(b_0+b_1-1)\right)\pi i} \times \vartheta_3(v',\tau').$$

Für den einfachsten Fall

$$a_0 = 0, \quad a_1 = -1, \quad b_0 = 1, \quad b_1 = 0$$

wird

$$\tau' = -\frac{1}{\tau}, \quad v' = -\frac{v}{\tau}, \quad \tau = -\frac{1}{\tau'}, \quad v = \frac{v'}{\tau'}$$

$$c = e^{-\frac{3}{4}\pi i}$$

$$e^{\tau v'^2\pi i}\,\vartheta_0(v,\tau) = \frac{e^{-\frac{3}{4}\pi i}}{\sqrt{\tau}}\,\vartheta_2(v',\tau')$$

$$e^{\tau v'^2\pi i}\,\vartheta_1(v,\tau) = \frac{e^{\frac{3}{4}\pi i}}{\sqrt{\tau}}\,\vartheta_1(v',\tau')$$

$$e^{\tau v'^2\pi i}\,\vartheta_2(v,\tau) = \frac{e^{-\frac{3}{4}\pi i}}{\sqrt{\tau}} \cdot \vartheta_0(v',\tau')$$

$$e^{\tau v'^3\pi i}\,\vartheta_3(v,\tau) = \frac{e^{-\frac{3}{4}\pi i}}{\sqrt{\tau}} \cdot \vartheta_3(v',\tau').$$

III.

$$a_0 \equiv 1, \quad a_1 \equiv 1, \quad b_0 \equiv 0, \quad b_1 \equiv 1 \pmod 2$$

$$g_{\lambda_1} \equiv g_\lambda, \quad h_{\lambda_1} \equiv g_\lambda + h_\lambda \pmod 2$$

$$e^{a_1(a_0+a_1\tau)v'^2\pi i}\,\vartheta_0(v,\tau) = \frac{c}{\sqrt{a_0+a_1\tau}} \cdot e^{-\frac{1}{4}\left(a_0b_0-2(a_0+b_0-1)\right)\pi i} \cdot \vartheta_0(v',\tau')$$

$$e^{a_1(a_0+a_1\tau)v'^2\pi i}\,\vartheta_1(v,\tau) = \frac{c}{\sqrt{a_0+a_1\tau}} \cdot \vartheta_1(v',\tau')$$

$$e^{a_1(a_0+a_1\tau)v'^2\pi i}\,\vartheta_2(v,\tau) = \frac{c}{\sqrt{a_0+a_1\tau}} \cdot e^{-\frac{1}{4}(a_1b_1-2b_1+2)\pi i}\,\vartheta_3(v',\tau')$$

$$e^{a_1(a_0+a_1\tau)v'^2\pi i}\,\vartheta_3(v,\tau) = \frac{c}{\sqrt{a_0+a_1\tau}} \times e^{-\frac{1}{4}\left(a_0b_0+a_1b_1+2a_1b_0-2(b_0+b_1-1)\right)\pi i} \cdot \vartheta_2(v',\tau').$$

Der einfachste Fall

$$a_0 = 1, \quad a_1 = 1, \quad b_0 = 0, \quad b_1 = 1$$

ergiebt

$$\tau' = \frac{\tau}{1+\tau}, \quad v' = \frac{v}{1+\tau}, \quad \tau = \frac{\tau'}{1-\tau'}, \quad v = \frac{v'}{1-\tau'}$$

$$c = e^{-\frac{3}{4}\pi i} *$$

$$e^{(1+\tau)v'^2\pi i}\,\vartheta_0(v,\tau) = \frac{e^{-\frac{3}{4}\pi i}}{\sqrt{1+\tau}} \cdot \vartheta_0(v',\tau')$$

$$e^{(1+\tau)v'^2\pi i}\,\vartheta_1(v,\tau) = \frac{e^{-\frac{3}{4}\pi i}}{\sqrt{1+\tau}} \cdot \vartheta_1(v',\tau')$$

---

* In diesem Fall ist $a_0 + b_1 = 2$. Die Transformation lässt sich in folgender Weise zerlegen:

$$\begin{vmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 1 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 1 \end{vmatrix} \cdot \begin{vmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{vmatrix}.$$

Die Constanten der beiden rechts stehenden Transformationen sind

$$c_3 = e^{-\frac{1}{2}\pi i}, \quad c_1 = e^{-\frac{1}{4}\pi i}.$$

Dann muss aber, wie leicht zu sehen ist,

$$c = c_3 \cdot c_1 = e^{-\frac{3}{4}\pi i}$$

sein.

$$e^{(1+\tau)v'^2\pi i}\,\vartheta_2(v,\tau) = \frac{e^{-\pi i}}{\sqrt{1+\tau}}\cdot\vartheta_3(v',\tau')$$

$$e^{(1+\tau)v'^2\pi i}\,\vartheta_3(v,\tau) = \frac{e^{-\pi i}}{\sqrt{1+\tau}}\cdot\vartheta_2(v',\tau')$$

IV.

$$a_0 \equiv 1,\quad a_1 \equiv 1,\quad b_0 \equiv 1,\quad b_1 \equiv 0 \pmod 2$$

$$g_{\lambda_1} \equiv h_\lambda,\quad h_{\lambda_1} \equiv g_\lambda + h_\lambda \pmod 2$$

$$e^{a_1(a_0+a_1\tau)v'^2\pi i}\cdot\vartheta_0(v,\tau) = \frac{c}{\sqrt{a_0+a_1\tau}}\cdot e^{-\frac{1}{4}(a_0b_0-2b_0)\pi i}\,\vartheta_3(v',\tau')$$

$$e^{a_1(a_0+a_1\tau)v'^2\pi i}\cdot\vartheta_1(v,\tau) = \frac{c}{\sqrt{a_0+a_1\tau}}\cdot\vartheta_1(v',\tau')$$

$$e^{a_1(a_0+a_1\tau)v'^2\pi i}\cdot\vartheta_2(v,\tau) = \frac{c}{\sqrt{a_0+a_1\tau}}\cdot e^{-\frac{1}{4}\left(a_1b_1-2(a_1+b_1)+4\right)\pi i} \times \vartheta_0(v',\tau')$$

$$e^{a_1(a_0+a_1\tau)v'^2\pi i}\cdot\vartheta_3(v,\tau) = \frac{c}{\sqrt{a_0+a_1\tau}} \times e^{-\frac{1}{4}\left(a_0b_0+2a_0b_1+a_1b_1-2(b_0+b_1)\right)\pi i}\cdot\vartheta_2(v',\tau').$$

Der einfachste Fall

$$a_0 = 1\quad a_1 = -1,\quad b_0 = 1,\quad b_1 = 0$$

liefert

$$\tau' = \frac{1}{1-\tau},\quad v' = \frac{v}{1-\tau},\quad \tau = \frac{\tau'-1}{\tau'},\quad v = \frac{v'}{\tau'}$$

$$c = e^{-\frac{1}{2}\pi i}$$

$$e^{-(1-\tau)v'^2\pi t}\,\vartheta_0(v,\tau) = \frac{e^{-\frac{1}{4}\pi i}}{\sqrt{1-\tau}}\cdot\vartheta_3(v',\tau')$$

$$e^{-(1-\tau)v'^2\pi i}\,\vartheta_1(v,\tau) = \frac{e^{-\frac{1}{2}\pi i}}{\sqrt{1-\tau}}\cdot\vartheta_1(v',\tau')$$

$$e^{-(1-\tau)v'^2\pi i}\,\vartheta_2(v,\tau) = \frac{1}{\sqrt{1-\tau}}\cdot\vartheta_0(v',\tau')$$

$$e^{-(1-\tau)v'^2\pi i}\,\vartheta_3(v,\tau) = \frac{e^{-\frac{1}{4}\pi i}}{\sqrt{1-\tau}}\cdot\vartheta_2(v',\tau').$$

V.

$$a_0 \equiv 1, \quad a_1 \equiv 0, \quad b_0 \equiv 1, \quad b_1 \equiv 1 \pmod 2$$
$$g_{\lambda_1} \equiv g_\lambda + h_\lambda, \quad h_{\lambda_1} \equiv h_\lambda \pmod 2$$

$$e^{a_1(a_0+a_1\tau)v'^2\pi i}\vartheta_0(v,\tau) = \frac{c}{\sqrt{a_0+a_1\tau}} \cdot e^{-\frac{1}{4}(a_0b_0-2b_0)\pi i}\vartheta_3(v',\tau')$$

$$e^{a_1(a_0+a_1\tau)v'^2\pi i}\vartheta_1(v,\tau) = \frac{c}{\sqrt{a_0+a_1\tau}} \cdot \vartheta_1(v',\tau')$$

$$e^{a_1(a_0+a_1\tau)v'^2\pi i}\vartheta_2(v,\tau) = \frac{c}{\sqrt{a_0+a_1\tau}} \cdot e^{-\frac{1}{4}(a_1b_1-2b_1+2)\pi i}\vartheta_2(v',\tau')$$

$$e^{a_1(a_0+a_1\tau)v'^2\pi i}\vartheta_3(v,\tau) = \frac{c}{\sqrt{a_0+a_1\tau}} \times e^{-\frac{1}{4}\left(a_0b_0+2a_0b_1+a_1b_1-2(a_0+a_1+b_0+b_1-1)\right)\pi i}\vartheta_0(v',\tau').$$

Im einfachsten Fall

$$a_0 = 1, \quad a_1 = 0, \quad b_0 = -1, \quad b_1 = 1$$

ist wegen $a_1 = 0$ die Formel (16) anzuwenden. Es wird

$$\tau' = \tau - 1, \quad v' = v, \quad \tau = \tau' + 1, \quad v = v$$
$$\vartheta_0(v,\tau) = \vartheta_3(v',\tau')$$
$$\vartheta_1(v,\tau) = e^{\frac{1}{4}\pi i}\vartheta_1(v',\tau')$$
$$\vartheta_2(v,\tau) = e^{\frac{1}{4}\pi i}\vartheta_2(v',\tau')$$
$$\vartheta_3(v,\tau) = \vartheta_0(v',\tau')$$

VI.

$$a_0 \equiv 0, \quad a_1 \equiv 1, \quad b_0 \equiv 1, \quad b_1 \equiv 1 \pmod 2$$
$$g_{\lambda_1} \equiv g_\lambda + h_\lambda, \quad h_{\lambda_1} \equiv g_\lambda \pmod 2$$

$$e^{a_1(a_0+a_1\tau)v'^2\pi i}\vartheta_0(v,\tau) = \frac{c}{\sqrt{a_0+a_1\tau}} \cdot e^{-\frac{1}{4}(a_0b_0-2b_0)\pi i} \cdot \vartheta_2(v',\tau')$$

$$e^{a_1(a_0+a_1\tau)v'^2\pi i}\vartheta_1(v,\tau) = \frac{c}{\sqrt{a_0+a_1\tau}} \cdot \vartheta_1(v',\tau')$$

$$e^{a_1(a_0+a_1\tau)v'^2\pi i}\vartheta_2(v,\tau) = \frac{c}{\sqrt{a_0+a_1\tau}} \cdot e^{-\frac{1}{4}(a_1b_1-2b_1+2)\pi i}\vartheta_3(v',\tau')$$

$$e^{a_1(a_0+a_1\tau)v'^2\pi i}\,\vartheta_3(v,\tau) = \frac{c}{\sqrt{a_0+a_1\tau}} \times e^{-\frac{1}{4}\left(a_0b_0+2a_0b_1+a_1b_1-2(a_0+a_1+b_0+b_1-1)\right)\pi i}\,\vartheta_0(v',\tau')$$

Im einfachsten Fall

$$a_0 = 0,\quad a_1 = 1,\quad b_0 = -1,\quad b_1 = 1$$

erhält man

$$\tau' = \frac{\tau-1}{\tau},\quad v' = \frac{v}{\tau},\quad \tau = \frac{1}{1-\tau'},\quad v = \frac{v'}{1-\tau'}$$

$$c = e^{-\frac{1}{2}\pi i}$$

$$e^{\tau v'^2\pi i}\,\vartheta_0(v,\tau) = \frac{e^{-\pi i}}{\sqrt{\tau}}\cdot\vartheta_2(v',\tau')$$

$$e^{\tau v'^2\pi i}\,\vartheta_1(v,\tau) = \frac{e^{-\frac{1}{2}\pi i}}{\sqrt{\tau}}\cdot\vartheta_1(v',\tau')$$

$$e^{\tau v'^2\pi i}\,\vartheta_2(v,\tau) = \frac{e^{-\frac{3}{4}\pi i}}{\sqrt{\tau}}\cdot\vartheta_3(v',\tau')$$

$$e^{\tau v'^2\pi i}\,\vartheta_3(v,\tau) = \frac{e^{-\frac{3}{4}\pi i}}{\sqrt{\tau}}\cdot\vartheta_0(v',\tau').$$

Die aufgestellten Transformationsformeln stimmen — abgesehen von dem constanten Factor, dessen Form, wie bereits bemerkt wurde, im allgemeinen eine Vergleichung nicht zulässt — mit den auf anderem Wege gefundenen Formeln völlig überein. Bei den für jede Klasse berechneten „einfachsten Fällen“ nimmt auch die Constante dieselben Werthe an, welche man aus den in GAUSS'schen Summen dargestellten Ausdrücken erhält.

5.

DIE CRUSTACEEN DES RETYEZÁT.

Von Dr. ZOLTÁN von SZILÁDY.

Vorgelegt der ung. Akademie in der Sitzung vom 19. November 1900.

Aus „Mathematikai és természettudományi Értesitö" (Mathematische und Naturwissenschaftliche Berichte) p. 371—394.

Die Direction der kgl. ungar. geologischen Anstalt, sowie der kgl. Sectionsgeologe, Herr Dr. FRANZ SCHAFARZIK ermöglichten es mir, im Sommer der Jahre 1898 und 1899 das Retyezátgebirge (Comitat Hunyad, Transsylvanische Alpen) in faunistischer und geologischer Hinsicht zu durchforschen. Indem ich meinen verbindlichsten Dank hiefür auch an dieser Stelle ausspreche, lege ich die ersten Resultate meiner diesbezüglichen Arbeit hiermit vor.

Zum Gegenstande einer eingehenden Untersuchung wählte ich zunächst die auf dem Retyezát und bezw. die in den Seen und Teichen derselben gesammelten *Crustaceen*. Es geschah dies nicht, als ob ich hinsichtlich des wissenschaftlichen Interesses einen Unterschied zwischen den Klassen des Thierreiches machen wollte, sondern weil ich während der relativ kurzen Excursion gerade bezüglich dieser Thiergruppe das reichste Material zu sammeln vermochte, dessen Ergebnisse auch eine Uebersicht über die Verbreitungs- und Lebensverhältnisse der vorkommenden Arten darbieten. Der Gegenstand ist nicht neu; allein ich bin der Ansicht, das Interesse desselben werde durch den Umstand nicht

beeinträchtigt, dass die vier grössten Teiche des Retyezát und die Umgebung derselben auch bereits durch Herrn Dr. EUGEN v. DADAY wiederholt durchforscht wurden.* Die Vergleichung der beiderseitigen Ergebnisse liefert einerseits den Beweis für die Variabilität der Fauna, anderseits aber erstreckt sich vorliegende Arbeit auf fast sämmtliche Teiche des Retyezát und bildet somit gleichsam eine Ergänzung der Forschungen DADAY's.

Ich kann jedoch auch die Mangelhaftigkeit meiner Forschung nicht verschweigen. Da mir nämlich dabei kein Kahn zur Verfügung stand, so war ich ausser Stande, von der Plankton- und Tiefseefauna Kenntniss zu erlangen. Hoffentlich wird ein künftiger, glücklicherer Forscher auch diesen Punkt nicht ausser Acht lassen; es steht sogar zu hoffen, dass in nicht allzu ferner Zeit ein Forscher in einem Observationsblockhaus an den Ufern der Alpenseen stationieren und das rege Leben jener winzigen Wesen von Stunde zu Stunde beobachten kann, dem der in schwachem Zelt campirende, mit Wind und Wetter, mit Schnee und Eis kämpfende Tourist nur Momente zu widmen vermag.

Die vorzüglichsten Hilfsmittel bei der Bearbeitung meines Gegenstandes waren die Abhandlungen von DADAY, DE GUERNE, HELLICH, RICHARD, SCHMEIL, STINGELIN und VAVRA, welche an geeigneter Stelle herangezogen werden.

Das gesammelte Material, welches die Grundlage der vorliegenden Arbeit bildet, habe ich dem Ungarischen Nationalmuseum überlassen. Ebenda führte ich auch die Untersuchungen aus, zu welchem Zwecke Herr Dr. EUGEN v. DADAY, Museal-Custos und Docent an der Universität Budapest, mir die literarischen Behelfe freundlichst zur Verfügung stellte. Hiefür, sowie für seine gefällige Unterweisung sage ich ihm hiermit besten Dank.

---

* DADAY: A magyarországi tavak halainak természetes tápláléka. Budapest 1897. DADAY: Adatok a Retyezát tavai crustacea-faunájának ismeretéhez. Természetrajzi Füzetek 1883.

I. Ordnung: Copepoda.

I. Familie: Cyclopidae.

1. *Cyclops serrulatus.* Fisch.

Die gemeinste Cyclopsart des Retyezát, welche an zehn verschiedenen Stellen in mein Netz geriet, ihre höchste Station ist bei 2100 m.; übrigens in ganz Ungarn überall gemein.

2. *Cyclops vernalis.* Fisch.

Ich fand diese Art an zwei Stellen, und zwar in den Tümpeln des Galbinathals und im kleineren Teiche der Pelaga-Alpe. Dieselbe scheint dem *Cyclops strenuus* Platz zu machen, denn in den Teichen Zseminye, Fekete, Zenoga und Bukura, worin sie Daday noch gesammelt hat, fand ich sie nicht mehr vor. Sie ist eine häufige Art der Tátrateiche, und ihre vertikale Verbreitung erreicht somit die annähernde Höhe von 2000 m.

3. *Cyclops affinis* Sars.

Diese Art lebt an mehreren Orten des siebenbürgischen Landestheils von Ungarn; auf dem Retyezát fand ich sie jedoch nur in einem Tümpel des Buta Mic genannten Circusthals in 1600 m Seehöhe, und zwar in reifen männlichen und weiblichen Exemplaren.

4. *Cyclops strenuus* Fisch.

Durch das charakteristische fünfte Fusspaar und die Behaarung der Furca ist diese Art leicht zu erkennen und stimmt mit den vorzüglichen Abbildungen Schmeil's vollständig überein. Ich fand sie in vier grösseren Teichen, meist an Stellen über 2000 m. Auch in der Tátra gemein.

Cyclops sp. indet.

In mehreren Teichen fand ich ferner unreife Exemplare einer *Cyclops*art, welche wahrscheinlich einer der obigen Arten, etwa dem *Cyclops strenuus*, angehören.

II. Familie: Harpacticidae.

5. *Canthocamptus staphylinus* JUR.

In bedeutender Anzahl fand ich diese Art in mehreren Teichen des Zseminyethales, im Zenogasee aber, wo DADAY im Jahre 1883 noch einige fand, lebt sie heute nicht mehr. Kommt an verschiedenen Orten Ungarns, so auch in der Tátra vor; ich sammelte sie über 2000 m.

III. Familie: Calanidae.

6. *Diaptomus bacillifer* KÖLB.

Diese interessante Art wurde auf dem Retyezát, und zwar in dem Feketeteich, schon von DADAY beobachtet und dort, sowie in dem kleineren Teiche der Pelagagruppe fand auch ich sie in zahlreichen Exemplaren. Ihr Merkmal ist der stäbchenförmige Fortsatz am dritten Endgliede der rechten Antenne des Männchens, welcher seiner Länge und Form nach etwas variiert. KÖLBEL beschreibt diese Art nach Exemplaren aus dem Balatonsee* und DADAY fand sie in mehreren Pusztenteichen, sie kommt aber auch in den Seen der Tátra, Sibiriens und der Alpen vor; in Briançon sammelte sie BLANCHARD in 2400 m Seehöhe. Zufolge der Güte des Herrn RICHARD hatte ich Gelegenheit, die mir vorliegenden Alpenexemplare mit unseren Pusztenthieren zu vergleichen, fand jedoch keinen wesentlichen Unterschied zwischen denselben. Es ist indessen zu bemerken, dass ich unter den Exemplaren aller Fundorte Weibchen fand, welche eine auswärts gebogene und zugleich nur am äusseren, und nicht — wie sonst — auch am inneren Rande gezähnte Endkralle am Exopodit des fünften Fusspaares aufwiesen. Es giebt aber auch Uebergangsformen, welche ganz gerade, beiderseits gezähnte Endkrallen besitzen. Fraglich ist es, ob diese Verschiedenheit in einem, und zwar in welchem Zusammenhang mit den Functionen des Geschlechtslebens steht.

* KÖLBEL: Carcinologisches. Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wiss. in Wien 1884.

7. *Diaptomus tatricus* WIERZ.

WIERZEJSKY beschrieb dies Thier auf Grund der in den Tátraseen gefundenen Exemplare als neue Art.* Auf dem Retyezát fand sie schon DADAY und er hat auch ihre ausführliche Beschreibung geboten (Természetrajzi Füzetek 1890). Ist als die gemeinste Crustacee des Retyezát zu bezeichnen; ich fand sie an 13 Stellen von 1850 bis 2200 m., in Pfützen sowie in Teichen und Torflachen. Abweichungen von den bekannten Charakteren beobachtete ich nicht. Zu bemerken ist, dass ich am fünften Fusspaare des Weibchens stets einen eingliedrigen Innenast (Entopodit) sah, welcher am Ende mit zwei kleinen Borsten und einem feinen, hyalinen Wimperkranz bewehrt war.

Leicht zu unterscheiden sind die entwickelten Weibchen, bei welchen die dorsolateralen Theile des letzten Thoraxsegments sich in zwei birnenförmige divergierende Fortsätze abschnüren, welche die aus den ventrolateralen Theilen verbliebenen Seitenhöcker beinahe bedecken. Die Dorsalfortsätze tragen zwei Dornen, einen am Gipfel, den andern einwärts, gegenüber dem entsprechenden postabdominalen Dorn. Die physiologische Bedeutung dieser Organe kenne ich nicht; da sie stets nur an reifen Exemplaren auftreten, könnte man sie als secundäre Geschlechtsmerkmale auffassen.

II. Ordnung: Ostracoda.

I. Familie: Cypridae.

8. *Cypria ophthalmica* JUR.

Diese Art determinierte ich nach der Beschreibung von VAVRA (Monographie der Ostracoden Böhmens 1891), mit der sie völlig übereinstimmt. Auf dem Untergrunde zweier kleinerer Pfützen und des Feketeteiches fand ich sie, und letztere Stelle (2014 m) ist nach den vorliegenden Daten ihr höchster Fundort in Ungarn.

* Die Uebersetzung der russischen Beschreibung ist enthalten in: „Révision des Calanides d'eau douce" von DE GUERNE et RICHARD. (Mém. de la Soc. Zool. de France 1889.)

9. *Eucypris conchacea* Jur.

Nach der „Monographie der Ostracoden Böhmens“ von Venzel Vavra kann man diese Art nur als *Cypris incongruens* determinieren, obgleich sie sich von derselben wesentlich unterscheidet; so hat sie eine andere Furcabehaarung und durchaus nicht „incongruente“ Schalen. Aus diesem Grunde verwende ich obigen Namen, welchen Daday mir mittheilte nach der neuen Arteneintheilung, die sich in seinem eben erschienenen Werke befindet. Es ist nicht ohne Interesse, dass ich diese Art, welche kein Hochgebirgsbewohner ist, auf der Hauptthallinie des Retyezát in einer Strassenpfütze am Nagyvizbache (Riu Mare), als Gast in der Gesellschaft von *Moina brachiata* vorfand.

III. Ordnung: Phyllopoda.

I. Familie: Lynceidae.

10. *Chydorus globosus* Baird.

Die retyezáter Exemplare sind durch die feine Bewimperung der Seiten des Postabdomens charakterisiert, welche an der Gegend des Analhöckers am auffallendsten erscheint. Diesen Umstand erwähnen die Autoren nicht. Ich fand sie selten in Gesellschaft von *Chydorus sphaericus*.

11. *Chydorus sphaericus* O. F. Müll.

Eine der gemeinsten Arten. Auf ihren Schwanzkrallen sah ich in den meisten Fällen mindestens eine feine Strichelung, was Hellich als Hauptmerkmal von *Chydorus punctatus* auffasst*; Stingelin nimmt dies jedoch als gewöhnliche Eigenschaft des *sphaericus* in Text und Bild an.** Stingelin schildert in genauen Messungen die Formveränderungen dieser Art von der Kugelform bis zur ovalen (die bei Hellich schon *Chydorus globosus* wäre). Er fand sogar unter den Jungen die *Chydorus coelatus* genannte Formvarietät. All dies führte mich zu der Folge-

* Die Cladoceren Böhmens 1886.

** Die Cladoceren der Umgebung von Basel. Revue Suisse de Zoolog. 1895.

rung, dass *Chydorus coelatus* eine unsichere Art sei und *Chydorus sphaericus* sich durch Formvariationen an *Chydorus globosus* anschliesse. Eine solche Uebergangsform ist möglicherweise *Chydorus punctatus* HELL. Die Frage hinsichtlich dieser schwer zu unterscheidenden Arten wäre natürlich nur durch eingehende Vergleichung der Originalexemplare mit den Daten eines umfassenderen Gebietes zu lösen.

12. *Alona affinis* LEYD.

Eine gemeine Art, die auf dem Retyezát auch in den höchstgelegenen Gewässern vorkommt (2100 m) und auch in der Tátra häufig ist; ich sammelte sie an acht Punkten meines Gebietes. Die beste Abbildung (Postabdomen) enthält das obengenannte Werk STINGELIN's. *Alona oblonga*, welche DADAY im Feketeteiche fand, kann von dieser Art nur durch die Form des Postabdomens etwas abweichen. Dies ist jedoch ein so transitorischer Unterschied, dass ich diese kaum abweichenden Exemplare mit Berufung auf HELLICH („Die Cladoceren Böhmens" 1886) nicht als selbständige Art betrachten kann.

13. *Alona intermedia* SARS (Fig. 1 und 2).

Diese Art bezeichnete DADAY auf Grund der guten Abbildung und Diagnose, die sich in MÜLLER's „Danmarks Cladocera" befinden, — mit dem Namen *Alona guttata*. Später rectificiert MÜLLER („Naturhistorisk Tidsskrift" 1868/69, p. 355) die aus Irrthum vor die richtige Diagnose geratene Bezeichnung *„guttata"* auf *„intermedia"*, und aus diesem Grunde habe ich auch DADAY's Angabe abgeändert. SARS giebt eine recht mangelhafte Beschreibung dieser Art, demzufolge die Forscher unter diesem Namen verschiedene, irgend differierende Formen vereinigt zu haben scheinen. Bei HELLICH's und STINGELIN's *intermedia* ist der Pigmentfleck bedeutend grösser als das Auge, im Gegensatze zu den MÜLLER'schen und retyezáter Exem-

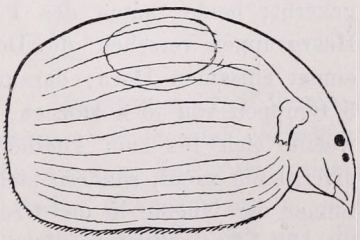


Fig. 1.

plaren. MÜLLER's Abbildungen zeigen jedoch eine rhombische Reticulierung der Schale mit concavem Bauchrande, während STINGELIN eine ausgesprochene Längsstreifung und einen welligen Ventralrand erwähnt.

Auf dem Retyezát fand ich die Weibchen dieser Art in dem kleinen Teiche oberhalb der Papusa-Stina* (1870 m) und in einem kleinen Tümpel bei der Buta-Stina. Meine Angaben sind nicht genügend, um den Nachweis zu führen, dass meine Exemplare von *Alona intermedia* wesentlich verschieden seien, d. i. dass die von mir beobachteten feineren Details bei ausländischen Thieren fehlen; ich fasse daher hier bloss die wichtigeren Merkmale zusammen:

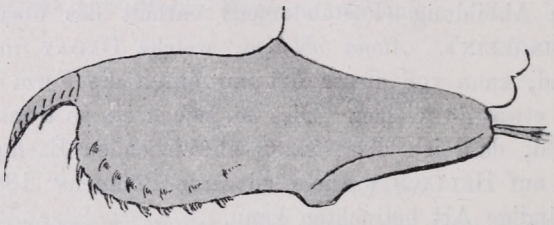


Fig. 2.

1. Körper kurz, eiförmig, mit gerundetem hintern und etwas concavem, ventralen Rand.

2. Schale mit 13 scharfen Furchen gestreift.

3. Pigmentfleck rundlich, kleiner als das Auge.

4. Postabdomen am Ende abgerundet; Endkralle schwach gekerbt; beide Seiten des Postabdomens mit einer Reihe von Haargruppen versehen; die Dornreihe der Analkante beginnt mit einem einsamen Dorn; darauf folgen 3—4 doppelte und 2 bis 3 Gruppen von je 3 Dornen, dann mehrere kleine Dorngruppen, welche sich bis zum Analhöcker fortsetzen. Diese Randdornen divergieren nicht, sondern stehen parallel und der erste Dorn ist immer der längste in der Gruppe (Fig. 2).

5. Länge: 0,48 mm.

---

* Stina = Hirtenhütte.

II. Familie: Daphniidae.

14. *Moina brachiata* JUR.

Nahe dem Riu Mare oder Nagyvizbache fand ich diese Art in der erwähnten Regenpfütze in Gesellschaft von *Eucypris concha-cea;* in Folge dessen zähle ich sie nur als Hospesart zu der Fauna des Retyezát.

15. *Daphnia alpina* DADAY (Fig. 3—6).

Bisher nur vom Retyezát bekannte Art, welche DADAY nur in weiblichen Exemplaren in einer Pfütze fand. Auf Grund der kurzen lateinischen Diagnose in DADAY's „Monographie der unga-

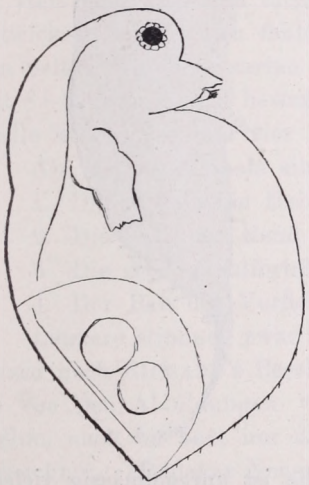


Fig. 3.

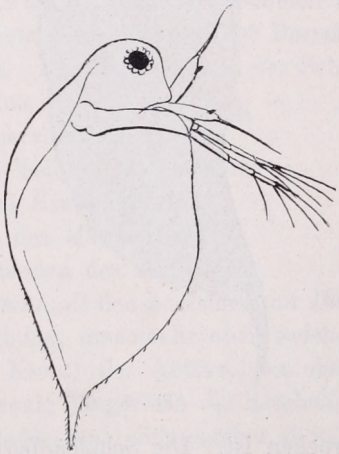


Fig. 4.

rischen Cladoceren" beschreiben sie C. L. HERRICH und C. H. TURNER in ihrer „Synopsis of the Entomostraca of Minnesota" als selbstständige Art, wogegen RICHARD sie nur für eine Formvarietät hält und sie zu *Daphnia obtusa* stellt. Nachdem ich in den Torfpfützen des Nechis- und Giudelethalhauptes nicht nur die ephippientragenden Weibchen, sondern auch Männchen beobachtete und diese von dem Männchen von *Daphnia obtusa* abweichend fand, kann ich die Artberechtigung von *Daphnia alpina* DADAY bestätigen.

Die Beschreibung meiner Exemplare ist folgende:

Länge: ♀ = 1,5—2,1 mm; ♂ = 0,8—1,0 mm.

Des Weibchens Kopf ist breit und erreicht $^1/_4$ der Körperlänge; die Stirn ist abgerundet, an der Vorderkante tief, eckig ausgeschnitten; der Schnabel spitzig. (Fig. 3.) Der Fornix ist gut ausgebildet und verliert sich erst vor dem Auge. Die Schale ist breit, ihr Stachel fehlt gänzlich, sie endet in einem etwas dorsal liegenden stumpfen Winkel, während der Stachel der *obtusa* sogar auf dem Ephippium verbleibt, — wenn er nicht etwa ab-

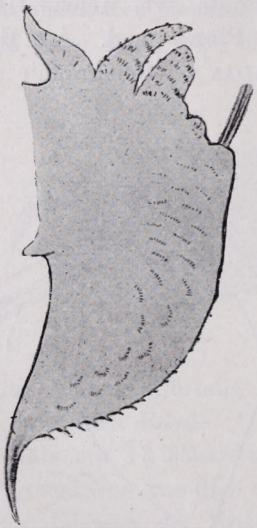


Fig. 5.



Fig. 6.

gebrochen ist. Die Schalenoberfläche ist unregelmässig vieleckig reticuliert. Die Darmcoeca sind kurz und gerade. Der erste Abdominalfortsatz hat nur am Ende einige Borsten, der zweite und der dritte sind stark entwickelt und mit Borstengruppen besetzt, sowie auch die Seiten des Postabdomens. Das Postabdomen trägt meist 14 Randzähne und auf der Schwanzkralle einen elfdornigen Hauptkamm und einen Nebenkamm (Fig. 5). Dagegen ist beim Weibchen von *obtusa* der erste Abdominalfortsatz der längste und nur am Ende mit Stacheln bewehrt, der dritte breit, halbrund, das Postabdomen aber hat 11 Saumzähne und einen Kamm von 8 Dornen auf der Schwanzkralle.

Das Männchen hat einen runden Kopf und eine etwas concave Stirn (Fig. 4). Die Dorsalkante ist hinter dem Kopfe stark buckelig, wodurch das Thier eine charakteristische rhombische Gestalt erhält. Der Schalenstachel ist kurz, gerade und steht in der Mittellinie und ist wie das hintere Drittel der Schalenkante mit zerstreuten Dornen gesäumt. Die Schalenoberfläche hat eine unregelmässig polygonische Gitterung. Das erste Antennenpaar ist so lang, wie das zweite ohne Schwimmborsten; das Basalglied ist gebogen, cylindrisch, an der Innenseite vor dem Ende mit einem Riechstäbchenpinsel, auf der Aussenseite mit einer feinen Borste versehen; das Flagellum ist gebogen und so lang wie das Basalglied. Der erste Fortsatz des Abdomens ist stets sehr lang und dicht behaart, der zweite kahl und kaum entwickelt, die übrigen fehlen (Fig. 6). Das Postabdomen ist an den Seiten mit einer zarten Borstenreihe und auf der Dorsalkante mit 8—9 Saumzähnen bewaffnet. Der Doppelkamm der Schwanzkralle besitzt zweimal vier Zähne.

Als Hauptmerkmale sind hervorzuheben:

1. Der auffallende Habitus beider Geschlechter.
2. Die Zahl der Rand- und Krallenzähne.
3. Die Abdominalfortsätze des Männchens.
4. Der Bau der Vorderantennen des Männchens.

Letztere stimmen zwar überein mit den Antennen der *Daphnia obtusa* nach RICHARD's Beschreibung, umsomehr aber weichen sie ab von den Abbildungen von KURZ, des Autors, der das Flagellum auch im Text nur als wenig länger als die Riechstäbchen bezeichnet. (Dodekas Neuer Cladoceren. Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wiss. Wien. 1875.)

16. *Daphnia obtusa* KURZ.

In einigen Lehmpfützen fand ich die Weibchen dieser Art. Neben *obtusa* stellt DADAY in der Fauna des Retyezát auch eine neue Art auf, nämlich *Daphnia brevispina**, in deren Beschreibung ich jedoch keinen artbestimmenden Unterschied fand, weshalb ich, der Auffassung RICHARD's mich anschliessend, dieselbe mit

* A magyarországi cladocerák magánrajza. 1888.

Daphnia obtusa für identisch betrachte. Der Schalenstachel der eiertragenden Weibchen steht immer in der Mittellinie und verbleibt häufig auf dem Ephippium. Am Hauptkamme zählte ich 7, am Postabdomenrand meist 11 Zähne. Diese Art lebt auch in der Tátra und der „Tengerszem"teich ist zugleich ihr höchster Fundort in Ungarn (1550 m).

17. *Daphnia longispina var. Leydigi* HELL.

Gemeines Thier der glacialen Hochgebirgsseen (1900—2200 m). Ich zähle sie — nach RICHARD* — zu jenen *Daphnia*-Arten ohne Nebenkamm, welche DADAY in seinen Arbeiten über die Fauna des Retyezát unter dem Namen *Daphnia longispina* und *Daphnia lacustris* erwähnte. Von der letzteren sagt nämlich RICHARD*, dass unter diesem Namen in der Literatur meistens irgend eine Varietät von *Daphnia longispina* figuriere. Die Merkmale der ursprünglich von SARS und RICHARD beschriebenen *Daphnia lacustris* fehlen den retyezáter Exemplaren in der That. Für eine selbständige Art betrachte ich jedoch zufolge auffallender Unterschiede *Daphnia Zschokkei* (siehe 18.), die RICHARD zu den Varietäten von *Daphnia longispina* stellt. In solchen Fällen ist die Aufstellung von Varietäten nicht motiviert und schon im Interesse der einfacheren Benennung zu vermeiden.

Um mit der rectificierten Benennung keine Verwirrung zu verursachen, beschreibe ich kurz die von mir gesammelten Thiere.

Die constante Eigenthümlichkeit derselben ist der Bau des Abdomens, hinsichtlich dessen nur bei den Exemplaren aus dem Zseminyeteiche einige Abweichung vorkam (ein kürzerer erster Abdominalfortsatz). Das Abdomen trägt drei entwickelte Fortsätze, deren zwei erstere lang und an der Basis mit einander verwachsen sind (der zweite ist etwas kürzer und hat zurückgebogene Dörnchen am Ende), der dritte ist halbkreisförmig. Alle drei sind beinahe kahl. An den Seiten des Postabdomens sind feine Härchengruppen zerstreut, welche in 2—3, mit einander beinahe parallelen Reihen über die Randzähne (10—14, in der Regel 12) hinlaufen. Die letzten Randzähne scheiden sich oft in

* Revision des Cladoceres. Ann. d. Sciences Nat. 1896.

zwei- oder dreizähnigen Kämmchen. Die Schwanzkralle ist sichelförmig und fein, regelmässig bewimpert.

Ich selbst fand nur Weibchen; die reifen sind 2,0—2,2 mm lang, den kurzen Schalenstachel nicht gerechnet. Ihre Form ist veränderlich und zwar meinen Erfahrungen nach im Verhältniss mit der Grösse; derlei variierende Formen sind somit wahrscheinlich nicht Varietäten, sondern nur einander folgende Generationen. Diese Frage harrt jedenfalls einer physiologischen Erklärung und bis dahin giebt auch die RICHARD'sche Zusammenfassung der in der Literatur vorkommenden Beschreibungen keine Aufklärung.

18. *Daphnia Zschokkei* STINGELIN (Fig. 7).

Unter den RICHARD'schen Varietäten der vorigen Art wäre diese am besten charakterisiert; deshalb, sowie wegen ihrer specialen Verbreitung ist es zweckmässiger, sie als selbständige Art zu betrachten. STINGELIN* entdeckte sie auf dem Grand Saint Bernard (2600 m), und seitdem wurde sie nur in Finnland und Norwegen gefunden; ich halte es daher für nothwendig, die ungarischen Exemplare des bisher selten erscheinenden Thieres zu beschreiben.

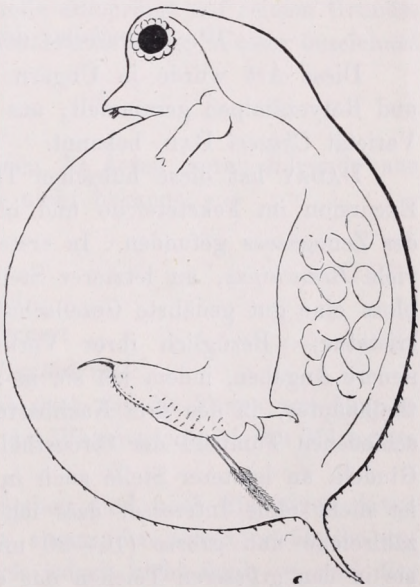


Fig. 7.

Die Hauptmerkmale derselben sind:

1. Die harten, sepiabraunen Schalen, deren Form (vom Kopfe abgesehen) einem regelmässigen Kreise sehr nahe kommt.

2. Der kurze, nach hinten gebogene Schalenstachel.

3. Der breite Kopf mit concaver Stirnlinie, der spitzige Schnabel und

* Zwei neue Cladoceren. Verh. d. Natf. Ges. Basel 1897.

4. Die grosse Zahl der Sommereier (20—25).
5. Länge: 2,0—2,5 mm.

Stimmt übrigens mit *var. Leydigi* ziemlich gut überein. An manchen Exemplaren war auch ein schwacher Nebenkamm zu erkennen; die letzten Randzähne sind auch bei diesen zuweilen doppelt oder dreifach.

Diese charakteristischen Alpenthiere fand ich auf dem Retyezát ausschliesslich in den höchstgelegenen kleinen Gewässern mit steinigem, seichten Boden, welche im Winter einfrieren. Diese Teiche liegen unter dem Bukuragipfel und zwar auf dessen westlicher und nordöstlicher Seite in 2100—2200 m Seehöhe. Diese Art ist für die ungarische Fauna eine interessante Bereicherung.

III. Familie: Branchipodidae.

19. *Branchipus diaphanus* PREV.

Diese Art wurde in Ungarn bisher nur auf den Bucsecs- und Retyezátalpen gesammelt; aus dem Comitat Zemplén ist die Varietät *Chyzeri* DAD. bekannt.

DADAY hat diese hübschen Thierchen auf seiner retyezáter Excursion im Feketeteiche und in einem Tümpel in der Nähe des Zenogasees gefunden. In ersterem giebt es auch jetzt noch viele *Branchipus*, an letzterer Stelle aber fand ich statt dieser bloss eine gut genährte Gesellschaft von Wassermolchen (Triton cristatus). Bezüglich ihrer Verbreitung erlangte ich manche neuere Angaben, indem ich sie in mehreren Teichen des Dobrunthalhauptes, in den drei Nachbarteichen des Bukarasees, in verschiedenen Tümpeln der Circusthäler Borescu, Vurvu Petri und Giudele, an letzterer Stelle auch in einem Torftümpel antraf. Es ist nicht ohne Interesse, dass ich in den zeitweiligen Tümpeln zahlreiche und grosse (16—20 mm) Exemplare fand, während sie in den grösseren Teichen nur einzeln umherschwammen oder sehr klein (5—10 mm) waren, wie z. B. in dem kleinen Teiche oberhalb des Bukarasees und im Feketeteiche. Aus dem Zenoga-, Bukara- und Zseminyesee wurden sie von den Fischen ausgerottet. Die von mir beobachteten Fundorte haben eine Lage von 1850 bis 2100 m Seehöhe. Mit Rücksicht auf die vor 16 Jahren

herstammenden Daten DADAY's können wir diese Thierchen von prachtvoller Farbentracht als beständige Bewohner des Retyezát betrachten, obwohl das Abnehmen ihrer Anzahl bei meiner zweiten Excursion an mehreren Stellen constatiert werden konnte.

IV. Ordnung: Amphipoda.

I. Familie: Gammaridae.

20. *Gammarus pulex* DE GEER.

Der Flohkrebs ist der einzige Entomostrake der retyezáter Bäche; an einer Stelle fand ich ihn jedoch in einem Teiche. Dieser, der Doppelteich im Centralbecken der Borescugruppe, wird von einer kleinen, langsam abfliessenden Wasserader durchzogen, und auch eine kalte Quelle entspringt auf seinem Grunde; derselbe kann also nicht als absolut stehendes Wasser bezeichnet werden.

* * *

Von den hier beschriebenen 20 Arten waren folgende aus der Fauna des Retyezát bisher nicht bekannt:

Cyclops affinis
Eucypris conchacea
Moina brachiata und
Gammarus pulex, ferner:

Daphnia longispina var. Leydigi und
Daphnia Zschokkei, welche auch für die Fauna von Ungarn neu sind; schliesslich neu für die Wissenschaft ist das Männchen von *Daphnia alpina*.

Zur Ergänzung dieser Angaben sind noch diejenigen Arten zu verzeichnen, welche DADAY ausser den schon erwähnten auf dem Retyezát sammelte, die ich jedoch nicht fand; es sind dies folgende:

1. *Cyclops alpestris* DADAY, wovon einige Weibchen im Zenogasee gefunden wurden.

2. *Cyclops nivalis* DADAY, welche SCHMEIL mit *Cyclops strenuus* für identisch hält. Die Originalexemplare sah ich nicht, nachdem ich jedoch *Cyclops strenuus* in mehreren Teichen fand,

halte ich es für möglich, dass unter diesem Namen abnormale Exemplare jener Art mit 10-gliederigen Antennen beschrieben wurden.

3. *Canthocamptus ornatus* DADAY.

(Diese drei Arten wurden bisher nirgends anderswo gefunden.)

4. *Canthocamptus echinatus* MRZ., nach DADAY aus dem Bukurasee.

5. *Alona Leydigi* SCHÖDL., von welchen DADAY einige Exemplare im Zseminyeteiche fand.

6. *Camptocercus Lilljeborgi* SCHÖDL., von welchen DADAY einige leere Schalen im Zseminyeteiche fand.

7. *Daphnia Schäfferi* BAIRD., von welchen DADAY Exemplare im Zseminyeteiche sammelte.

8. *Daphnia caudata* SARS., nach DADAY im Zenogasee.

Besonders interessant sind ferner:

9. *Cyclops viridis* JUR.
10. *Cypris ornata* O. F. MÜLL.
11. *Daphnia pellucida* O. F. MÜLL.
12. *Daphnia psittacea* BAIRD.

Diese spielten als Bewohner von Regenpfützen bloss eine ephemere Rolle auf dem Retyezát (Pelcsinye), und ganz natürlich fand ich sie während meines dortigen Aufenthalts nicht mehr vor. Hierzu zähle ich jene Arten DADAY's nicht, welche in meinen Angaben unter einem andern Namen stehen.

(Alona guttata = Alona intermedia,
Alona oblonga = Alona affinis,
Daphnia brevispina = Daphnia obtusa,
Cyclops agilis = Cyclops serrulatus,
Diaptomus castor = Diaptomus tatricus.)

* * *

Die hier verzeichneten Thierarten bevölkern die grösseren und kleineren stehenden Gewässer des Retyezát, mit Ausnahme von *Gammarus pulex*, welcher nur in denjenigen Seen gedeiht, welche von einem Bache durchflossen werden.

Diese stehenden Gewässer nun habe ich auf Grund eingehender Untersuchung nach vier geographischen Typen gruppiert und mit

Ueberraschung wahrgenommen, dass jede dieser Typen ihre eigenen Arten besitzt. Aus der beigegebenen tabellarischen Zusammenstellung der Daten nach dem Vorkommen in den einzelnen Seen wird es nämlich ersichtlich, dass *das Erscheinen der Crustaceenarten mit der physikalischen Beschaffenheit des betreffenden Wassers in engem Zusammenhange steht.*

Zum Beweis dessen seien die Verhältnisse der durchforschten Gewässer nach den erwähnten vier Kategorien hier kurz skizziert.

1. Gleichwie in den lehmigen Niederungen entstehen auch in den breiteren Thälern des Gebirges nach einem Regen hier und da *Pfützen voll trüben Wassers*, welche nach einigen Tagen wieder austrocknen. Diese Pfützen werden zuweilen in unglaublich kurzer Zeit belebt infolge der Keime, welche Wind oder Sturm vorher hingefegt hatten. In dem Thale des Nagyviz gerieth ich einmal in 635 m Höhe und circa 7 Kilometer von der Thalmündung entfernt an eine solche Pfütze, in welcher *Eucypris conchacea* und *Moina brachiata* förmlich wimmelten; es sind beide häufige Arten, welche nur zufällig in das Hochgebirge gelangt sein konnten, wo sie bisher noch nicht angetroffen wurden. Nach Verlauf eines Monats aber fand ich die Stelle wieder eingetrocknet. Bei Pelcsinye fand DADAY auf einem flachen Bergrücken ein ähnliches Wasser, worin die obenerwähnten Arten *Cyclops viridis*, *Eucypris ornata*, *Daphnia pellucida* und *psittacea* vorkamen.

Derlei zufällig in die von Nord nach Süd verlaufenden Hauptthäler gerathene Arten sind jedoch *ebensowenig ständige Bewohner* der Alpen, wie die durchziehenden Wandervögel. Wenn ihr Heim, die kleine Pfütze, nicht vertrocknet, so fegt der nächste Gussregen diese winzigen Kämpfer ums Dasein von hinnen. Nachdem die betreffenden Stellen gegen Norden liegen und der breite, wolkenbrechende Höhenzug dieselben gegen die Südwinde abschliesst, so kann ihre Fauna offenbar nur aus dem Hátszeger Becken herstammen.

2. Eine höhere Lage (1600—1900 m) haben jene kleineren Wasserspiegel, welche stellenweise die Matten der Hochplateaus beleben. Dieselben entstehen zumeist in Vertiefungen, welche ursprünglich Seitenmulden eines Gletscherzuges bildeten, nun aber

durch die Sedimente der Gewässer bereits nahezu ausgefüllt sind; *ihr Grund ist daher stets lehmig.* Sie bieten die günstigsten Lebensbedingungen, und ich fand darin die *meisten Thiere* (zehn Arten). Ein solcher Tümpel bei Buta-Stina war mit grasartigen Pflanzen bewachsen, wogegen der im Barasculthale, sowie der Papusateich von kleinen Algen ganz geröthet erschien; oberhalb des Galbinabaches aber liegen 5—6 solcher Tümpel an der Kante des nördlichen Abhanges. Von den Bewohnern derselben hebe ich *Cyclops affinis*, *Alona intermedia* und *Daphnia obtusa* hervor, welche Arten ich in anderweitigen Wässern nicht antraf. Es ist jedoch zu bemerken, dass man es hier wahrscheinlich abermals mit einer Einwanderung zu thun hat, indem die nördlich des wasserscheidenden Bergkammes Stenuletye-Drechsan nirgends anzutreffenden zwei Arten: *Alona intermedia* und *Cyclops affinis* sicherlich aus dem Thale der Román-Zsil in den bei Buta Stina befindlichen Tümpel zeitweiligen Charakters gelangten, die eine Art, *Alona intermedia*, sogar noch höher, d. i. in den auf einem 1600 m hohen Bergrücken liegenden Papusateich. Dieselben sind somit wohl mit Recht zu den Hospesarten zu zählen und der Buta- und Papusatümpel sind ihre höchstgelegenen Fundorte in Ungarn.

3. Während die vorigen beiden Typen zur subalpinen Region gehören, sind die zwei anderen, die Torfmoore und Hochgebirgsseen auf die eigentliche alpine Region beschränkt und überschreiten die Schneegrenze der Eiszeit nicht, welche hier, im Hinblick auf die untersten Moränen, durchschnittlich mit 1900 m anzunehmen ist.

Die zwischen den Abzweigungen des Bergrückens gelegenen breiten, runden Thalmulden waren dereinst Firnsammelmulden, aus welchen kurze Eiskarren in die Thäler hinabreichten. Das Zurückziehen derselben bezeichnen jene Endmoränen, welche als Reihen von transversalen Steindämmen die Wasseradern zu Hochgebirgsseen (ungarisch „tengerszem“ = Meerauge) anschwellen lassen. Ebenso sind an den Stellen der Gletscherhobelung jene Torflager entstanden, deren Risse hier und da mit Wasser ausgefüllt sind.

In diesen *Wässern mit Torfgrund* können nicht alle Arten

existieren; ich fand darin bloss die gemeinen Arten *Branchipus diaphanus* und *Diaptomus tatricus* ausser der charakteristischen *Daphnia alpina*, welche ich hingegen ausschliesslich nur in den Torfmooren des Giudele- und Nechisthales zu sammeln vermochte. In einigen Wässern ähnlicher Art, welche von einer schwachen, kleinen Wasserader durchflossen werden, fand ich jedoch kein einziges Thier.

4. Die meisten Teiche aber sind in Vertiefungen *glacialen Ursprungs mit Felsengrund* situiert. Sie liegen insgesammt in einer Seehöhe von 1900—2200 m, entspringen aus einem höher gelegenen See oder Quell, und ihr Abfluss bricht sich durch die Steinschanze des Moränendammes Bahn; es sind mithin nicht absolut stehende Wässer. Das Wasser derselben ist sehr kalt, besonders derjenigen, welche von irgend einem ständigen Schneefleck gespeist werden. Ihre Tiefe kann, der Böschung nach zu schliessen, kaum mehr als 15—20 m betragen, manche aber sind so seicht, dass sie im Winter bis zum Grunde zufrieren. Dagegen frieren die grösseren Seen vermuthlich auch im Winter nicht bis zum Grunde zu, und dem ist es meiner Ansicht nach zuzuschreiben, dass *Branchipus*, welcher — wie bekannt — auch unter dem Eise vegetiert, in diesen Seen zufolge der unausgesetzten Fortpflanzung nicht die Grösse erreicht, wie die Artengenossen, welche in den Winters einfrierenden kleineren Teichen leben und folglich aus zeitweilig ruhenden Eiern herrühren. Der physiologische Grund hierfür ist noch nicht bekannt, der Zusammenhang zwischen der Ueberwinterung der Eier und dem Grössenverhältnisse der verschiedenen Generationen aber ist sicher zu erkennen.

Hinsichtlich der Lebensbedingungen in diesen Seen ist noch zu bemerken, dass die Schlammablagerung in denselben zufolge ihrer kristallklaren Speisewässer eine äusserst geringe ist; auf den reinen, wie gepflastert erscheinenden Granitstücken des Grundes findet sich kaum einiges Sediment, oder ist auch dies nur ein Product der localen Verwitterung des Gesteins. Aus diesem Grunde ist die Vegetation hier eine sehr spärliche und im höheren Niveau ist mit freiem Auge keine Spur von der Vegetation zu sehen. Auch dies ist ein Grund für die Armuth der Fauna an

Individuen, auf welche wir noch zurückkommen. Phanerogame Wasserpflanzen fand ich bloss in dem Skerisoara-, Zenoga- und Borescusee. Es ist übrigens anzunehmen, dass die reiche Fauna des Skerisoara-, Zseminye- und Feketesees im Zusammenhange steht mit der üppigen Grasvegetation der Ufer, denn die von den Gräsern hineinfallenden Insecten bieten sicherlich manchem untergeordneten Organismus die Existenzbedingungen. Dagegen schreibe ich den Faunamangel des unterhalb des kleinen Zenogasees romantisch gelegenen kleinen Torfsees dem Umstande zu, dass das undurchdringliche Dickicht der sie umgebenden Zwergtanne (Pinus Mughus Scop.) die Luft gleichsam infiltriert und damit das Dahingelangen von organischen Keimen verhindert. Trotz alledem sind die Hochgebirgsseen *am reichsten an Arten* (15).

Im allgemeinen fanden sich in manchen Seen sehr viele, in anderen wenig oder kaum einige Thiere, wieder in anderen aber gar keine. Der Grund hiervon beruht ausser in dem obenerwähnten Umstande entweder darin, dass der betreffende Teich (wie z. B. einige Teiche des Bukurathales) von einem reissenden Bache durchflossen wird, dessen Strömung diesen winzigen Geschöpfen, welche nicht stromaufwärts zu schwimmen vermögen, selbst an den Ufern keine Zuflucht lässt, oder aber die ungünstige Lage des Teiches, wenn derselbe nämlich in einem so engen Thalkessel liegt, welcher gegen die herrschenden Windrichtungen durch einen hohen Bergrücken geschützt ist. Sehr gute Beispiele hierfür sind die herrlichen kleinen Wasserspiegel, welche in den nach Süden geöffneten Thalmulden der Vurvu-Maregruppe liegen. Nur in dem einen derselben fand ich ein einziges Exemplar von *Cyclops strenuus*. Auch in dem Teiche oberhalb der Buta-Stina fand ich keine Crustaceen, obgleich in dem grasigen Tümpel bei der Stina sich mehrere interessante Arten vorfanden. Diejenigen Seen, welche die reichste Fauna aufweisen, liegen nördlich des in der Richtung von Ost nach West hinziehenden Hauptrückens, wie der Zseminye- und der Feketeteich nebst den benachbarten kleineren Wasserspiegeln, welcher Umstand gleichfalls für den obenerwähnten Zusammenhang spricht, welcher im Hinblick auf die herrschenden Nordwinde zwischen der Crustaceenfauna des Retyezátgebirges und der Ebene von Hátszeg besteht.

Auch in den Hochgebirgsseen findet sich unter anderen eine Art, welche in anderartigen Seen nicht vorkommt; dies ist: *Daphnia Zschokkei.* Allein die meisten Arten der Hochgebirgsseen meiden auch die unter den drei ersteren Kategorien erwähnten Wässer; es sind dies folgende:

Cyclops serrulatus,
Cyclops strenuus,
Canthocamptus staphylinus,
Diaptomus bacillifer,
Alona affinis,
Daphnia longispina v. Leydigi,
Daphnia Zschokkei,
Gammarus pulex.

Dagegen kommen in den Teichen mit Lehmboden auch Bewohner der Hochgebirgsseen vor, so die folgenden Arten:

Cyclops vernalis,
Cypria ophthalmica,
Chydorus globosus,
Chydorus sphaericus.

Schliesslich sind *Diaptomus tatricus* und *Branchipus diaphanus* wahre Kosmopoliten der retyezáter Gewässer, welche nur in der Regenpfütze bei dem Nagyviz fehlten.

Es ist nicht uninteressant, den heutigen Stand der Crustaceenfauna mit dem vor 15 Jahren zu vergleichen. Als ein Grund für die Veränderung ist auch, hauptsächlich bezüglich der nördlichen Seen, die gelegentliche Einwanderung zu betrachten. Die auffallende Verarmung der Fauna des Bukura- und Zenogasees aber ist nur den in dieselben eingelassenen Forellen zuzuschreiben; dort wo DADAY im Jahre 1894 in einer Wassersäule von 18 m Länge und 15 cm Durchmesser noch 0,06—0,08 gr lebende Thiere fand, vermochte ich vier Jahre später bloss einige Crustaceen zu fischen; manche der Arten sind ganz ausgestorben. Im Jahre 1899 aber war in dem Bukurasee keine einzige Crustacee mehr zu finden. Die Anzahl der Fische hat sehr zugenommen, dieselben erreichen jedoch angeblich nicht mehr die Grösse, wie ehedem, als an Futter kein Mangel war.

* * *

Das Vorgebrachte lässt sich in folgendem kurz resümieren:

I. *In den stehenden Wässern des Retyezát leben derzeit 20 Crustaceenarten.*

Die häufigsten sind:

Diaptomus tatricus,
Chydorus sphaericus,
Daphnia longispina v. Leydigi.

Die meist charakteristischen sind:

Daphnia alpina,
Daphnia Zschokkei,
Branchipus diaphanus.

II. *Die Teiche lassen sich sowohl nach ihrer Genesis, als nach ihrer charakteristischen Fauna in vier gut unterschiedene Typen eintheilen.* Es sind dies folgende:

1. Ephemere Regenpfützen.
2. Ständige Tümpel mit Lehmgrund.
3. Gewässer mit Torfgrund.
4. Hochgebirgsseen.

III. *Auf das Leben und die Verbreitung der Crustaceen übt den grössten Einfluss aus:*

1. Die Lage und der Bodengrund der Seen.
2. Die Vegetation des Grundes und des Ufers.
3. Der chemische Zustand, die Temperatur und Tiefe des Wassers.
4. Die Bewegungsverhältnisse des Wassers und der Atmosphäre.

* * *

Die Daten meiner Sammelergebnisse habe ich auf beigeschlossener Tabelle zusammengestellt. Die kleineren Teiche der Circusthäler, soweit sie gleichartiger Natur sind, haben in meinen Aufzeichnungen keine Sonderstellung.

Anhang.

Seitdem ich vorliegende Arbeit beendigt (November 1899), sind zwei hochwichtige Werke erschienen, welche ihres Stoffes und ihrer Richtung zufolge meine Studien nahe berühren. Ich

kann es nicht unterlassen, derselben zu gedenken, nachdem mich grossentheils gerade das Erscheinen dieser Werke ermuthigt hat, meine Beobachtungen zu veröffentlichen.

Das eine dieser Werke ist G. BURCKHARDT's „Faunistische und systematische Studien über das Zooplankton der grösseren Seen der Schweiz und ihrer Grenzgebiete". (Inauguraldissert. Extrait de la Revue Suisse de Zoologie. 1899.) Genève 1900. Der Verfasser beschreibt darin, als Vorstudium zu seinen Forschungen über die Biologie des Vierwaldstädter Sees, die Thierwelt des Planktons der Schweizer Seen, und zwar hauptsächlich in systematischer Hinsicht. Der Verfasser hat seine Forschungen gleichzeitig mit mir angestellt; da er jedoch sein Augenmerk nur auf das Plankton, auf die pelagischen Bewohner der Seen richtete, welche ich zu meinem Leidwesen gerade nicht zu sammeln vermochte, so bietet sich in unseren beiderseitigen Daten wenig Anlass zur Vergleichung.

Drei Arten aber erwähnt BURCKHARDT, welche ich gleichfalls gesammelt habe und welche demnach sowohl in der Uferfauna der Retyezáter Teiche, als auch in der Planktonfauna der Schweizer Seen vorhanden sind. Es sind dies folgende:

Cyclops serrulatus,
Cyclops strenuus,
Diaptomus bacillifer.

Letztere bezeichnet BURCKHARDT irrig als „alpine Art" (p. 672), denn die von ihm angezogenen zahlreichen Publicationen DADAY's bezeugen es, was ich übrigens aus eigener Erfahrung bestätigen kann, dass dies Thier auch in den Gewässern der mittelungarischen Puszten eine sehr häufige Erscheinung ist.

Allein weit mehr als all das interessiert mich momentan das Bestreben BURCKHARDT's hinsichtlich der Würdigung der geographischen Verhältnisse, und hier kann ich mit Freude konstatieren, dass sich unsere Bestrebungen begegnen. Zum Schlusse seines Werkes (p. 683) versucht er nämlich eine Gruppierung der Seen, welche das Auftreten und die Vertheilung der Arten nach den physikalischen Verhältnissen im ganzen ebenso darthut, wie die Ergebnisse meiner Beobachtungen. Dass er in dieser Hinsicht zu keinen befriedigenden Resultaten gelangte, wird da-

Verbreitung der Crustaceen

	Typus der Gewässer	Pfütze	Torfmoor		Kleinere Teiche mit lehmigem Becken			
	Benennung der Gewässer	Pfütze am Nagy-vízbache	Gindeleteich	Nechisteich	Tümpel bei d. Buta-Stina	Pfütze am Barasculbache	Galbinathalteiche	Papusateich
	Seehöhe in Metern	635	1900	1940	1600	1850	1860	1866
Copepoda	Cyclops serrulatus	—	—	—	—	—	—	—
	— vernalis	—	—	—	—	—	+	—
	— affinis	—	—	—	+	—	—	—
	— strenuus	—	—	—	—	—	—	—
	— sp. juv.	—	—	—	—	—	—	+
	Canthocamptus staphylinus	—	—	—	—	—	—	—
	Diaptomus bacillifer	—	—	—	—	—	—	—
	— tatricus	—	+	+	+	+	+	+
Ostracoda	Cypria ophthalmica	—	—	—	—	—	+	+
	Eucypris conchacea	+	—	—	—	—	—	—
Phyllopoda	Chydorus globosus	—	—	—	+	—	+	+
	— sphaericus	—	—	—	—	—	+	—
	Alona affinis	—	—	—	—	—	—	—
	— intermedia	—	—	—	+	—	—	+
	Moina brachiata	+	—	—	—	—	—	—
	Daphnia alpina	—	+	+	—	—	—	—
	— obtusa	—	—	—	+	+	+	+
	— longispina var. Leydigi	—	—	—	—	—	—	—
	— Zschokkei	—	—	—	—	—	—	—
	Branchipus diaphanus	—	+	+	—	+	+	—
Amphipoda	Gammarus pulex	—	—	—	—	—	—	—

in den Gewässern des Retyezát.

Glaciale Hochgebirgsseen mit steinigem Boden

Doppelteich auf d. Boresculberg.	Kleiner Zenogateich	Nechisteich	Jezerteich	Skerisoarateich	Zenogateich	Kl. Teich unter d. Bukurasee	Feketeteich (Teu Negru)	Bukurateich	Kleiner Pelagateich	Giudeleteich	Kleiner Teich auf dem Vurvu Mare	Grosser Pelagateich	Zseminyeteich-gruppe	Kleine Teiche üb d. Bukurasee
1899	1936	1938	1958	1986	2001	2010	2014	2041	2080	2100	2120	2122	2100—2200	
—	+	—	+	—	+	+	+	+	—	+	—	—	+	+
—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	+	—	—	+	+	—	—	+	+	+	—
—	—	+	—	—	—	—	+	+	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—
—	—	—	—	—	—	—	+	—	+	—	—	+	+	+
+	+	—	—	—	+	+	—	—	—	—	—	—	—	—
+	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
+	+	—	+	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	+	+	+	—	+	+	+	+	+	—	—	+	+
—	—	—	+	+	+	+	+	+	—	—	—	—	—	+
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	+	+	—	+	+	+	+	+	—	+	—	+	+	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—	+
—	—	+	—	—	—	+	+	—	—	+	—	—	+	+
+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

durch verursacht, dass er in seiner Eintheilung nicht auf die Berücksichtigung der *sämmtlichen* geographischen und ökologischen Verhältnisse bedacht war. Seine Eintheilung ist folgende:

I. Grosse Seen der Ebene.
   1. Ganz tiefe, kalte Seen ohne seichte Partien.
   2. Tiefe Seen und ganz tiefe, warme Seen.
   3. Wenig tiefe Seen.

II. Kleine Seen der Ebene.

III. Alpenseen (über 750 m).

IV. Gebirgsseen des Schwarzwaldes und des Jura.

Mithin bestätigt auch BURCKHARDT's Zusammenstellung, dass *gewisse Seetypen gewissen Artgenossenschaften entsprechen.*

Das andere Werk ist Dr. F. ZSCHOKKE's „Die Thierwelt der Hochgebirgsseen. 1900". Es wäre unbescheiden von mir, wenn ich zwischen dem monumentalen Werk dieses grossen Gelehrten und meinen lückenhaften Aufzeichnungen eine Parallele ziehen wollte; ich werde es mir vielmehr zur Ehre anrechnen, das Werk von ZSCHOKKE gelegentlich eingehender zu besprechen und den ungarischen Gelehrten als nachahmenswerthes Beispiel vorzuführen. An dieser Stelle möchte ich bloss zwei Punkte berühren, und zwar den auf die Crustaceen bezüglichen Abschnitt und die zielbewusste Beachtung der physikalischen Verhältnisse.

Der specielle Theil des Werkes schildert in systematischer Reihenfolge das Vorkommen der Süsswasserthiere auf den Gebirgen und zwar unter Vergleichung der Erfahrungen des Verfassers mit den literarischen Angaben. Ueber die von mir verzeichneten Arten fand ich nachstehende Daten.

Cyclops strenuus ist die verbreitetste und charakteristischste *Cyclops*art der Gewässer der kalten Gegenden. Auch *Cyclops vernalis* und *serrulatus* sind auf den Schweizer Alpen häufig, selten ist dagegen *Cyclops affinis*, welcher dort höchstens bei 1460 m gefunden wurde, während mein Fundort in einer Höhe von 1600 m liegt.

Diaptomus bacillifer hält auch ZSCHOKKE, gleichwie BURCKHARDT für ein typisches Hochgebirgsthier und erwähnt nur einen ungarischen Fundort unter 1000 m. *Diaptomus tatricus*, diese

für die Tátra und den Retyezát charakteristische Art wird in den Schweizer Alpen durch andere Arten substituirt.

Die kosmopolitische Art *Canthocamptus staphylinus* ist auch in den Schweizer Alpen weit verbreitet.

Von den Ostracoden ist *Cypria ophthalmica* ein häufiger Bewohner der hochgelegenen Schweizer Seen.

Schliesslich werden von den Cladoceren des Retyezát folgende als Bewohner der Schweizer Hochgebirgsseen genannt: *Daphnia Zschokkei, Daphnia obtusa* (1800 m), *Alona affinis, Chydorus globosus, Chydorus sphaericus* und mehrere Formen von *Daphnia longispina.* Es ist ganz natürlich, dass dieselben in den Schweizer Alpen auch weit höher noch vorkommen, als auf dem 1511 m hohen Retyezát.

Anderseits aber — und dies gereicht mir zu grösserer Freude, als alle übereinstimmenden Daten — erblicke ich in den weitgreifenden Beobachtungen, durch welche ZSCHOKKE den Zusammenhang der physikalischen und biologischen Verhältnisse der Hochgebirgsseen zu beleuchten trachtet, die Richtigkeit meiner eigenen Bestrebungen bestätigt.

6.

NEUERE BEITRÄGE ZUR TERTIÄREN DECAPODENFAUNA UNGARNS.

(Mit zwei Tafeln.)

Von E. LÖRENTHEY.

Der erste Theil jener paläontologischen Studien, welche ich seit mehreren Jahren an den tertiären Decapoden bewerkstellige, erschien im Jahre 1898 unter dem Titel: „Palaeontologiai tanulmányok a harmadkorú rákok köréből“* (Paläontologische Studien über Tertiärdecapoden). Dieser enthält zwei Mitteilungen: I. „Adatok Magyarország harmadkorú rákfaunájához“ und II. „A müncheni állami gyüjteményekben lévö harmadkorbeli rövidfarkú rákok“, welche deutsch in den Természetrajzi Füzetek (A musaeo nationali hungarico Budapestinensi vulgato) Bd. XXI im selben Jahre unter den Titeln: „Beiträge zur Decapodenfauna des ungarischen Tertiärs“ und „Ueber die Brachyuren der paläontologischen Sammlung des bayrischen Staates“ erschienen sind. Diesen beiden und der dritten Mittheilung: „Andorina és Daránya, két uj ráknem Magyarországból“** — deutsch: „Andorina und Daránya, zwei neue Brachyurengattungen aus Ungarn“; Math. u. Naturwiss. Berichte aus Ungarn Bd. XVII. 1901 — reihe ich diese vierte an, welche ungarisch in den Math. u. Termtud. Közlemények (Bd. XXVII) unter dem Titel „Ujabb adatok Magyarország harmadkorú rákfaunájához“ erschienen ist.

Zu dieser meiner neueren Mittheilung habe ich das Material ebenfalls von Mehreren bekommen.

---

* Math. és Termtud. Közlemények. (Math. u. Naturwiss. Mitth. der ung. Acad. d. Wiss.) Bd. XXVII. No. 2.

** Math. és Termtud. Közlemények. Bd. XXVII. No. 5.

So hatte Universitätsprofessor Herr Dr. ANTON KOCH die Liebenswürdigkeit, mir ein sehr interessantes Material zu geben, welches er in den Tertiärbildungen der Siebenbürger Landestheile aufsammelte. Ein noch interessanteres Material ist jenes, welches Polytechnicumsprofessor Herr Dr. ALEXANDER SCHMIDT Jahre hindurch am Budapester Kis-Svábhegy und im Szépvölgy sammelte und voriges Jahr der kön. ung. Geologischen Anstalt gab. Dies reiche Material zum Studium mir zu überlassen hatte Ministerials-Sectionsrath Herr JOHANN BÖCKH, Director der Geologischen Landesanstalt, die Güte. Als ich mir vor zwei Jahren die Sammlungen der Universität zu Freiburg (im Breisgau) besah, fiel mir sofort eine Krabbe auf, welche vom Budapester Kis-Svábhegy herrührte. Diese überliess mir im Tausche für anderes Material Universitätsprofessor, Director der geologischen und paläontologischen Sammlungen, Herr Dr. G. STEINMANN. Eine sehr interessante kleine Krabbe bekam ich auch vom Staatsgeologen Herrn AUREL LIFFA. Wollen sie Alle für ihre liebenswürdige Unterstützung meinen Dank entgegennehmen.

Das hier zu beschreibende Material stammt aus zwei verschiedenen Niveaux: und zwar aus dem oberen Grobkalk von Szucság (Com. Kolozs) und dem Numulitenkalk des oberen Eocens vom Kis-Svábhegy und Szépvölgy.

Der grösste Theil dieses neuen Materials stammt von dem bisher bekannten reichsten Fundort her, vom Budapester Kis-Svábhegy, von welchem BITTNER in seinem über meine Arbeit geschriebenen Referate in den Verhandl. d. k. k. Geol. R. A. Jahrg. 1898 S. 405 sagt, dass „... der Kis-Svábhegy (Kleinschwabenberg) die bisher bekannte reichste Fundstelle an Brachyuren ist". In der Beschreibung der tertiären Decapodenfauna Ungarns erwähne ich auf Seite 121, dass mit den vom Kis-Svábhegy beschriebenen 30 Arten die reiche Fauna noch nicht erschöpft sei, nachdem ich schon damals mehrere, von den beschriebenen abweichende, undeterminierbare Exemplare von hier besass. Eines darunter entpuppte sich auf Grund eines besseren Exemplares als eine neue Gattung, welche ich später *Darányia* benannte. Ueberdies beschreibe ich von hier in folgendem noch eine neue Gattung und eine neue Art.

Macrura, Latr.

Thalassinidae.

1. Calianassa rapax, Bittn.

[Taf. I, Fig. 5*a*, 5*b*.]

1893. *Calianassa rapax, Bittn.* BITTNER: Decapoden des pannonischen Tertiärs. [Sitzungsber. d. k. Acad. d. Wiss. in Wien. Bd. CII. P. 14. Tab. I. Fig. 4.]

1897. *Calianassa rapax, Bittn.* LÖRENTHEY: Adatok Magyarország harmadkorú rákfaunájához. [Math. és Termtud. Értesitö. Bd. XV. P. 151.]

1898. *Calianassa rapax, Bittn.* LÖRENTHEY: Math. u. Naturw. Berichte aus Ungarn. Bd. XIV. P. 94 u. 114.

1898. *Calianassa rapax, Bittn.* LÖRENTHEY: Palaeontologiai tanulmányok a harmadkorú rákok köréböl. [Math. és Termtud. Közlemények. Bd. XXVII. P. 8 u. 155.]

1898. *Calianassa rapax, Bittn.* LÖRENTHEY: Beiträge zur Decapodenfauna des ungarischen Tertiärs. [Természetrajzi Füzetek XXI. P. 4 u. 120.]

1901. *Calianassa rapax, Bittn.* LÖRENTHEY: Újabb adatok Magyarország harmadkorú rákfaunájához. P. 804 (4). Tab. I. Fig. 5.

BITTNER kannte nur den beweglichen Finger einer rechten und einer linken Hand, als er die Rapax-Art aus den Oligocänablagerungen des Kolozsvárer Törökvágás beschrieb. Ich erhielt vom Univ.-Prof. KOCH eine ganze linke Hand, welche die Selbstständigkeit der Art noch mehr bekräftigt. Ein mangelhafter Theil des Unterarmes ist auch vorhanden, worüber ich jedoch, da er schlecht erhalten ist, nichts von Belang zu berichten vermag. Die Hand ist bedeutend länger als breit, auf ihrer Aussenfläche wenig convex und wie auf ihrer ganzen Oberfläche, so auch auf ihren Kanten jeder Verzierung bar. Die Innenfläche ist beschädigt, eingedrückt und somit nicht zu studieren. Der Index ist schmal, spitzig, aussen auf der oberen Parthie mit scharfer Leiste versehen. Auf seiner Innenfläche befindet sich ebenfalls eine obere Leiste, welche jedoch bedeutend schwächer ist, als die äussere. Vom Finger besagte alles Nöthige BITTNER, ich kann höchstens nur soviel bemerken, dass auf der Greiffläche meines Exemplares die Zähnchen des Sägerandes ungleichmässiger sind, als auf der Figur BITTNER's, indem bei meiner Form, auf dem rechten Finger, welchen auch BITTNER kannte, jedoch nicht

MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA KÖNYVTÁRA

abbildete, mehrere kleine Zähne gruppiert und von den Nachbarzähnen oder Zahngruppen schärfer geschieden sind. Die Hand und der Index stimmen mit jenen der *ferox** überein, nur die Löcher der Borsten oder Borstenbüschel sind hier anders vertheilt. Auf der inneren Seite, unter der oberen Kante finden sich auch hier, wie bei *ferox*, zahlreiche vertical stehende Einschnitte (Löcher) vor. Auf der äusseren oberen Kante des Index befindet sich eine ganze Reihe von runden Löchern, in welche Borsten eingefügt waren. In der Nähe des unteren Saumes der Gelenköffnung befindet sich auch ein ziemlich grosses längliches Loch, in welchem wahrscheinlich ein ganzes Borstenbündel gewesen. Uebrigens zeigt die Abbildung die Anordnung der Löcher deutlich, weshalb eine weitere Beschreibung überflüssig ist.

Fundort: Die von Prof. KOCH erhaltene linke Scheerenhand stammt aus mittleren Oligocänschichten von Mérá im Comitat Kolozs. Aus Schichten gleichen Alters beschreibt BITTNER an angeführter Stelle: eine *Neptunus sp.*, weiter die neuen Arten *Calianassa ferox*, *C. rapax*, *C. velox* und *C. simplex*.

Anomura, M. Edw.

Galatheidae.

Palaeomunida, nov. gen.

Ungezählte Male fanden schon jene Palaeontologen, welche sich mit den Brachyuren befassen, so REUSS, BELL, A. MILNE EDWARDS und BITTNER, es sei überaus schwierig, ja beinahe unmöglich, die nähere Verwandtschaft der fossilen Brachyuren mit den lebenden so zu bestimmen, dass es den Anforderungen entsprechend sei. Dies verhält sich besonders bei jenen wenigen fossilen Arten so, welche aus der Subordo *Anomura* bekannt sind. Die fossilen Reste derselben bestehen in einigen Scheeren, so denjenigen der von FISCHER-BENZON** beschriebenen, aus der

* Calianassa ferox, BITTNER: Decapoden d. pann. Tertiärs. P. 12. Tab. I. Fig. 8—12.

** Ueber das relative Alter des Faxoe-Kalkes und über die in demselben vorkommenden Anomuren und Brachyuren. Kiel 1866.

Kreideformation stammenden *Galathea* und jenen von *Pagurus priscus, Brocc.**, deren Hergehörigkeit nicht als über allen Zweifeln stehend zu betrachten ist.

BITTNER sagt, indem er von der Notwendigkeit einer Revision des jetzigen künstlichen Systems spricht, unter anderem, man müsse sich, solange das System keiner Revision unterzogen werde, in den meisten Fällen mit einer pünktlichen Beschreibung begnügen, ohne die systematische Lage der in Rede stehenden Form fixieren zu wollen. Eben deshalb ist es auch nicht meine Absicht, die hier unter dem Namen *Palaeomunida* zu beschreibende Form endgültig zu den *Anomuren* zu zählen; ich führe sie vielmehr nur in die Literatur ein, bis ihre systematische Lage auf Grund besseren Materials mit vollkommener Sicherheit festzustellen ist und gebe ihr einen Namen, welcher ihr Verhältniss zu den bisher bekannten Formen ausdrückt. Da sie am meisten an die auf der *Hermite-Insel* lebenden *Munida subrugosa, Dana*** erinnert, heisse ich sie *Palaeomunida*, indem ich damit zum Ausdruck bringen wollte, dass meine Form eine schon vor langer Zeit ausgestorbene Vertreterin der lebenden Gruppe sein konnte. Der Name dient so nur zur Bezeichnung und wir vermehren die Namen nur, um Irrthümer zu umgehen, da es unmöglich ist, die mangelhaft erhaltenen fossilen Decapoden in die zwischen allzu enge Grenzen gedrängten Gattungen der lebenden Formen einzufügen. Natürlich werden auch bei den lebenden Formen viele Gattungen überflüssig werden, wenn dereinst auf Grund der fossilen Formen die Descendenz der lebenden festgestellt sein wird. Somit hat BITTNER vollkommen recht, wenn er sagt: „Solange wir die Entwicklungsreihen nicht kennen, bedeutet ein neuer Genusname nichts anderes, als die Unkenntnis der näheren verwandtschaftlichen Verhältnisse der Form, welcher er beigelegt wird.“ Deshalb hält er es für zweckmässig, viele neue Arten zugleich auch als neue Gattungen zu betrachten.

---

* BROCCHI: Note sur les crustacés fossiles des terrains tertiaires de la Hongrie. (Ann. d. sc. géol. XIV. P. 7. Pl. V. Fig. 9. Paris 1883.)

** DANA J. D. Crustacea of the U. S. Exploring Expedition (in the Pacific Ocean) Part I. P. 479. Pl. 30. Fig. 7. Philadelphia 1852.

Da nur der mangelhafte Cephalothorax vorhanden ist und alle übrigen wesentlichen Theile fehlen, ist es sehr schwer, die Verwandtschaft festzustellen. Es scheint, als stünde meine Form in der Gattung *Munida* der Familie *Galatheidae* am nächsten. Wo meine Form definitiv hingehört, wird erst auf Grund besseren Materials constatiert werden können, möge bis dahin die pünktliche Beschreibung genügen.

2. Palaeomunida defecta, nov. sp.

[Taf. I, Fig. 3.]

1901. *Palaeomunida defecta nov. sp.* Lörenthey: Újabb adatok Magyarország harmadkorú rakfaunájához. P. 807 (7). Tab. I. Fig. 3.

Der Cephalothorax, welcher länger als breit ist, zeigt sich in der Richtung der Breite etwas convexer, als in jener des Längsdurchmessers. Der Vorderrand fehlt. Die Seiten sind beiläufig mit fünf nach vorn allmählich wachsenden, und durch mindestens noch zwei, vor jenen befindlichen, kleineren scharfen Zähnen geziert. Der Hinterrand ist schwach gebogen. Die Oberfläche des Cephalothorax zeigt wellig verlaufende Querleisten, worunter nicht jede von einer Seite zur anderen reicht, sondern etwa in der Mitte endigt und sich somit nicht über die ganze Oberfläche erstreckt. Die Gastralregion wird von einer tiefen U-förmigen Nackenfurche begrenzt, welche sich gegen ihre vorderen Enden in zwei theilt. Der hintere Zweig dieser Nackenfurche endigt beiläufig in der Mitte des Seitenrandes, von rückwärts gezählt zwischen dem dritten und vierten, der vordere aber hinter dem fünften schwachen Dorn. Hinter dieser Nackenfurche befindet sich eine kurze, sich auf die mittlere Partie des Cephalothorax beschränkende, schwach gebogene, tiefe Furche.

Soweit aus dem vorhandenen Theil geurtheilt werden kann, wäre dies vom Budapester Kis-Svábhegy stammende Exemplar am ehesten für eine *Munida* oder *Grimothea* zu betrachten, obzwar das Frontaltheil fehlt und daher nicht constatiert werden kann, ob es — wie bei *Munida* oder *Grimothea* — aus einem langen mittleren und zwei seitlichen Dornen bestehe. Während sich bei *Munida* auf dem Seitenrand circa 5, bei *Grimothea* 9—10 kleine Zähne befinden,

besitzt die *Palaeomunida* beiläufig 7 derselben, welche auf den Enden der die Oberfläche bedeckenden Leisten angeordnet sind. Die Oberfläche ist auch auf meiner Form mit Querleisten versehen, welche wahrscheinlich Borsten trugen, wie jene der lebenden *Munida subrugosa, ? Dana** oder der *Grimothea gregaria (Fabr.) Leach* **. Ausser den bisherigen besteht ein Hauptcharacter, welcher meine Form der *Munida* und *Grimothea* näher bringt, in jener U-förmigen Nackenfurche, welche sich gegen ihre Enden in zwei teilt und bis zum Seitenrand erstreckt, gerade so, wie bei jenen. Letztere entbehren jedoch jener kleinen, tiefen Furche, welche sich hinter der Nackenfurche von *Palaeomunida* befindet. Auch die *Galathea latirostris, Dana**** stimmt bezüglich der Oberflächenornamentik mit der *Palaeomunida* in vielem überein, unterscheidet sich von derselben jedoch ganz wesentlich, was einen weiteren Vergleich überflüssig macht. Davon, dass die *Palaeomunida* trotz der grossen Aehnlichkeit sowohl von der *Galathea-* als auch von der *Grimothea*-Gattung abweicht, kann sich jedermann durch den Vergleich meiner Abbildungen mit jenen DANA's überzeugen. Aller Wahrscheinlichkeit nach ist *Palaeomunida defecta* jene Urform, welcher die lebende *Munida* und *Grimothea* entstammen. Beide lebenden Formen bewohnen die heisse Zone. *Munida subrugosa ? (White) Dana* kommt in der Umgebung der *Hermite-Insel, Grimothea gregaria, Leach* jedoch in der Oranje-Bay vor.

Fundort: Staatsgeologe AUREL LIFFA sammelte diese Form in jenem, an kleinen Foraminiferen reichen, gelblichen Kalkstein des bei *Budapest* gelegenen *Kis-Svábhegy* auf, welcher über den *Numm. intermedia, d'Arch.* und *Numm. Fichteli, d'Arch.* führenden, *Lithothamnienreichen* graulichen Kalkstein gelagert ist.

Brachyura, Latr.

3. Ranina Bittneri nov. sp.

[Taf. I, Fig. 1—2.]

1875. *Ranina nov. sp.?* BITTNER: Brachyuren des vicentinischen Tertiärgebirges. P. 66. Taf. I. Fig. 3 *a—b.*

* DANA J. D. Crustacea. Part. I. P. 479. Pl. 30. Fig. 7.
** DANA J. D. Crustacea. Part. I. P. 483. Pl. 31. Fig. 1.
*** DANA J. D. Crustacea. Part. I. P. 480. Pl. 30. Fig. 8.

1897. *Ranina cfr. Marestiana, König.* LÖRENTHEY: Math. és Termtud. Értesítö Bd. XV. P. 151 und 167.

1898. *Ranina cfr. Marestiana, König.* LÖRENTHEY: Math. u. Naturw. Berichte aus Ungarn. Bd. XIV. P. 96.

1898. *Ranina cfr. Marestiana, König.* LÖRENTHEY: Math. és Termtud. Közlemények. Bd. XXVII. P. 29 u. 151.

1898. *Ranina cfr. Marestiana, König.* LÖRENTHEY: Beiträge zur Decapodenfauna des ungarischen Tertiärs. [Természetrajzi Füzetek. Bd. XXI. P. 22 u. 118.]

1901. *Ranina Bittneri, nov. sp.* LÖRENTHEY: Újabb adatok Magyarország harmadkorú rákfaunájához. P. 809 (9). Tab. I. Fig. 1—2.

Der grösste Breitendurchmesser des Cephalothorax befindet sich vor der Mittellinie. Von den beiden Enden desselben ausgehend zieht sich der Rand des Cephalothorax in beinahe gerader Linie nach hinten, so dass also der Cephalothorax allmählich schmäler wird. Er verschmälert sich jedoch von diesem Durchmesser aus auch nach vorn, und zwar schneller, als gegen rückwärts. Der ganze Cephalothorax ist mit Ausnahme des Vorderrandes von einer mit Tuberkeln übersäten Leiste umgeben. In der Mitte des Frontalrandes befindet sich ein dreitheiliger breiter Zahn, der in der Mitte stark eingedrückt und in der Mittellinie mit starken, spitzen Tuberkeln verziert ist. Der Vorderrand zieht sich von der Basis des ebenfalls dreitheiligen Mittelzahnes in beinahe gerader Linie bis zu den beiden Seiteneinschnitten. Darauf folgt an jeder Seite je ein schmaler, wenig vorragender, spitzer Seitenzahn. Der zweite Seitenzahn ist mehr lappenförmig, an der Innenfläche schräg abgeschnitten, während er an seinem Aussenrande in einem kräftig hervortretenden Theil endigt. Der Vorderrand ist von einen Saume eingefasst, welcher mit sehr feiner Granulation besetzt ist. Der Vorderrand ist mit kleineren und grösseren Tuberkeln übersät, welche besonders zahlreich auf dem mittleren grossen Lappen sind, während sie auf den Seitenzähnen beinahe vollständig fehlen. Stellenweise sind auf grösseren Exemplaren mehrere Höcker zu förmlichen gekörnelten Warzen vereinigt. Die den Cephalothorax zierenden Querleisten sind sehr regelmässig. Die Vorderleiste ist sehr kurz, beschränkt sich nur auf die Mitte des Cephalothorax und ist entweder ganz gerade oder nach vorn schwach convex; seltener ist sie sehr mässig concav.

Die zweite Leiste erstreckt sich von einem Seitenrand zum andern, nach vorn einen concaven Bogen bildend; die dritte ist unvollkommen, da sie nur an beiden Seiten und in der Mitte entwickelt ist. Die vierte, fünfte und sechste Leiste gleicht der zweiten. Die siebente ist ebenfalls unvollständig, da sie sich nur auf die Ränder beschränkt. Darauf folgen vier Leisten, welche sich wieder über den ganzen Cephalothorax erstrecken und weniger concav sind; die zwei letzten derselben sind beinahe ganz gerade. Die zwei mittleren von den vieren werden in der Mitte von den Branchio-Cardiacalfurchen unterbrochen. Die darauf folgenden Leisten stehen dichter, ihr Verlauf ist mehr oder weniger unregelmässig, indem sie sich mit Unterbrechungen und ineinanderfliessend von einer Seite zur anderen erstrecken. Die dritte und fünfte Leiste endigen am Rande des Cephalothorax an beiden Seiten in kräftige Dornen, deren vordere die grösseren sind. Die Leisten sind beinahe so breit wie der Frontalrand, dabei flach und scheinen einander wie die Ziegeln des Daches zu decken, so dass die Zahnreihen am besten hervortreten. Die Zähne der Leisten sind sehr klein, kurz, stumpf, mit den Spitzen nach oben und ein wenig nach vorn gerichtet. Die Zwischenräume, welche die Zähne von einander trennen, sind in der Mitte des Cephalothorax so breit, wie die Zähne selbst, während sie gegen die Ränder desselben, wo die Zähne grösser und spärlicher werden, breiter sind. Stellenweise sind auch auf der Oberfläche unregelmässig verstreute Tuberkel zu finden, welche am hinteren Theil des Cephalothorax manchmal in Reihen angeordnet sind. Auch sind hie und da die Leisten von kleinen runden Tuberkeln, welche in mehrere Reihen verstreut sind, bedeckt. Um von den Massen der *Bittneri* und dem Verhältnisse, in welchem dieselbe zu den verwandten Formen steht, ein entsprechendes Bild zu entwerfen, stelle ich folgende Maasse neben einander:

	Bittneri:		*Reussi:*	*Marestiana:*
Breite	29 mm	41 mm	43 mm	36 mm
Länge	36 „	50 „	52 „	45 „
Höhe	4,5 „	4 „	9 „	— „
Länge des Frontalrandes	13 „	22 „	20 „	20 „

Auf Seite 22 meiner „Beiträge zur Decapodenfauna des ungarischen Tertiärs" erwähne ich unter dem Namen *Ranina cfr. Marestiana, König* ein von HANTKEN aufgefundenes mangelhaftes Exemplar. Hier hob ich hervor, dass dieses zufolge der Structur seines Frontalrandes nicht mit der *Marestiana*, sondern mit der von BITTNER unter dem Namen *Ranina nov. sp.?* beschriebenen und abgebildeten Form übereinstimmt, da ausser dem dreitheiligen mittleren Lappen nur zwei zahnförmige Seitenlappen vorhanden sind, so wie *Reussi* und nicht drei, wie bei *Marestiana*. Auf diesem mangelhaften Exemplar waren die Charactere nicht deutlich zu erkennen, weshalb ich es mit mehreren anderen ebenfalls mangelhaften Exemplaren zusammen als in den Formenkreis der *Marestiana* gehörige, nicht näher bestimmbare Formen anführte. Seitdem fand ich selbst ein unversehrtes Exemplar (Taf. I, Fig. 2) und bekam auch von der Geologischen Landesanstalt mehrere unverletzte und brüchige Exemplare aus der SCHMIDT'schen Sammlung, welche mich davon überzeugten, dass hier eine neue Species vorliege, welche sowohl von der *Marestiana*, als auch von der *Reussi* abweicht, doch letzterer näher steht. Von dem HANTKEN-schen mangelhaften Exemplar, welches mit Calcitcryställchen bedeckt ist, sagte ich an bereits erwähnter Stelle folgendes: „Da *Reussi* sich als sehr constante Art erweist, bin ich gezwungen, diese Form abzutrennen und bin geneigt, BITTNER's *nov. spec.?* als junges, unentwickeltes Exemplar mit meiner Form zusammen zu *Marestiana* zu ziehen." Jetzt aber, da ich mich im Besitze unversehrter Exemplare befinde, sehe ich, dass diese Form von der *Marestiana* in Vielem abweicht, sowohl in der Entwicklung des Frontalrandes, als auch in Bezug auf den Verlauf und die Verzierung jener Leisten, welche den Cephalothorax bedecken. Weitere Unterschiede zwischen meiner Form und der *Marestiana* sind noch folgende: Der grösste Breitendurchmesser meiner Form liegt ein gut Theil vor der Mittellinie, fällt bei der *Marestiana* jedoch beinahe in dieselbe; meine Form wird sowohl nach vorn, als auch nach hinten vom Breitendurchmesser ab viel schneller schmäler, als die *Marestiana;* endlich ist der Frontalrand der *Marestiana* viel breiter. Somit ist es unnöthig, meine Form mit derselben weiter zu vergleichen. Da jedoch all die Charactere, welche sie von der

Marestiana entfernen, der *Reussi* näher bringen, entsteht die Nothwendigkeit, zwischen diesen beiden eine Parallele zu ziehen.

Die äussere Form der *Bittneri* stimmt mit jener der *Reussi* überein mit dem Unterschiede, dass erstere um ein Beträchtliches flacher ist, wie dies auch aus der obigen Maassangabe erhellt. Der mittlere Fortsatz des dreitheiligen Zahnes am Frontalrande ist in der Mittellinie kräftiger eingedrückt als bei *Reussi*, und die hier befindlichen Tuberkel sind um so augenfälliger. Während sich der Vorderrand der *Bittneri* von der Basis des Mittelzahnes beinahe in gerader Linie bis zu den beiden Seiteneinschnitten hinzieht, ist derselbe bei der *Reussi* viel kräftiger gebogen, da er nach vorn einen concaven Bogen bildet. Die Seitenzähne sind sich bei beiden Arten gleich. Der Rand des Frontaltheiles ist ebenfalls bei beiden gekörnelt. Der Hauptunterschied zwischen diesen zwei Arten besteht in der Structur und Verzierung der die Oberfläche bedeckenden Querleisten. Bei *Reussi* reichen die drei ersten Leisten beinahe ohne Unterbrechung von einer Seite zur anderen, und zwar so, dass sie in der Mitte einen Winkel bilden, dessen Spitze nach vorn gerichtet ist, während bei der *Bittneri* sich die erste Leiste nur auf die Mitte, die dritte nur auf die Mitte und die Ränder beschränkt und sich bloss die zweite, vierte, fünfte und sechste von einer Seite zur anderen erstreckt. Ausserdem bilden dieselben bei *Bittneri* keinen nach vorn gerichteten Winkel, sondern einen nach vorn concaven Bogen. Die Querleisten stehen am Hintertheil des Cephalothorax bei *Bittneri* dichter und ihr Verlauf ist unregelmässiger, wie bei *Reussi*, doch stehen sie vorn wieder bei der *Reussi* dichter. Während mit Ausnahme der Zähnelung der Querleisten und der den Frontalrand bedeckenden Tuberkeln die ganze Oberfläche der *Reussi* glatt ist, finden sich auf jener der *Bittneri* hie und da Höcker, welche besonders am Hintertheile des Cephalothorax zahlreicher werden und beinahe ganze Reihen bilden. Die dritte und fünfte Querleiste endigen an beiden Seiten in je einen spitzen Dorn, wie bei *Reussi* die zweite und vierte, so jedoch, dass bei beiden die vorderen Dornen die kräftigeren sind. Bezüglich der Zähnelung der Leisten ist der Unterschied zwischen den beiden Arten am grössten. Die Leisten der *Bittneri* sind breiter, ihre Zähne

kleiner, die Zwischenräume der kleinen stumpfen Zähne schmäler. Die Spitzen der Zähne sind mehr nach oben gerichtet wie bei der *Reussi*. Während bei dieser die Zähne gegen die Ränder des Schildes minder dicht stehen, sind sie bei *Bittneri* gerade umgekehrt in der Mitte am dichtesten und werden gegen die Ränder schütterer. Dementsprechend sind die Zwischenräume derselben bei der *Reussi* gegen die Ränder schmäler, während sie bei *Bittneri* gerade hier am breitesten sind. Die Querleisten sind breit, flach, doch fehlt von ihren hinteren Enden dort, wo sie die folgende Leiste berühren, bei der *Bittneri* jene Furche, welche bei *Reussi* vorhanden ist. Die Querleisten der *Reussi* sind breiter, wie die der *Marestiana*, die der *Bittneri* wieder breiter, wie die der *Reussi*. Die Furchen der Branchio-Cardiacalregion sind bei der *Reussi* etwas stärker ausgebildet.

Ich glaube, es ist gerechtfertigt, wenn ich auf Grund des bisher Gesagten die hier beschriebene Form getrennt von der *Reussi* als neue Species betrachte. Jetzt möchte ich nur noch mit einigen Worten darthun, inwiefern die bei BITTNER unter dem Namen *nov. sp.?* vom Monte Sugelo beschriebene jugendliche *Bittneri* von den Kis-Svábhegyer entwickelten Exemplare abweicht. Auf dem Exemplar vom Monte Sugelo sind die Granulationen des Frontalrandes „nirgends zu förmlich gekörnelten Warzen vereinigt", wie dies auf jenen vom Kis-Svábhegy stellenweise zu beobachten ist. Während weiter die erste jener Leisten, welche den Cephalothorax zieren, mangelhaft ist und einen nach vorn gerichteten Winkel bildet, ist dieser Winkel auf den Kis-Svábhegyer Exemplaren schwächer, so dass die kurze Leiste eher einen nach vorn schwach convexen Bogen aufweist oder gerade verläuft oder aber manchmal auch sehr wenig concav ist. Diese Unterschiede können nicht als wesentliche gelten, da die Hauptcharactere, welche da sind: Entwicklung des Frontalrandes, Form, Vertheilung und Zähnelung der den Cephalothorax zierenden Querleisten, — auf den Formen der beiden Fundorte übereinstimmen. Die aufgezählten Unterschiede können um so weniger als wesentliche in Betracht kommen, da sie sich nicht auf ständige, sondern auf solche Charactere beziehen, welche bei den einzelnen Exemplaren veränderlich sind.

Fundort: Diese Form beschreibt 1875* BITTNER als fragliche neue Species aus dem Niveau des Hauptnummulitenkalkes vom Monte Sugelo aus einem dichten weissen Kalkstein und setzt hinzu, dass sein einziges mangelhaftes Exemplar vielleicht eine jugendliche *Ranina Marestiana, König* sei; im Jahre 1883 schreibt er darüber, es wäre nicht unmöglich, dass sie mit der *Reussi* identisch ist.** Mein mangelhaftes Exemplar zählte ich in der Beschreibung der Decapodenfauna Ungarns — nebst Erwähnung der abweichenden Eigenschaften — zu jenen nicht mit Sicherheit bestimmbaren Formen, welche ich unter dem Namen *Ranina cfr. Marestiana* zusammenfasste. Jetzt aber, da ich mich auf Grund unversehrter Exemplare davon überzeugte, dass die Formen des Kis-Svábhegy mit jenen des Monte Sugelo identisch und dieselben thatsächlich die Vertreter einer neuen Form sind, benenne ich sie nach ihrem ersten Beschreiber ALEXANDER BITTNER. Ausser dem Monte Sugeloer Exemplar ist mir eines aus dem gelblichen Orbitoidenkalk des Budapester Szépvölgy bekannt und weiter zwölf, theils unversehrte, theils brüchige Exemplare von dem Kis-Svábhegyer berühmten Fundorte, aus dem gelblichen foraminiferenreichen Kalkstein.

4. Phrynolambrus corallinus, Bittn.

[Taf. II, Fig. 4—6.]

1893. *Phrynolambrus corallinus, Bittn.* BITTNER: Decapoden des pannonischen Tertiärs. P. 19.

1897. *Phrynolambrus corallinus, Bittn.* LÖRENTHEY: Math. és Termtud. Értesítö. XV. Bd. P. 151 u. 154.

1898. *Phrynolambrus corallinus, Bittn.* LÖRENTHEY: Math. und Naturw. Berichte aus Ungarn. Bd. XIV. P. 97.

1898. *Phrynolambrus corallinus, Bittn.* LÖRENTHEY: Math. és Termtud. Közlemények. XXVII. Bd. P. 46.

1898. *Phrynolambrus corallinus, Bittn.* LÖRENTHEY: Beiträge zur Decapodenfauna des ungarischen Tertiärs. [Természetrajzi füzetek. Bd. XXI. P. 35 u. 119.]

1901. *Phrynolambrus corallinus, Bittn.* LÖRENTHEY: Újabb adatok Magyarország harmadkorú rákfaunájához. P. 814 (14). Taf. II. Fig. 4—6.

---

* BITTNER: Brachyuren des vicentinischen Tertiärgebirges. S. 66.

** BITTNER: Neue Beiträge zur Kenntniss der Brachyurenfauna des Alttertiärs von Vicenza und Verona. S. 303.

Bisher waren nur Bruchstücke dieser Art bekannt. Prof. SCHMIDT sammelte jedoch ausser dem Bruchstücke eines grossen drei Exemplare, welche um vieles besser erhalten sind als die bisherigen und welche abzubilden ich für nothwendig erachte. Die hier zur Darstellung gebrachten Exemplare bestätigen, was ich in meiner Beschreibung der Decapodenfauna Ungarns erwähnte, dass nämlich die Exemplare des Kis-Svábhegy meist kleiner sind, als die aus dem jüngeren Bryozoenmergel von Kolozsmonostor beschriebenen. Eines der Kis-Svábhegyer überzeugte mich auch davon, dass der Stirnrand auf der reconstruierten Figur, welche BITTNER auf Grund der bisher von Kolozsmonostor bekannten drei Bruchstücke gegeben hat, etwas mehr nach vorn gezogen ist, als es thatsächlich der Fall.

Fundort: Die in Rede stehenden Exemplare stammen ebenfalls aus dem an Decapoden reichsten Niveau des Kis-Svábhegy, aus dem auf dem Lithothamnienkalk liegenden, gelblichen, foraminiferenreichen Kalkstein.

5. Phlyctenodes Steinmanni, nov. sp.

[Taf. I, Fig. 4.]

1901. *Phlyctenodes Steinmanni, nov. sp.* LÖRENTHEY: Újabb adatok Magyarország harmadkorú rákfaunájához. P. 815 (15). Taf. I. Fig. 4.

Der Cephalothorax ist in der Richtung des Breitendurchmessers mässig, in jener des Längsdurchmessers jedoch stärker convex. Die einzelnen Regionen der Oberfläche sind — insofern dies auf meinem mangelhaften Exemplare zu beurtheilen ist — gut von einander getrennt. Die mittleren, also die Gastral- und Cardiacalregionen, sind durch kräftige Furchen von den, wie es scheint vereinten Hepatical- und Branchialregionen geschieden. Die Gastralregion zerfällt — wie bei *Ph. Hantkeni, Lörent.* — in eine vorn befindliche Proto-Epigastral- und eine mittlere Meso-Urogastralregion. Die Furchen der Branchiogastral- und der Branchiocardiacalregion sind auch hier, wie bei *Hantkeni* am kräftigsten und erstrecken sich wahrscheinlich vom Orbital- bis zum Hinterrand. Die Cardiacalregion, welche annähernd die Form eines verkehrten Dreiecks besitzt, ist von der Meso-Urogastralregion scharf getrennt, aber besonders von der Branchialregion. Diese

neue Species ist über ihre ganze Oberfläche von in Reihen angeordneten, gegen rückwärts allmählich kleiner werdenden Tuberkeln bedeckt. Auf der Proto-Epigastralregion befinden sich drei Reihen solcher Höcker. Etwas kleiner sind die Tuberkeln auf der fünfeckigen Meso-Urogastralregion, welche vier Reihen von je drei Höckern, zusammen also zwölf Tuberkeln, aufweist; überdies ist ein dreizehntes in der Furche zwischen den Proto-Epigastralregionen vorhanden. Noch kleiner sind die auf der Cardiacalregion unregelmässig verstreuten Tuberkeln. Die Branchialregionen sind lädiert, somit ist von deren Verzierung wenig zu sagen, soviel ist jedoch ersichtlich, dass dieselben von grossen Höckern bedeckt sind, welche in mindestens vier — möglicherweise auch in mehr — Reihen angeordnet sind. Es scheint, dass auch die Branchialregion in Subregionen zerfällt, soweit das vorhandene Bruchstück eine Beurtheilung zulässt. Sie wird nämlich von einer scharfen Furche durchzogen, welche die Fortsetzung der, die Proto-Epigastralregionen von der Meso-Urogastralregion trennenden Furche bildet und wahrscheinlich die Epi- und Mesobranchialregion von einander scheidet. Die stark vorspringende Stirn ist ziemlich breit und wird von einer starken Furche in ihrer Mitte geteilt, welche die Fortsetzung jener Furche bildet, die sich zwischen den Proto-Mesogastralregionen dahinzieht. Die Augenhöhlen sind gross, die Orbitalränder geschwellt.

Meine Form stimmt bezüglich der Regionvertheilung mit *Ph. Hantkeni, Lörent.*, mit Hinsicht auf die Art der die Oberfläche bedeckenden Tuberkeln jedoch mit *Ph. Krenneri, Lörent.* überein; da die Höcker der ersteren Species aus mehreren kleineren Tuberkeln zusammengesetzt erscheinen, während sie bei *Krenneri* und meiner neuen Form einfach sind. Die Grösse ist jene von *Hantkeni*, da ich von letzterer ein Exemplar kenne, welches beträchtlich grösser ist, als das abgebildete, während *Steinmanni* doppelt so gross ist, wie *Krenneri*. Meine Form stimmt in Grösse und Verzierung auch mit der von BITTNER aus den Alttertiärbildungen von Avesa beschriebenen *Phlyctenodes Nicolisi, Bittn.** ziemlich

* A. BITTNER: Beiträge zur Kenntniss tertiärer Brachyurenfaunen. [Denkschrift d. k. Akad. d. Wiss. Wien. Bd. XLVIII. P. 17. Taf. 1. Fig. 5.] 1884.

überein, welche jedoch mit kleineren, unregelmässiger verstreuten Tuberkeln bedeckt ist. Ueberdies weicht mein Exemplar durch die Form seiner Meso-Urogastral- und Cardiacalregion von *Nicolisi* in so hohem Maasse ab, dass jeder weitere Vergleich überflüssig wird.

Zur Orientierung über die Grössenverhältnisse mögen hier die Maasse von *Hantkeni* und *Nicolisi* neben jenen meiner Form stehen:

	Steinmanni:	*Hantkeni:*	*Nicolisi:*
Breite	ca. 25 mm	11 mm 23 mm	28,5 mm
Länge	„ 18 „	8 „ 14 „	20 „
Breite der Stirn	10 „	3,5 „ 9 „	10 „
Durchmesser d. Augenhöhle	3 „	2 „ — „	5 „

Fundort: Ein einziges mangelhaftes Exemplar bekam ich von Dr. G. STEINMANN, Professor an der Universität zu Freiburg (i. Br.), welches aus dem an Decapoden reichsten, auf dem Lithothamnienkalk gelagerten, gelblichen, reichlich kleine Foraminiferen führenden Kalkstein des Kis-Svábhegy stammt, in dem übrigens auch Lithothamnien und Orbitoides ziemlich häufig sind.

Diese Art benenne ich zu Ehren des Prof. Herrn G. STEINMANN.

6. Titanocarcinus Raulinianus, M. Edw.?

[Taf. II, Fig. 1.]

1865. *Titanocarcinus Raulinianus, M. Edw.* A. MILNE EDWARDS. Monogr. d. crustacés foss. de la fam. d. Cancériens. P. 277. Pl. XVII. Fig. 3 u. 4.
1897. *Titanocarcinus Raulinianus, M. Edw.* LÖRENTHEY: Math. és Termtud. Értesítö. Bd. XV. P. 155 u. 167.
1898. *Titanocarcinus Raulinianus, M. Edw.* LÖRENTHEY: Math. u. Naturw. Berichte aus Ungarn. Bd. XIV. P. 99 u. 113.
1898. *Titanocarcinus Raulinianus, M. Edw.* LÖRENTHEY: Math. és Termtud. Közlemények. Bd. XXVII. P. 73 u. 153.
1898. *Titanocarcinus Raulinianus, M. Edw.* LÖRENTHEY: Természetrajzi Füzetek. Bd. XXI. P. 57 u. 119.
1901. *Titanocarcinus Raulinianus, M. Edw.?* LÖRENTHEY: Újabb adatok Magyarország harmadkorú rákfaunájához. P. 817 (17). Taf. II. Fig. 1.

Meine Form stimmt mit dem bei MILNE EDWARDS in Figur 3 dargestellten reconstruierten Exemplar am besten überein, da ihr Vorderrand ebenfalls mit fünf Dornen verziert ist, während auf meinem brüchigen Exemplar wie auf EDWARDS' Fig. 4 allem

Anscheine nach sechs solcher Dornen vorhanden waren. Der Vorderrand meiner Form ist etwas gebogener und demzufolge fällt der Breitendurchmesser gerade in die Mitte, während er auf den Figuren von EDWARDS etwas mehr nach vorn zu liegen kommt. Der Stirnrand meiner Form ist in der Mitte stärker eingeschnitten und die beiden Loben desselben sind mehr gebogen, als jene der französischen Exemplare. Dies sind jedoch so geringfügige Abweichungen, dass sie eher als locale, wie specifische betrachtet werden müssen, um so mehr da sich Unterschiede von solcher Grösse auch zwischen den französischen Exemplaren vorfinden, wovon die Figuren 3 und 4 von M. EDWARDS wohl ein beredtes Zeugniss liefern.

Fundort. In meinen „Beiträge zur Decapodenfauna des ungarischen Tertiärs" that ich dieser Species, von der ich ein vorderes rechtes Drittel ihres Cephalothoraxes im foraminiferenreichen gelblichen Kalkstein des Budapester Kis-Svábhegy fand, bereits Erwähnung. Neuerdings spendete Dr. ALEXANDER SCHMIDT der Geologischen Anstalt einen vollkommen unverletzten Cephalothorax, welchen er im lithothamnienreichen Orbitoidenkalk des Budapester Szépvölgy auffand. In dem, das Exemplar umschliessenden Kalkstein finden sich noch vor: Steinkerne von *Orbitoides sp.*, *Orbitolites complanata*, *Lam.*, *Cristellaria sp.* und anderen Foraminiferen, so auch ein an *Lunulites* erinnernder Schnitt.

Telphusograpsus, nov. gen.

So wie die nächste Verwandte der *Palaeomunida* die lebende *Munida* ist, ist die der *Telphusograpsus* die *Telphusa*. Da jedoch unter diesen nicht eine fossile Gattung mit dem lebenden verwandten Genus zu identificieren ist, und da auch keine anderen nahen Verwandten bekannt sind, bin ich gezwungen, auch diese Form für eine neue Gattung zu nehmen, um so mehr, da zwischen *Telphusograpsus* und *Telphusa* eine riesige Altersverschiedenheit obwaltet.

Die schon im Miocän in fossilem Zustande vorkommende *Telphusa* weicht wesentlich von der Mitteläocen-Gattung *Telphusograpsus* nur insofern ab, dass ihr Orbitalrand im Gegensatze zur *Telphusa* gegliedert ist. Dies wäre für sich eine zu geringe

Eigenschaft, als dass sie einer generischen Trennung als Unterlage dienen könnte, da in ein und derselben Gattung Arten mit glattem und gegliedertem Orbitalrand vorkommen. Es ist jedoch höchst wahrscheinlich, da zwischen den beiden Arten — wenigstens nach unserem bisherigen Wissen — ein riesiger Altersunterschied ist, die Lebensweise ebenfalls abweichend ist, dass auch andere Differenzen vorhanden sein mussten, welche sich nicht auf die Oberfläche des Cephalothorax beschränkten, sondern auf anderen Körpertheilen vorkamen und somit auf den bisher bekannten zwei Cephalothorax nicht zu studieren sind. Die Scheidung der bisher zu beschreibenden Szucságer Exemplare von der *Telphusa*gattung erscheint ausser den in der Entwicklung des Orbitalrandes und in der verticalen Verbreitung zu Tage tretenden Unterschieden noch dadurch gerechtfertigt, dass sie im Gegensatze zur continentalen *Telphusa* Meeresbewohner waren und demzufolge auch in anatomischer Hinsicht wesentlich verschieden sein mussten.

Jedenfalls muss *Telphusograpsus* als Ahne der *Telphusa* betrachtet und der Grund für die zwischen ihnen vorhandenen Unterschiede in der Anpassung an die veränderten Existenzbedingungen gesucht werden. Das Verhältniss, in welchem *Telphusograpsus* zur *Telphusa* steht, beweist abermals, dass die continentalen Formen von den marinen abstammen.

7. Telphusograpsus laevis nov. sp.

[Taf. II, Fig. 2 und Fig. 3.]

1901 *Telphusograpsus laevis, nov. sp.* Lörenthey: Újabb adatok Magyarország harmadkorú rákfaunájához. P. 819 (19). Taf. II. Fig. 2—3.

Der beinahe viereckige, an den Seiten abgerundete, nach rückwärts schmäler werdende Cephalothorax ist um Weniges breiter als lang und in der Richtung des Längendurchmessers ebenso wie in der des Breitendurchmessers sehr mässig concav. In letzterer Richtung ist die Verbindungslinie der hintersten Zähne des vorderen Seitenrandes am meisten erhaben. Der vordere Seitenrand geht, einen schwachen Bogen bildend, unvermerkt in den hinteren Seitenrand über. Der Frontalrand bildet im Vereine

mit den Augenhöhlen mehr als zwei Drittel der Breite des Cephalothorax. Der verhältnissmässig schmale und gerade Stirnrand ist kaum abwärts gebogen. In der Mitte der Stirn ist ein so schwacher Einschnitt vorhanden, dass er auch mit der Lupe kaum sichtbar ist; somit ist dieselbe eigentlich nicht in zwei Lappen getheilt. Die Stirn wird gegen die Augenhöhlen von je einer Furche begrenzt. Im Vergleich zur Stirn ist die Augenhöhle breit. Der Orbitalrand erscheint zufolge einer hinter demselben befindlichen Furche geschwellt, obzwar er scharf und glatt ist. Auf dem äusseren Drittel der Augenhöhlen befinden sich je zwei Einschnitte. Diese führen folgende Gliederung des Orbitalrandes herbei: Der Superciliartheil ist am grössten, der praeorbitale — welcher nach aussen von einer schwächeren Furche begrenzt wird, als einwärts — ist schmal und der etwas breitere extraorbitale Theil wird von der vorderen Lobe des vorderen Seitenrandes gebildet. Der vordere Seitenrand zerfällt in drei Lappen, die jedoch durch kaum wahrnehmbare Einschnitte von einander getrennt sind, so dass dem blossen Auge der ganze vordere Seitenrand nur durch eine einfache Leiste geziert erscheint. Dort, wo sich der lange, schwach gebogene Hinterrand mit dem nahezu geraden hinteren Seitenrand vereinigt, weist er einen für die Gehfüsse bestimmten Ausschnitt auf. Den ganzen Hinterrand umsäumt eine glatte Leiste, welche gegen vorn von einer Furche begrenzt wird. Die einzelnen Regionen sind nur sehr mässig von einander getrennt, da bestimmte Furchen kaum vorhanden sind, nur etwaige Einsenkungen zeigen die Grenzen der einzelnen Regionen an. Von bestimmten scharfen Furchen wird nur die Cardiacalregion umgeben. Diese erscheint nämlich vorn gegen die Uro-Gastralregion durch eine nahezu gerade, nach hinten einen mässig convexen Bogen beschreibende, ziemlich tiefe Furche und gegen die Branchialregion durch zwei halbmondförmige Furchen begrenzt, während sie von dem Hinterrand nur eine schwache Vertiefung trennt. Diese Furchen sind bei den entwickelteren Exemplaren stärker, bei den jüngeren schwächer. Abdomen und Gliedmaassen sind unbekannt.

Um von der Proportion der einzelnen Theile und der Grösse der Form ein vollkommenes Bild zu bieten, mögen hier die Maasse

des den Gegenstand der Beschreibung bildenden unverletzten und die des mangelhaften, entwickelteren Exemplares stehen:

Breite	20,0 mm	25,0 mm
Länge	17,0 „	22,0 „
Frontalrand	6,5 „	8,0 „
Augenhöhle (Lumen) . .	3,5 „	4,5 „
Stirn mit Augenhöhle .	16,0 „	18,0 „

Fundort: Dem unermüdlichen Fleisse des Universitätsprofessors A. KOCH, mit welchem derselbe die Tertiärbildungen Ungarns durchforscht und deren Fossilien sammelt, verdanken wir aus dem oberen Grobkalk des Szucságer Steinbruches (Com. Kolozs) eine *Catometopa,* welche sich als neue Gattung entpuppte. An derselben Stelle entdeckte Prof. KOCH die von BITTNER beschriebenen *Neptunus Kochii, Goniocypoda transsilvanica* und *Dromia Corvini,* welche im Vereine mit *Telphusograpsus laevis* bisher nur von Szucság bekannt sind.

* * *

Wie wir wissen, stammt der grösste Theil der von Ungarn bisher bekannten tertiären Decapoden aus dem oberen Eocenkalkstein des Budapester Kis-Svábhegy. Auch in dieser Abhandlung beschreibe ich die meisten Formen von hier. Die in Südfrankreich und in dem nördlichen Italien verbreitete *Phlyctenodes*gattung wurde von hier abermals mit einer neuen Art bereichert, so dass wir jetzt aus Ungarn bereits drei ihrer Species kennen, welche alle aus einem Niveau stammen und bisher ausschliesslich nur vom Kis-Svábhegy bekannt sind.

Bisher waren vom Kis-Svábhegy in der Literatur 17 Gattungen und innerhalb dieser 30 Arten besprochen resp. mit der *Darányia granulata, Lörent.* und der durch OPPENHEIM abgetrennten *Micromaja Lörentheyi, Oppenh.** — letztere wird nämlich als selbständige Species betrachtet — 32 Arten innerhalb 18 Gattungen. Zu diesen kommen nun die *Phlyctenodes Steinmanni nov. sp., Ranina Bittneri nov. sp.* und *Palaeomunida nov. gen. defecta*

* Rivista Italiana di Palaeontologia. Anno V. Fasc. II. 1899. P. 57.

nov. sp. Somit beträgt die Zahl der Arten der Kis-Svábhegyer Formen 34, welche zu 19 Gattungen gehören.

BITTNER schreibt in seinem über meine Arbeit veröffentlichten und bereits erwähnten Referate von der *Lobocarcinus Paulino-Würtenbergensis, Mayer* auf Seite 404: „Hoffentlich ist die Provenienz des Unicums aus dem Kalke des Kleinschwabenberges völlig sichergestellt." Daraufhin kann ich erwidern, dass ich ganz bestimmt und allen Zweifel ausschliessend weiss, es habe sie ein Arbeiter Namens MAGYAR in dem nördlichst gelegenen Steinbruche des Kis-Svábhegy gefunden.

Das von Prof. SCHMIDT gesammelte reiche Decapodenmaterial legt auch Zeugniss von der Häufigkeit der Arten in der Fauna vom Kis-Svábhegy ab, deshalb halte ich es nicht für überflüssig, zu erwähnen, in welcher Menge die bereits bekannten Formen neben den neuen in diesem Material vorkommen.

Die *Ranina Reussi, Woodw.* ist in 25 Exemplaren vom Kis-Svábhegy und in 5 Exemplaren vom Szépvölgy vorhanden und ist somit thatsächlich die häufigste Form dieses Niveaus.

Calappilia dacica, Bittn. ist häufiger, als ich dachte, da sich ihrer 6 Exemplare in dieser Sammlung vorfinden.

Micromaja tuberculata, Bittn. ist in einem,

Phrynolambrus corallinus, Bittn. in drei schönen und einem brüchigen,

Palaeocarpilius macrocheilus, Desm. in etwa fünf, *var. coronatus Bittn.* in acht Exemplaren vorhanden.

Phymatocarcinus eocenicus, Lörent. ist in der Sammlung durch fünf Exemplare vertreten, deren vier bezüglich der Grösse mit der bisher bekannten grössten Form übereinstimmen.

Phlyctenodes Hantkeni, Lörent. kommt in einem prächtigen Exemplare vor.

Die in dem Kapitel: „Rückblick und Schlussfolgerungen" meiner über die Decapoden des ungarischen Tertiärs festgestellten Facta werden durch die hier mitgetheilten Beiträge nur bekräftigt, worüber ich noch in der „Rivista Italiana di Palaeontologia" schreiben werde. Hier will ich nur noch mit einigen Worten den Reichthum der Fauna besprechen.

Die neueren Formen gehören zu denselben Subordnungen

und Familien der Decapoden, welche auch schon bisher aus Ungarn bekannt waren.

Die *Anomuren* wurden bisher nur durch die *Pagurus*gattung vertreten, die nur eine Species, den *priscus, Brocc.*, aufweist. Dazu kommt jetzt die *Palaeomunida n. g. defecta n. sp.* Während jedoch *Pagurus* aus der oberen Mediterranstuffe stammt, vertritt die *Palaeomunida* das Subgenus der *Anomuren* im oberen Eocän.

Alle Familien der *Brachyuren* sind vertreten; während uns jedoch von den *Dromiaceae* innerhalb einer Gattung nur zwei Arten bekannt sind, kennen wir von den *Raninidae* mit der *Ranina Bittneri n. sp.* zusammen acht Arten in drei Gattungen und von den *Oxystomidae* innerhalb vier Gattungen vier Arten. In der Familie der *Oxyrrhynchidae* trat an Stelle des *Lambrus? sp. ind.* die *Andorina elegans Lörent.* und somit enthält auch diese innerhalb vier Gattungen vier Arten. Die Familie der *Cyclometopidae* wurde um die neue Art *Phlyctenodes Steinmanni* reicher und somit sind innerhalb ihrer 15 Gattungen nunmehr 30 Arten und Varietäten bekannt. Die Familie der *Catometopidae* zählt mit *Darányia granulata, Lörent.* und *Telphusograpsus n. g. laevis nov. sp.* 11 Arten in 9 Gattungen. Somit ist die Zahl der aus den Ländern der ungarischen Krone bekannten Gattungen von 36 auf 39 und die der Arten von 74 auf 79 gestiegen.

Dies neuere Material bekräftigt meine bereits früher ausgesprochene Ansicht, dass die Tertiärbildungen Ungarns bisher an Decapoden am reichsten sind. Auch BITTNER sagt in seinem Referate* über meine Arbeit: „Einen auch nur annähernd ähnlichen Reichthum an fossilen Decapoden hat in der That bisher kein anderes Tertiärgebiet aufzuweisen, selbst das Vicentinische bleibt weit zurück."

Erklärung der Tafeln.

Tafel I.

Fig. 1. *Ranina Bittneri nov. sp.* Aus dem gelblichen, foraminiferenreichen Kalkstein des Budapester Kis-Svábhegy, welcher unter den Orbitoidenkalk des letzteren gelagert ist; 1*a*. von oben und 1*b*. von der Seite gesehen.

Fig. 2. *Ranina Bittneri nov. sp.* Ebendaher; 2*a*. von oben, 2*b*. von der Seite gesehen. 2*c*. die Oberfläche —, vergrössertes Bild der Mitte und 2*d*. des Seitentheiles des Cephalothorax.

Fig. 3. *Palaeomunida n. g. defecta n. sp.* Ebendaher. Die Figur ist nicht am besten gelungen.

Fig. 4. *Phlyctenodes Steinmanni nov. sp.* Ebendaher.

Fig. 5. *Calianassa rapax, Bittn.* Aus den mittleren Oligocenschichten von Méra (Comitat Kolozs).

Tafel II.

Fig. 1. *Titanocarcinus Raulinianus, M. Edw.?* Aus dem lithothamnienreichen Orbitoidenkalk des Szépvölgy bei Budapest. 1*a*. von oben und 1*b*. von vorn gesehen.

Fig. 2—3. *Telphusograpsus n. g. laevis nov. sp.* Aus den im Steinbruch bei Szucság (Comitat Kolozs) aufgeschlossenen oberen Grobkalkschichten. 2*a*. von oben, 2*b*. von vorn und 2*c*. von der Seite gesehen.

Fig. 4. *Phrynolambrus corallinus, Bittn.* Aus dem gelblichen, foraminiferenreichen Kalkstein des Budapester Kis-Svábhegy, welcher über die lithothamnienreiche Schicht des letzteren gelagert ist. 4*a*. von oben, 4*b*. von der Seite und 4*c*. von vorn gesehen.

Fig. 5—6. *Phrynolambrus corallinus, Bittn.* Ebendaher.

---

* Verh. d. k. k. geol. R. A. Jahrg. 1898. P. 406.

7.

DIE CICINDELIDEN UNGARNS.

Von ERNEST CSIKI, Budapest (Nationalmuseum).

Vorgetragen in der Sitzung der zoologischen Section der königl. ung. Naturwissenschaftlichen Gesellschaft am 6. April 1900. (In ungarischer Sprache im 1. Heft der „Állattani Közlemények" [Zoologische Mittheilungen] S. 37—52 im Juni 1900 erschienen.)

Ein Einblick in die coleopterologische Litteratur Ungarns zeigt, dass sowohl einheimische als auch ausländische Fachleute in ihren zahlreichen Arbeiten, welche in der letzten Hälfte dieses Jahrhunderts erschienen sind, zahlreiche Daten, Neubeschreibungen und verschiedene Beobachtungen aufhäuften, jedoch kein zusammenfassendes descriptives Werk über die Coleopteren Ungarns geboten haben. Freilich nimmt die Abfassung eines solchen Werkes viel Zeit in Anspruch, was auch gar nicht zu verwundern ist, wenn man den Reichthum der ungarischen Käferfauna betrachtet, welche schon jetzt beiläufig 8000 Arten und Varietäten umfasst. Ich glaube daher all Jenen, die sich für die Käferfauna Ungarns interessieren, einen Dienst zu erweisen, wenn ich einzelne Familien derselben bearbeite. Bei dieser Gelegenheit* biete ich, die systematische Reihenfolge eröffnend, eine Bearbeitung der *Cicindeliden*, einer Familie aus der Familienreihe **Caraboidea.**

Fam. **Cicindelidae** LEC. & HORN.**

Kopf gross; Augen stark vortretend, gewölbt; Clypeus schmal, die Stirn und einen Theil der Wangen begrenzend. Fühler faden-

* Von anderen Familien bearbeitete ich bisher in den „Rovartani Lapok" die Endomychiden, Cleriden und von den Chrysomeliden die Subfamilie Criocerinae (Orsodacnini, Donaciini et Criocerini).

** Um Anfängern leicht über die Terminologie hinwegzuhelfen, haben wir GANGLBAUER's ausgezeichnete Abbildung (s. Fig. 1) übernommen.

förmig, elfgliedrig, an der Stirn innerhalb der Wurzel der Mandibeln eingefügt; die ersten vier Glieder kahl, die übrigen behaart.

Das Halsschild vor dem Vorder- und Hinterrand quer eingedrückt und in der Mittellinie gefurcht; bei den in Ungarn vorkommenden Arten theilweise oder ganz mit weisser Behaarung bedeckt. Schildchen dreieckig, durchschnittlich bei *Cicindela campestris* LINN. am grössten und bei *Cicindela soluta* LATR., DEJ. am kleinsten.

Die Flügeldecken bedecken den Hinterleib ganz. Auf den dunklen Flügeldecken finden sich gewöhnlich weisse Flecken oder Binden, bezw. Lunulen. Die Zeichnung besteht aus: 1. einer Humerallunula, die auch in zwei Theile getheilt sein kann; 2. zwei Flecken im ersten Viertel, einer neben dem Seitenrand und einer neben der Mitte; 3. zwei den vorigen entsprechenden Mittelflecken, die auch zu einer breiten Querbinde verschmelzen können; 4. schliesslich eine Apicallunula, die ebenfalls getheilt sein kann. Ausserdem kommen noch folgende Variationen vor, die wir nach HORN und ROESCHKE folgendermaassen bezeichnen:

1. *forma humeralis:* wenn die Schulterflecke verbunden sind, also eine Lunula bilden, oder die Humerallunula getheilt ist;

2. *forma apicalis:* wenn die Flecken an der Flügeldeckenspitze verbunden sind, oder die Apicallunula getheilt ist;

3. *forma marginalis:* wenn sich die breite Querbinde der Flügeldecken neben dem Spitzenrande verbreitert oder wenn sie verbreitert ist, ihre Seitentheile fehlen;

4. *forma circumflexa:* wenn sich einzelne Flecken so stark verlängern, dass sie die Mittelbinde mit der Humeral- und Apicallunula verbinden;

5. *forma semicircumflexa* ist der vorhergehenden ähnlich, allein die Mittelbinde ist nur mit der Humeral- oder nur mit der Apicallunula verbunden;

6. *forma dilatata:* wenn die weisse Farbe sehr ausgedehnt ist;

7. *forma dilacerata:* wenn die Mittelbinde vom Seitenrande getrennt, wenn sie zerrissen ist oder ganz fehlt;

8. *forma connata:* wenn der Mittelfleck mit dem mittlern Seitenrandfleck verbunden ist.

Der Farbe nach kennen wir rothe *(rufa)*, röthliche *(rufescens)*,

schwarze *(nigra)*, schwärzliche *(nigrescens)*, blaue *(coerulea)*, bläuliche *(coerulescens)*, grüne *(viridis)* und grünliche *(viridescens)* Abänderungen.

Die Flügel entsprechen denjenigen der Carabiden, verschieden sind sie nur darin, dass die *vena externomedia* mit der medianen Längsader der *area externomedia* nur durch eine einfache Querader verbunden ist, es fehlt also das den Carabiden charakteristische Oblongum. Die Flügel der einzelnen Cicindela-Arten sind beinahe ganz gleich, Unterschiede sind nur in der Form und den Maassen zu finden. Die Flügel von *Cicindela chiloleuca* FISCH. (s. Taf. II, Fig. 19) sind schon vom Flügel der *Cicindela campestris* LINN., *C. hybrida* LINN. oder *C. soluta* LATR., DEJ. (s. Taf. II, Fig. 20) verschieden. Ein Unterschied findet sich ausser der Form auch im Flügelgeäder, nämlich innerhalb der *vena analis* befindet sich noch ein Ast.

Die Hinterbrust ist durch eine Quersutur getheilt, der hintere Theil sendet einen dreieckigen Fortsatz zwischen die Hinterhüften.

Die Beine sind lang; die Trochanteren der Vorder- und Mittelbeine sind klein, die der Hinterbeine sind gross; Tarsen fünfgliedrig. Die drei ersten Glieder der Vordertarsen sind beim Männchen breiter und ihre Sohle bürstenartig behaart. Die Haft-haare finden nach SIMMERMACHER (Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. XL. Bd., 1884, p. 517, Taf. XXVI, Fig. 31) bei der Paarung Verwendung, sie dienen nämlich den Männchen zum Anklammern an die Weibchen.

Die Zahl der Abdominalsegmente ist bei den Männchen um eins mehr als bei den Weibchen; Männchen haben 8 Rücken- und 7 Bauch-, Weibchen 7 Rücken- und 6 Bauchsegmente. Die ersten drei Bauchsegmente sind verwachsen, aber die einzelnen Segmente durch deutliche Suturen getrennt.

Die Lebensweise der *Cicindeliden* ist den Fresswerkzeugen und langen Beinen entsprechend räuberisch; ihr behendes Laufen ist ihnen beim Ergreifen der Beute sehr behilflich. Ueberhaupt sind die Cicindelen im Sonnenscheine sehr lebhaft, auch ihr Flug ist dann ein rascher. Wie es scheint, wird die Körperfarbe durch die Trockenheit oder Feuchtigkeit des Bodens beeinflusst;

so sind auch die auf Sandflächen vorkommenden Arten grau- oder gräulich-bronzefarbig (z. B. *C. hybrida* LINN.), während die auf Wiesen und Feldern vorkommenden grün (z. B. *C. campestris* LINN.), die auf Salzboden lebenden Arten (z. B. *C. stigmatophora* FISCH., *C. chiloleuca* FISCH.) stark weiss gezeichnet sind. Einzelne Arten leben auf salzigem oder sodareichem Boden, andere in Fichtenwaldungen. Die indo-australischen *Tricondyla*-Arten laufen, von unseren Cicindela-Arten verschieden, auf Baumstämmen umher. Die Cicindeliden gehen tagsüber ihrer Beute nach und zwar grösstentheils bei Sonnenschein; bei schlechtem Wetter und nachts ziehen sie sich in ihre unterirdischen Gänge zurück. Eine Ausnahme bilden die *Megacephala*-Arten, welche Nachtthiere sind; diese sind aber fast ausschliesslich amerikanische, australische und afrikanische Thiere, nur *Megacephala* (Tetracha) *euphratica* DEJ. kommt auch in Spanien vor.

Was die Systematik anbelangt, so wurde bis vor kurzem LACORDAIRE's Eintheilung aus dem Jahre 1842 befolgt, spätere wurden nicht berücksichtigt, so auch CHAUDOIR's Berichtigungen nicht. In jüngster Zeit wies WALTHER HORN darauf hin, wie unhaltbar die früheren Systeme sind, da sie einseitig nur auf die Bildung der Mundtheile basierten, diese aber oft bei ein und derselben Art sehr grossen Veränderungen unterworfen sind. W. HORN's Verdienst ist es, eine neue Eintheilung geboten zu haben*; nach dieser zerfällt die Familie der *Cicindelidae* in folgende Subfamilien: *Ctenostominae, Collyrinae, Theratinae, Cicindelinae, Megacephalinae, Neomantichorinae, Palaeomantichorinae*** und *Platychilinae*. Bei uns kommt nur eine Gattung (*Cicindela* LINN., DEJ.) vor, die in die Unterfamilie der *Cicindelinae* und deren Tribus *Cicindelini* gehört.

Die Cicindeliden sind auf der ganzen Erde verbreitet und namentlich in der warmen Zone durch zahlreiche Arten vertreten.

---

* „Revision der Cicindeliden mit besonderer Berücksichtigung der Variationsfähigkeit und geographischen Verbreitung". Beiheft der Deutsch. Entom. Zeitschr. 1898 und „Ueber das System der Cicindeliden". (Deutsche Entom. Zeitschr. 1899, p. 33—51.)

** Den Nomenclaturregeln gemäss ist jedoch statt Neomantichorinae *Amblychilinae* und statt Palaeomantichorinae *Mantichorinae* zu gebrauchen.

Bisher sind gegen 1300 Arten bekannt, davon leben jedoch in der paläarktischen Region nur 60, in Ungarn aber nur 11 Arten.

1. Gattung. **Cicindela** (LINN.) DEJ.

LINNÉ, Systema Naturae, ed. X. (1758) 407. — DEJEAN, Species générales des Coléoptères. I. (1825) 17. — LACORDAIRE, Genera des Coléoptères. I. (1859) 17. — SCHAUM, Naturgeschichte der Insekten Deutschlands. I. (1856) 8. — JACQUELIN-DUVAL, Genera des Coléoptères d'Europe. I. (1855) 2. — GANGLBAUER, Die Käfer von Mitteleuropa. I. (1892) 10.

Synonyme: *Cylindera* WESTWOOD, Mag. Zool. Bot. I. 251. — *Chaetostyla* GANGLBAUER, Die Käfer von Mitteleuropa. I. (1892) 11.

Literatur: W. HORN & H. ROESCHKE, Monographie der paläarktischen Cicindelen. Berlin 1891.

Der Kopf auf den Wangen, Schläfen und auf der Stirn neben den Augen parallel gestreift. Kinn in der Mitte mit einem Zahn. Letztes Glied der Kiefertaster länger als das vorletzte, gegen die Spitze erweitert. Die Glieder der Lippentaster sind cylindrisch, das erste Glied kurz, das zweite lang, das Endglied kürzer als das zweite. Fühler fadenförmig. Das Halsschild schmäler als die Flügeldecken. Flügeldecken punktiert; Flügel entwickelt. Die ersten drei Tarsenglieder der Männchen erweitert, auf der Unterseite bürstenartig behaart.

Von den in Ungarn vorkommenden *Cicindela*-Arten sind bisher die Larven von *C. campestris, hybrida* und *maritima* bekannt. Bei dieser Gelegenheit will ich die Beschreibung einer weiteren bisher unbekannten Larve, der von *C. chiloleuca* FISCH. geben.

Die Larve dieser Art gleicht im Ganzen der von SCHIÖDTE beschriebenen und abgebildeten Larve von *C. hybrida* (Naturhistorisk Tidsskrift. III. Raekke, 4. Bd. 1866, p. 440, tab. XII. f. 1—6). Sie ist gelblich-weiss, Kopf und Halsschild schwarzbraun (ohne grünlichen Metallschimmer). Unterschiede finden sich nur in der Bildung des Kopfes, dieser ist viel breiter als lang, oben stark ausgehöhlt, ohne Längsfurchen; Clypeus glatt, vorn bogenförmig abgerundet, die Ecken stumpf; Mandibeln kräftig, innerer Zahn breit, dessen Spitze abgerundet. Die Kehlfurche reicht bis zur kurzen Transversalfurche, bildet also eine T-Form; der hintere Rand der Kehle bildet einen schwächeren Bogen (Taf. II, Fig. 21 u. 22). Im übrigen ist sie mit der Larve

von *C. hybrida* übereinstimmend, nur das letzte Abdominalsegment ist nicht gerade abgestutzt, sondern schwach ausgeschweift. Ihr Vorkommen ist dasselbe wie bei den anderen Larven; sie gräbt

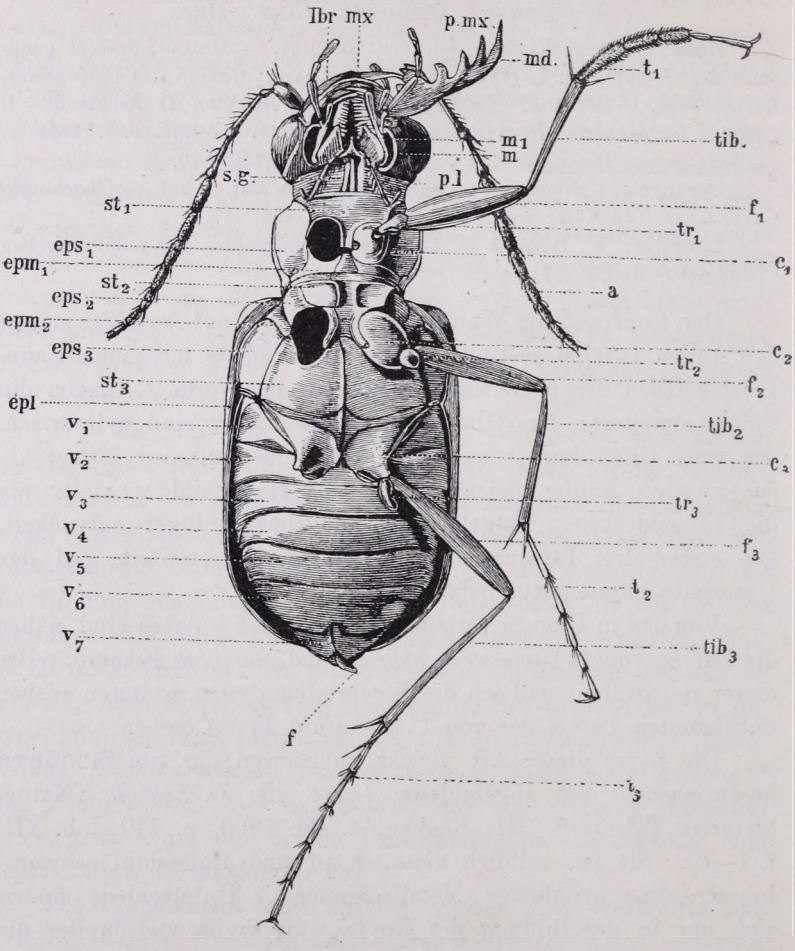


Fig. 1. Unterseite einer männlichen *Cicindela campestris* Linn.

a. Fühler (antenna); *lbr.* Vorderrand der Oberlippe (labrum); *md.* Oberkiefer (mandibula); *mx.* Unterkiefer (maxilla); *p. mx.* Kiefertaster (palpus maxillaris); *m.* Kinn (mentum); m_1. Kinnzahn; *p. l.* Lippentaster (palpus labialis); *s. g.* Kehlnähte (suturae gulares); st_1. Vorderbrust (prosternum); st_2. Mittelbrust (mesosternum); st_3. Hinterbrust (metasternum); esp_1, eps_2, eps_3. Episternen der Vorder-, Mittel- und Hinterbrust; epm_1, epm_2. Epimeren der Vorder- und Mittelbrust; V_1, V_2, V_3, V_4, V_5, V_6, V_7. erstes bis siebentes Ventralsegment (segmentum ventrale 1—7); *f.* Penis; Theile der Vorder-, Mittel- und Hinterbeine: c_1, c_2, c_3. Hüften (coxae); tr_1, tr_2, tr_3. Schenkelringe (trochanteres); f_1, f_2, f_3. Schenkel (femora); tib_1, tib_2, tib_3. Schienen (tibiae); t_1, t_2, t_3. Füsse (tarsi). [Nach Ganglbauer.]

nämlich 15—50 cm tiefe, beinahe senkrechte Gänge in sandigem oder mehr lehmigem Boden, und lauert in diesen auf ihre Beute, die sie in das Ende des Ganges hinabzieht und aussaugt.

Die *Cicindeliden*, sowie der grösste Theil der *Caraboiden* sind Raubthiere, sie gehören also zu den landwirthschaftlich nützlichen Thieren.

Bestimmungstabelle der Arten:

1. Flügeldecken in der Mitte der Basis mit gelblich-weissen Haaren bedeckt . . . . . 1. *soluta* LATR., DEJ.
— Flügeldecken an der Basis ohne Behaarung . . . . . 2.
2. Episternen der Vorderbrust behaart . . . . . 3.
— Episternen der Vorderbrust nicht behaart. 6. *germanica* LINN.
3. Mitte des Halsschildes nicht behaart . . . . . 4.
— Mitte des Halsschildes behaart . . . . . 9.
4. Oberlippe schwarz, in der Mitte mit Längskiel. 2. *silvatica* LINN.
— Oberlippe gelblich-weiss, ohne Längskiel . . . . . 5.
5. Wangen kahl. . . . . 6.
— Wangen behaart . . . . . 8.
6. Stirn sehr fein gestreift, die Streifen parallel. Halsschild vorn schwach vorgezogen. . . . . 7.
— Stirn gerunzelt und kräftig gestreift. Vorderrand des Halsschildes gerade, nicht vorgezogen. 5. *campestris* LINN.
7. Erstes Fühlerglied vorn behaart. Oberlippe dreifach ausgeschweift, in der Mitte mit einem kräftigen Zahn (Taf. II, Fig. 17). . . . . 3. *silvicola* LATR., DEJ.
— Erstes Fühlerglied vorn kahl, nur an der Spitze mit einigen Haaren. Oberlippe gerade abgestutzt oder schwach bogenförmig gerundet, in der Mitte ohne Zahn (Taf. II, Fig. 18), oder wenn ein solcher vorhanden, so ist er sehr klein . . . . . 4. *hybrida* LINN.
8. Mitte der Bauchsegmente (mit Ausnahme des Hinterrandes) nicht punktiert. Kleinere Thiere; Länge 6—12 mm. 10. *Fischeri* ADAMS.

8. Mitte der Bauchsegmente stark punktiert. Grössere Thiere; Länge 10—16 mm . . . . . 11. *litoralis* FABR.
9. Halsschild hinten schmäler als in der Mitte . . . . . 10.
— Halsschild hinten so breit als in der Mitte. 9. *viennensis* SCHRNK.
10. Die Längsstreifen der Stirn neben den Augen sehr fein. 7. *stigmatophora* FISCH.
— Die Längsstreifen der Stirn neben den Augen kräftig. 8. *chiloleuca* FISCH.

* * *

Beschreibung der Arten und Varietäten:

1. Cicindela soluta LATR., DEJ. 1822.

Hist. Nat. Icon. Col. 1822—1824, p. 47, t. 3, f. 8.

DEJEAN, Species Coléopt. I, p. 70; Iconogr. d. Coléopt. I, 1829, p. 28, pl. 3, f. 7. — SEIDLITZ, Fauna Transsylvanica. 1888, p. 1. — BEUTHIN, Entom. Nachrichten. 1890, p. 90. — HORN, Monogr. paläarkt. Cicind. 1891, p. 14, t. I, f. 1. — GANGLBAUER, Die Käfer v. Mitteleuropa. I, 1892, p. 14 u. 536. — *sylvicola subspec. soluta* DEJ. — REDTENBACHER, Fauna Austriaca. 3. Aufl. Bd. I, 1874, p. 4, Note.

ab. Kraatzi BEUTHIN, Entom. Nachrichten. 1890, p. 90. — HORN, Monogr. paläarkt. Cicind. 1891, p. 14. — GANGLBAUER, Die Käfer v. Mitteleuropa. I, 1892, p. 15.

ab. violacea CSIKI, Természetrajzi Füzetek. XXII, 1899, p. 247.

Tafel I, Fig. 1.

Flügeldecken parallelseitig, stark punktiert, hinten abgerundet, an der Mitte der Basis gelblich-weiss behaart. Oberseite grünlich-kupferfarbig oder kupferig-roth, die Eindrücke des Halsschildes grün oder bläulich-grün. Unterseite kupferig-roth, Abdomen grün oder bläulich. Die weisse Zeichnung der Flügeldecken besteht aus einem kleinen runden Schulterflek und einem nach aussen gerichteten kommaartigen Fleck im ersten Drittel neben dem Seitenrand (diese beiden würden also verbunden die Humerallunula bilden), aus einer zweimal geknickten, die Naht nicht erreichenden Mittelbinde hinter der Mitte, und aus einer Apicallunula, die an der Naht breit beginnt, sich allmählich verengend bis zum Seitenrand zieht und von hier einwärts laufend, in einem grossen runden Fleck endigt. Länge 13—15 mm.

Ausser der Stammform kommen in Ungarn zwei Farbenvarietäten vor, nämlich *ab. Kraatzi* BEUTH. mit metallisch-grünen Flügeldecken, und die schöne dunkelblaue oder blauviolette *ab. violacea* CSIKI.

Ihre Verbreitung erstreckt sich ausser Ungarn westlich bis Niederösterreich (Wien), östlich durch Südrussland bis Westsibirien. Sie kommt auf sandigen Ebenen vor, dringt aber neben Flüssen auch in die Gebirge ein. In Ungarn ist sie im grossen Alföld nicht selten; einmal wurde sie auch bei Brassó in Siebenbürgen gefangen (MÉHELY).

Ich selbst kenne sie von folgenden Fundorten: I. Budapest, Rákos-Palota, Isaszegh, Gödöllö, Hadház, Peszér; II. Kup; VI. Grebenácz. Die *ab. Kraatzi* BEUTH. kommt bei Rákos und auf der Insel Csepel, *ab. violacea* CSIKI bei Rákos vor.*

2. Cicindela silvatica LINNÉ, 1758.

Systema Naturae. Ed. X, 1758, p. 407.

STURM, Deutschlands Insekten. VII, 114. 9. tab. 180. f. a. — DEJEAN, Species gen. des Coléoptères. I, 1825, p. 71; Iconogr. des Coléoptères. I, 1829, p. 20, t. 3, f. 3. — SCHAUM, Naturg. Insekt. Deutschl. I, 1856, p. 12. — SEIDLITZ, Fauna Transsylvanica. 1888, p. 1. — BEUTHIN, Entom. Nachr. 1890, p. 211. — HORN, Monogr. paläarkt. Cicindelen. 1891, p. 22, T. 1, f. 2. — GANGLBAUER, Die Käfer von Mitteleuropa. I. 1892, p. 12.

ab. hungarica BEUTHIN, Entom. Nachr. 1890, p. 211. — HORN, Monogr. paläarkt. Cicind. 1891, p. 24, T. 1, f. 2b. — GANGLBAUER, Die Käfer von Mitteleuropa. I. 1892, p. 12.

Tafel I, Fig. 2—3.

Oberlippe schwarz, in der Mitte mit einem Längskiel; Mandibeln schwarz, nur ihre Basis auf der Aussenseite gelblich-weiss; Kiefer- und Lippentaster metallisch. Oberseite bronzeschwarz oder grünlich bronzefarbig, Flügeldecken seidenartig glänzend; unten dunkelviolett; Tibien und Tarsen kupferig-grün. Die weisse Zeichnung der Flügeldecken besteht aus einer Humerallunula, die nicht selten unterbrochen ist, aus einer schiefen, wellenartigen Mittelbinde und einem runden Fleck im letzten Viertel neben dem Seitenrand. Selten sendet der runde Spitzenfleck einen mehr

* Die römischen Zahlen bedeuten die zoogeographischen Regionen Ungarns, wie sie in der „Fauna Regni Hungariae" bestimmt wurden.

oder weniger langen Spitzenast gegen Spitze (Taf. II, Fig. 3); solche Stücke bilden *ab. hungarica* BEUTH. — Länge 14—19 mm.

Cicindela silvatica lebt mehr in nördlicheren Gebieten (nördliches Europa, Sibirien) und ist Bewohner der Fichtenwälder. In Ungarn ist sie sehr selten und nur aus Nordungarn, von Sasvár (Com. Nyitra) und Bártfa (Com. Sáros) bekannt. *Ab. hungarica* BEUTH. wurde nach ungarischen Stücken beschrieben, sie kommt aber überall neben der Stammform vor.

3. Cicindela silvicola LATR., DEJ. 1822.

Hist. Nat. Icon. Col. Eur. 1822—24, 51, pl. 4, f. 4.

DEJEAN, Spec. gen. des Coléopt. I, 1825, p. 67; Iconogr. des Coléopt. I, 1829, p. 23, pl. 3, f. 2. — SCHAUM, Naturg. Insekt. Deutschl. I, 1856, p. 20. — REDTENBACHER, Fauna Austriaca. 3. Aufl., I, 1872, p. 4. — SEIDLITZ, Fauna Transsylvanica. 1888, p. 1. — HORN, Monogr. paläarkt. Cicind. 1891, p. 29, t. I, f. 6. — GANGLBAUER, Die Käfer von Mitteleuropa. I. 1892, p. 13 u. 535. *ab. tristis* DTORRE, 8. Jahresber. Ver. Naturk. Linz 1877, p. 22. — *bicolor* SCHULZ, Entom. Nachr. XXVI, 1900, p. 159.*

Tafel I, Fig. 4.

Grünlich-kupferfarben oder grün, selten bläulich-violett oder kupferbraun (*ab. tristis* DTORRE). Das erste Fühlerglied vorn behaart. Kopfschild dreifach ausgeschweift, in der Mitte mit einem starken Zahn (Taf. II, Fig. 17). Kopf gross, das Halsschild etwas schmäler, trapezförmig. Flügeldecken oval, im zweiten Drittel am breitesten, von hier nach rückwärts oval gerundet. Die weisse Zeichnung besteht aus einer gewöhnlich unterbrochenen Humerallunula, aus einer breiteren Mittelbinde und einer Apicallunula, welch letztere nur sehr selten getheilt ist. Länge 14—17 mm.

Ihre Verbreitung erstreckt sich auf die Gebirge von Mitteleuropa. In Ungarn in den gebirgigen Gegenden nicht selten; in den Karpathen überall zu finden. Bisher wurde sie an folgenden Orten gesammelt: II. Köszeg, Sopron; III. Selmecz, Hermánd, Zsolna, Koritnyicza, Tátrafüred; IV. Bártfa, Ungvölgy, Simonkahegy, Varannó, Szinnaikö, Rabaszkala, Lopuszánkavölgy; V. Bogdánháza, Zilah, Apácza, Szászrégen, Bükszád, Büdöshegy, Héviz,

* Das Aufstellen dieser neuen Abänderung war ganz überflüssig, DTORRE beschrieb dieselbe Form schon 1877 als *tristis*.

Brassó, Predeal, Kerczi hegység, Vöröstorony, Lotriora völgye, Porcsesd, Fenyöfalva, Nagy-és Kis-Talmács, Kis-Disznód, Praesbe, Riuszadului, Paring, Zsil-völgye, Retyezát; VI. Szemenik, Herkulesfürdö; VII. Fuzine, Stalak.

4. Cicindela hybrida Linné, 1758.

Systema Naturae. Ed. X, 1758, p. 407.

Dejean, Spec. gen. des Coléopt. I, 1825, 64; Iconogr. des Coléopt. I, 1829, 19, t. 2, f. 6. — Schaum, Naturg. Ins. Deutschl. I, 1856, 21. — Seidlitz, Fauna Transsylv. 1888, p. 1. — Roeschke, Monogr. paläarkt. Cicind. 1891, p. 34. — Ganglbauer, Die Käfer von Mitteleuropa I, 1892, p. 13 u. 536.

In Ungarn vorkommende Varietäten:

ab. virescens Letzner, Zeitschr. f. Entom. Breslau 1849, II, Nr. 10, p. 46.

ab. bipunctata Letzner, Zeitschr. für Entom. Breslau 1849, II, Nr. 10, p. 46.

ab. monasteriensis Westhoff, Die Käfer Westfalens. 1882, p. 2. — *riparia* auct. nec Dej.

var. magyarica Roeschke, Monogr. paläarkt. Cicind. 1891, p. 40. — *Sahlbergi* Frivaldszky Imre, Jellemzö adatok Magyarország faunájához. 1865, p. 54. — Frivaldszky János, Magyarország futonczféléi (Carabidae). M. Tud. Akad. Értek. term. tud. köréböl. 1874. p. 24. — *transversalis* Frivaldszky János, Magyarország futonczféléi (Carabidae) 1874, p. 74.

subsp. riparia Dejean, Spec. gen. des Coléopt. I, 1825, p. 66. — Roeschke, Monogr. paläarkt. Cicind. 1891, p. 36 u. 41, t. 1, f. 9. — *danubialis* Dahl i. l.

subsp. maritima Latr., Dej. Hist. Nat. Icon. Coléopt. 1822—24, p. 52, t. 4, f. 5. — Dejean, Spec. gen. des Coléopt. I, 1825, p. 67; Iconogr. des Coléopt. I, 1826, p. 22, t. 3, f. 1. — Roeschke, Monogr. paläarkt. Cicind. 1891, p. 37 u. 44. — Ganglbauer, Die Käfer von Mitteleuropa I, 1892, p. 14 u. 536.

Tafel I, Fig. 5—15.

Kupferig-grün, grau-grün, bronze- oder schwärzlich kupferfarben. Stirn und die Seiten des Halsschildes gelblichweiss behaart. Flügeldecken oblongoval, beim ♂ beinahe parallelseitig, beim ♀ nach hinten verbreitert, stark punktiert; ihre Zeichnung besteht aus einer Humeral- und Apicallunula und einer breiten mehr oder weniger geknickten Mittelbinde. Von Varietäten sind zu nennen: die lebhaft grüne *ab. virescens* Letzner, dann *ab. monasteriensis* Westhoff (Taf. I, Fig. 7) mit weniger gebogener, fast gerader Mittelbinde (diese Form wurde bisher in der ungarischen coleopterologischen Litteratur immer als *riparia* Dej. auf-

geführt). Unter den weiblichen Exemplaren der *C. hybrida* finden sich auch solche, bei welchen sich im ersten Drittel nahe der Naht ein runder schwarzer Fleck befindet. Diese bezeichnete LETZNER als *ab. bipunctata* (Taf. I, Fig. 8). Länge 11—19 mm.

Eine der interessantesten *hybrida*-Varietäten ist die nur in Ungarn vorkommende *var. magyarica* ROESCHKE. Diese kommt hauptsächlich auf der Deliblater-Sandpuszta vor, ist aber auch auf den Flugsandgebieten des grossen Alföld zu finden. In der ungarischen Literatur wurde sie bis zum Jahre 1891 als *var. Sahlbergi* FISCH. und *var. transversalis* DEJ. aufgeführt. *Var. magyarica* ist eine sogenannte dilatata-Form der *hybrida*, also eine solche Form, bei der die weissen Zeichnungen sehr breit sind. Der Kopf und das Halsschild sind kupferroth, die Flügeldecken etwas matter kupferbraun, das Abdomen grün. Der hintere Ast der Humerallunula reicht beinahe bis zur Mittelbinde oder ist mit dieser, oder die Mittelbinde ist am Seitenrand mit der Apicallunula verbunden. Diese charakteristische, in der Zeichnung jedoch sehr variable Form Ungarns ist auf Tafel I, Fig. 11 bis 15 abgebildet. Ihre Fundorte sind: I. Isaszegh, Akasztó, Keczel; VI. Grebenácz, Ulma. Noch kenne ich ein Exemplar aus Brassó, welches wahrscheinlich ebenso wie das schon oben erwähnte eine Exemplar von *C. soluta* durch heftige Ostwinde dahin gebracht wurde. Es wäre sehr interessant, festzustellen, von wo diese Pusztenthiere hierher gelangten: aus der Moldau oder aus Bessarabien? Letzteres wäre insofern sehr interessant, als sodann *C. var. magyarica* eine grössere Verbreitung hätte als bisher bekannt.

Ausser diesen Varietäten ist noch zweier Subspecies zu gedenken, diese sind *C. riparia* DEJ. und *C. maritima* DEJ.

C. riparia DEJ. (Taf. I, Fig. 6) bewohnt die subalpine Region der grösseren Gebirge und war bisher aus den Pyrenäen, den Alpen und dem Kaukasus bekannt. Im vorigen Jahre (1899) sammelte sie Herr ZOLTÁN SZILÁDY auch im Retyezátgebirge (Com. Hunyad), so dass wir sie jetzt auch in die Fauna von Ungarn aufnehmen können. Die Humerallunula der *C. riparia* DEJ. ist gewöhnlich getheilt, und wenn sie auch ganz ist, so ist der verbindende Ast sehr schmal. Die Mittelbinde ist schmal.

Die Flügeldecken sind schwach gekörnt, die punktförmigen Grübchen sind häufig blau, so auch die Farbe der Flügeldecken blau oder grün, selten schwarz, dunkel kupferbraun oder bräunlichgrün. Die Epipleuren der Flügeldecken sind gewöhnlich metallisch.

C. maritima DEJ. bewohnt die Meeresküsten und ist beinahe an allen Küsten Europas zu finden, sie kommt jedoch auch im Binnenlande an solchen Stellen vor, welche dereinst Meeresboden bildeten. So ist ihr Vorkommen bei Udbina (Com. Lika-Krbava, Croatien) aufzufassen, wo sie von Herrn M. PADEWIETH (Zengg) gesammelt wurde. Für *C. maritima* DEJ. ist die Form der Mittelbinde sehr characteristisch; diese sendet nämlich unter einem rechten Winkel einen schmalen Ast nach hinten, welcher dann in einen runden Fleck endigt (Taf. I, Fig. 9 und 10). Die Stirn ist meistens behaart. Die Epipleuren der Flügeldecken sind mit Ausnahme des Schultertheiles leicht gefärbt, ohne Metallglanz.

5. Cicindela campestris LINNÉ, 1758.

Systema Naturae. Ed. X, 1758, p. 407.

DEJEAN, Spec. gen. des Coléopt. I, 1825, p. 59; Iconogr. des Coléopt. I, p. 16, t. 2, f. 3. — SCHAUM, Naturgesch. Insekt. Deutschl. I, 1856, p. 13. — REDTENBACHER, Fauna Austriaca. 3. Aufl., I, 1872, p. 3. — SEIDLITZ, Fauna Transsylv. 1888, p. 1. — ROESCHKE, Monogr. der paläarkt. Cicind. 1891, p. 63. — GANGLBAUER, Die Käfer von Mitteleuropa I, 1892, p 12 u. 534.

ab. rubens FRIVALDSZKY, Magy. Tud. Akad. évk. 1835, p. 251, t. 5, f. 1. — ROESCHKE, Monogr. der paläarkt. Cicind. 1891, p. 70. — GANGLBAUER, Die Käfer von Mitteleuropa I, 1892, p. 535.

ab. coerulescens SCHILSKY, Deutsche Entom. Zeitschr. 1888, p. 179. — ROESCHKE, Monogr. der paläarkt. Cicind. 1891, p. 70. — GANGLBAUER, Die Käfer von Mitteleuropa I, 1892, p. 12.

ab. funebris STURM, Deutschl. Insekten VII, p. 105, t. 180, f. p. — ROESCHKE, Monogr. paläarkt. Cicind. 1891, p. 70. — GANGLBAUER, Die Käfer von Mitteleuropa I, 1892, p. 12.

ab. 5-maculata BEUTHIN, Entom. Nachr. 1889, p. 231. — ROESCHKE, Monogr. der paläarkt. Cicind. 1891, p. 69.

ab. protos DTORRE, 8. Jahresber. Ver. Naturk. Linz 1877, p. 21. — ROESCHKE, Monogr. der paläarkt. Cicind. 1891, p. 69.

ab. 4-maculata BEUTHIN, Entom. Nachr. 1889, p. 231. — ROESCHKE, Monogr. der paläarkt. Cicind. 1891, p. 69.

ab. affinis FISCH., Entom. Ross. III, p. 18. — ROESCHKE, Monogr. der paläarkt. Cicind. 1891, p. 69. — GANGLBAUER, Die Käfer von Mitteleuropa I, 1892, p. 12.

ab. conjuncta DTorre, 8. Jahresber. Ver. Naturk. Linz 1877, p. 21. — Roeschke, Monogr. der paläarkt. Cicind. 1891, p. 69.

ab. connata Heer, Fauna helvet. I, p. 2. — Roeschke, Monogr. der paläarkt. Cicind. 1891, p. 69. — Ganglbauer, Die Käfer von Mitteleuropa I, 1892, p. 12.

Tafel I, Fig. 16—22.

Grün, glänzend; die Stirn neben den Augen, die Seiten des Halsschildes, das Schildchen, der Seitenrand der Flügeldecken, die Beine, Fühler und die Brust kupferroth, das Abdomen bläulich-violett. Stirn verworren gerunzelt oder grob gestreift; Kopf und Halsschild fein aufstehend weiss behaart. Halsschild breiter als lang, nach hinten verschmälert, Vorderrand gerade. Flügeldecken kurz, oval, fein gekörnt. Die Vorder- und Mittelbrust, das Abdomen, die Schenkel und Hüften dicht weiss behaart. Länge 9—18 mm.

Von *C. campestris* Linn. sind mehrere Farbenabänderungen bekannt, von welchen in Ungarn die rothe *ab. rubens* Friv. (*farellensis* Graëlls, *Saxeseni* Endrulat), die blaue *ab. coerulescens* Schilsky und die schwarze *ab. funebris* Sturm gefunden worden ist. Auf den Flügeldecken sind sechs weisse Flecke, zwei an der Schulter, zwei in der Mitte und zwei an der Spitze (Taf. I, Fig. 16). Durch das Verschwinden oder Zusammenfliessen der Flecke entstehen zahlreiche Aberrationen; so z. B. wenn der zweite Humeralfleck fehlt: *ab. quinquemaculata* Beuth. (Taf. I, Fig. 18), wenn der zweite Humeral- und der seitliche Mittelfleck fehlt: *ab. quadrimaculata* Beuth. (Taf. I, Fig. 19), wenn nur der seitliche Mittelfleck fehlt: *ab. protos* DTorre (Taf. I, Fig. 20) und wenn alle Flecke fehlen: *ab. affinis* Fisch. (Taf. I, Fig. 21). Selten sind die zwei Mittelflecke: *ab. connata* Heer (Taf. I, Fig. 22) oder die Apicalflecke verbunden: *ab. conjuncta* DTorre (Taf. I, Fig. 17).

Cicindela campestris Linn. lebt in der ganzen paläarktischen Region, und zwar in characteristischen Unterarten, wie: *pontica* Motsch. (Meeresküste von Italien, Griechenland, Cyprus, Kleinasien und Küsten des Schwarzen Meeres); *maroccana* Fabr. (Spanien, Marokko, Algier); *corsicana* Roeschke (Nizza, Corsica, Sardinien); *Suffriani* Loew. (Cycladen, Rhodos, Creta, Smyrna); *herbacea* Klug (Kleinasien, Syrien, griechische Inseln) und *desertorum* Dej. (subalpin im Kaukasus). Die Stammform kommt von Westeuropa

durch Sibirien (mit Ausnahme der nördlichsten Theile) bis zum Baikalsee vor, stellenweise gemeinsam mit den aufgeführten Formen.

Sie ist in ganz Ungarn verbreitet, aber speciell in den Mittelgebirgen häufig. Ihre Varietäten kommen mit der Stammform zusammen vor. Seltener sind: *ab. rubens* FRIV., die nach EMERICH FRIVALDSZKY bei Budapest und im Comitat Krassó-Szörény gefunden wurde; *ab. coerulescens* SCHILSKY, die ich aus dem Cód-thal (Riuszadului) und von Puj kenne, und *ab. funebris* STURM, die aus Brassó (MÉHELY) und Zsombolya (MERKL) bekannt ist. Von *ab. affinis* FISCH. sah ich bisher ein ungarisches Exemplar aus der Umgebung von Nagyszeben; *ab. protos.* DTORRE sammelte Dr. EUGEN DADAY bei Szucság (Com. Kolozs).

6. Cicindela germanica LINNÉ, 1758.

Systema Naturae. Ed. X. 1758. 407.

DEJEAN, Spec. gen. des Coléopt. I, 1825, p. 138; Iconogr. des Coléopt. I, 1829, p. 49, t. 6, f. 2. — SCHAUM, Naturgesch. Ins. Deutschl. I, 1856, p. 33. — REDTENBACHER, Fauna Austriaca. 3. Aufl., I, 1872, p. 4. — SEIDLITZ, Fauna Transsylv. 1888, p. 2. — HORN, Monogr. der paläarkt. Cicind. 1891, p. 81, t. 3, f. 1. — GANGLBAUER, Die Käfer von Mitteleuropa I, 1892, p. 18 u. 539.

ab. fusca DTORRE, 8. Jahresber. Ver. Naturk. Linz 1877, p. 21. — HORN, Monogr. der paläarkt. Cicind. 1891, p. 83. — *cuprea* WESTHOFF, Die Käfer Westfalens. 1881, p. 2.

ab. obscura FABR., Systema Eleuth. I, 1801, p. 238. (Habitat: America borealis?!). — HORN. Monogr. der paläarkt. Cicind. 1891, p. 83.

ab. coerulea HERBST, Käfer X, p. 182, t. 172, f. 4. — HORN, Monogr. der paläarkt. Cicind. 1891, p. 83.

ab. deuteros DTORRE, 8. Jahresber. Ver. Naturk. Linz 1877, p. 21.

ab. protos DTORRE, 8. Jahresber. Ver. Naturk. Linz 1877, p. 21.

var. sobrina GORY, Ann. Soc. Entom. France. 1833, p. 176.

Tafel II. Fig. 1—4.

Oberseite mattgrün, der Kopf und das Halsschild mehr oder weniger kupferroth, unten grün oder grünlich-blau, Tibien und Tarsen gelbbraun, stellenweise metallisch. Kopf breiter als das Halsschild, auf der Stirn längsstreifig, Scheitel fein runzlig gekörnt, kahl. Halsschild cylindrisch, länger als breit, vorn und hinten quer eingedrückt, Epimeren kahl. Flügeldecken schmal, nach hinten verbreitert und im letzten Viertel am breitesten, sehr fein punktiert. Die weisse Zeichnung der Flügeldecken besteht

aus einem kleinen Humeralfleck, einem grösseren Mittelfleck neben dem Seitenrand und einer Apicallunula (Taf. II, Fig. 1). Selten fehlt der Humeralfleck, solche Exemplare bilden *ab. deuteros* DTORRE (Taf. II, Fig. 4); bei *ab. protos* DTORRE fehlt der seitliche Mittelfleck (Taf. II, Fig. 3); manchmal entsendet der Mittelfleck nach hinten und einwärts einen Ast, diese Form wird als *ab. sobrina* GORY bezeichnet (Taf. II, Fig. 2). Von Farbenabänderungen sind zu nennen: die kupferrothe *ab. fusca* DTORRE, die schwarze *ab. obscura* FABR. und die blaue *ab. coerulea* HERBST. Länge 9—10 mm.

C. germanica kommt auf Feldern, Waldwegen, speciell auf schwach bepflanzten lehmigen und sonnigen Hügeln vor. Mit Ausnahme des grossen Alföld (von da herstammende Exemplare sah ich wenigstens bisher nicht) kommt sie in ganz Ungarn vor. Die einzelnen Varietäten kenne ich von folgenden Fundorten: *ab. fusca* DTORRE (*cuprea* WEST.) V. Szent-Erzsébet; *ab. obscura* FABR. V. Nagyszeben, Szent-Erzsébet, VII. Raduc; *var. sobrina* Gory II. Öszöd, VIII. Crkvenica; *ab. deuteros* DTORRE V. Szent-Erzsébet. Szent-Gothárd; *ab. protos* DTORRE IV. S.-A.-Ujhely, V. Szent-Erzsébet; *ab. coerulea* HERBST. VII. Comit. Lika Krbava.

7. Cicindela stigmatophora FISCHER, 1825.

Entomographia imperii rossici. III, 1825, p. 42, t. 1, f. 10.

KRAATZ, Deutsche Entom. Zeitschr. 1890, p. 110. — SEIDLITZ, Fauna Transsylvanica. 1891, p. 855. — GANGLBAUER, Die Käfer von Mitteleuropa I, 1892, p. 16 u. 538. — *Seidlitzi* KRAATZ, Deutsche Entom. Zeitschr. 1890, p. 111. — *decipiens* SEIDLITZ, Wiener Entom. Zeitg. 1890, p. 149 (nec FISCH.); Fauna Transsylv. 1891, p. 855. — *elegans* SCHWAB (nec FISCH.) Verh. u. Mitth. des sieb. Ver. f. Naturw. in Hermannstadt XXXIX, 1889, p. 90. — *elegans var. Seidlitzi* HORN, Monogr. paläarkt. Cicind. 1891, p. 120 Taf. IV, Fig. 1*a*.

Tafel II, Fig. 6.

Mattgrün, stellenweise kupferroth, die Fühler vom fünften Glied an, die Trochanteren, Tibien und Tarsen gelbroth. Kopf kahl, sehr fein längsstreifig. Halsschild fein quer gerunzelt, niederliegend weiss behaart. Schildchen fein runzlig gekörnt. Flügeldecken breit oval, an der Basis am schmälsten, nach hinten verbreitert; die weisse Zeichnung ist folgende: der hintere Ast der

Humerallunula weit nach hinten reichend, am Ende verbreitert oder schwach nach vorn gebogen; die Mittelbinde erst schräg nach vorn gerichtet, dann bildet sie einen Winkel, läuft mit der Naht parallel und endigt mit einem scharf gebogenen Haken, der beinahe die Naht erreicht. Die zwei Enden der Apicallunula sind breit gerundet. Die Humeral- und Apicallunula und die Mittelbinde sind am Seitenrand durch einen breiten Streifen verbunden. Kiefer- und Lippentaster gelblich-weiss, nur die Spitze des Endgliedes ist schwarzbraun. Clypeus seitlich nur um ein Drittel schmäler als in der Mitte. Länge 14—15,6 mm.

Diese aus Südrussland beschriebene Art kommt in Ungarn an den nördlicher gelegenen siebenbürgischen Salzstellen in Gesellschaft mit *C. chiloleuca* FISCH. vor, für die sie auch bis zum Jahre 1889 gehalten wurde. Ich kenne sie von folgenden Fundorten: V. Torda, Apahida (Tarcsa völgye), Szamosfalva, Szék (Szolnok-Doboka vm.).

8. Cicindela chiloleuca FISCHER, 1820.

Entomographia imperii rossici. I, 1820, p. 5, t. 1, f. 2.

DEJEAN, Spec. gen. des Coléopt. I, 1825, p. 79; Iconogr. des Coléopt. I, 1829, p. 35, t. 4, f. 5. — SEIDLITZ, Fauna Transsylv. 1888, p. 2; Wiener Entom. Zeitg. 1890, p. 150. — HORN, Monogr. paläarkt. Cicind. 1891, p. 121, t. 4, f. 2. — GANGLBAUER, Die Käfer von Mitteleuropa I, 1892, p. 16 u. 538.

ab. Mniszechi (MANNH. i. l.) W. HORN, Monogr. paläarkt. Cicind. 1891, p. 122, t. 4, f. 2*a*.

Tafel II, Fig. 5.

Kopf breit, Augen stark vorstehend, Stirn und Scheitel grob gerunzelt. Halsschild cylindrisch, etwas länger als breit, quer gerunzelt, anliegend gelblich-weiss behaart. Flügeldecken stärker punktiert. Matt- oder graugrün; Kopf, Halsschild und Flügeldecken zwischen der Punktierung zum Theil kupferroth. Die Zeichnung der Flügeldecken ist ganz so wie bei *stigmatophora*, aber viel breiter; der hintere Ast der Humerallunula ist nur schwach nach vorn gebogen, der nach hinten gerichtete Ast der Mittelbinde ist breit und zerrissen. Selten ist der hintere Ast der Humerallunula und der Mittelbinde ganz zerrissen oder ganz fehlend, so dass nur deren Spuren vorhanden sind; solche Exem-

plare bilden die *ab. Mniszechi* (Mannh. i. l.) W. Horn, die ich bei Vizakna (Com. Alsó-Fehér) sammelte. Trochanteren, Tibien und Tarsen mehr gelb. Länge 10—14 mm.

Ausser Russland, Turkestan, Westsibirien und der Türkei kommt sie auch in Ungarn vor und zwar auf den siebenbürgischen Salzgebieten, so bei Déva, Szerdahely, Vizakna, Felsö-Bajom, Segesvár, Idecspatak, Görgény-Sóakna, Szamosujvár, Szék, Szamosfalva, Torda és Mezö-Záh.

9. Cicindela viennensis Schrank, 1781.

Enum. Insect. Austr. 1781, p. 190.

Schaum, Naturgeschichte Insekt. Deutschl. I, 1856, p. 28. — Ganglbauer, Die Käfer von Mitteleuropa I, 1892, p. 537. — *sinuata* Panzer, Faun. Germ. II, 1793, p. 19. — Dejean, Spec. gen. des Coléopt. I, 1825, p. 76; Iconogr. des Coléopt. I, 1829, p. 31, t. 4, f. 1. — *litterata* W. Horn, Monogr. paläarkt. Cicind. 1891, p. 141. — *litterata* Sulz *var. sinuata* Ganglbauer, Die Käfer von Mitteleuropa I, 1892, p. 15. — *arenaria* Fuessly *var. sinuata* Panz., Kuthy, Fauna regni Hungariae, Coleoptera. 1897, p. 21.

ab. apicalis D'Torre, 8. Jahresber. Ver. Naturk. Linz 1877, p. 22. — W. Horn, Monogr. paläarkt. Cicind. 1891, p. 142.

Tafel II, Fig. 7—8.

Grün oder grünlich-kupferfarben, auf den Flügeldecken weiss gezeichnet. Kopf jederseits fein längsstreifig, in der Mitte und auf dem kahlen Scheitel fein runzlig gekörnt; Augen vorspringend. Das Halsschild etwas breiter als der Kopf (ohne die Augen), hinten ebenso breit als in der Mitte, fein gekörnt und weiss, quer anliegend behaart. Flügeldecken nach hinten schwach erweitert, mit punktförmigen Grübchen bedeckt, die im Grunde blau sind, die schmale weisse Zeichnung besteht aus einer Humerallunula, die in einen Haken endigt, aus einer Mittelbinde, die wie aus zwei Monden zusammengesetzt erscheint und neben dem Seitenrand nach vorn und hinten einen Ast zur Humeral- und Apicallunula sendet; letztere ist neben der Naht am breitesten, neben dem Seitenrand sendet sie einen Haken nach vorn und innen, der sehr selten auch fehlen kann. Diese Form bezeichnen wir als *ab. apicalis* D'Torre (Taf. II, Fig. 8). Unten grün; die Brust ist bronzeglänzend, ebenso die Tibien. Unten weiss behaart, besonders an den Seiten. Länge 8—9 mm.

C. viennensis hat eine Verbreitung von Mitteleuropa bis Westsibirien. In Ungarn ist sie ziemlich häufig, besonders an sandigen Flussufern, wo sie auf kleinere Insekten Jagd macht; ihre Fundorte sind: I. Budapest, Péczel, Isaszegh, Keczel, Hajós, P.-Poó, Debreczen; II. Keszthely, Öszöd; III. K.-Kálna; IV. Szomotor; V. Mezö-Záh, Szászrégen, Dicsö-Szent-Márton, Medgyes, Nagyenyed, Porcsesd, Vöröstoronyi szoros; VI. Szászkabánya. *Ab. apicalis* DTORRE kenne ich nur in einem Exemplar, welches Prof. JULIUS SZALAY bei Szászkabánya sammelte.

10. Cicindela Fischeri ADAMS, 1817.

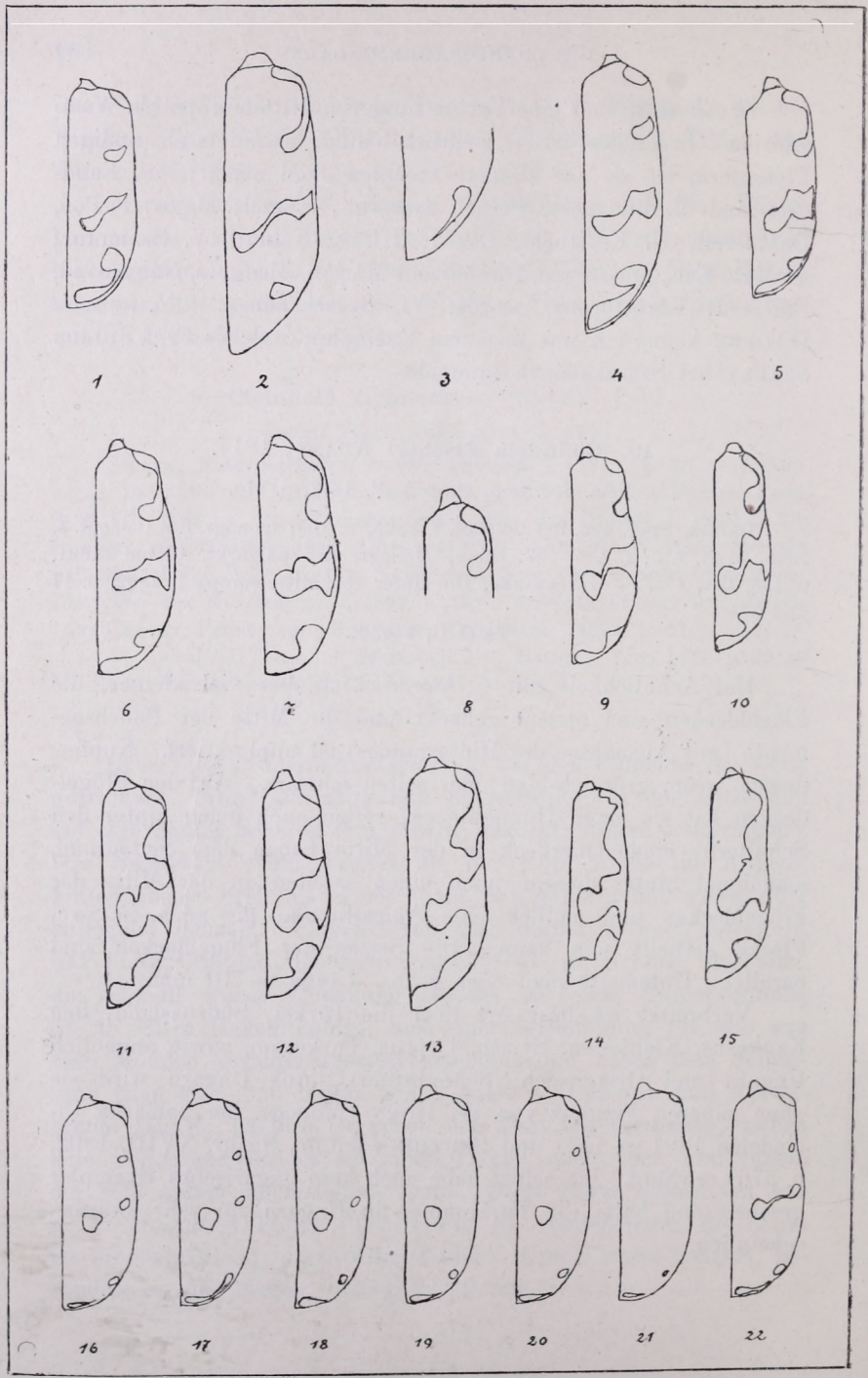
Mém. Soc. Imp. Moscou. V, 1817, p. 279.

DEJEAN, Spec. gen. des Coléopt. I, 1825, p. 103; Iconogr. des Coléopt. I, 1829, p. 41, t. 5, f. 3. — W. HORN, Monogr. der paläarkt. Cicind. 1891, p. 153, t. 6, f 3. — GANGLBAUER, Die Käfer von Mitteleuropa I, 1892, p. 17 und 538.

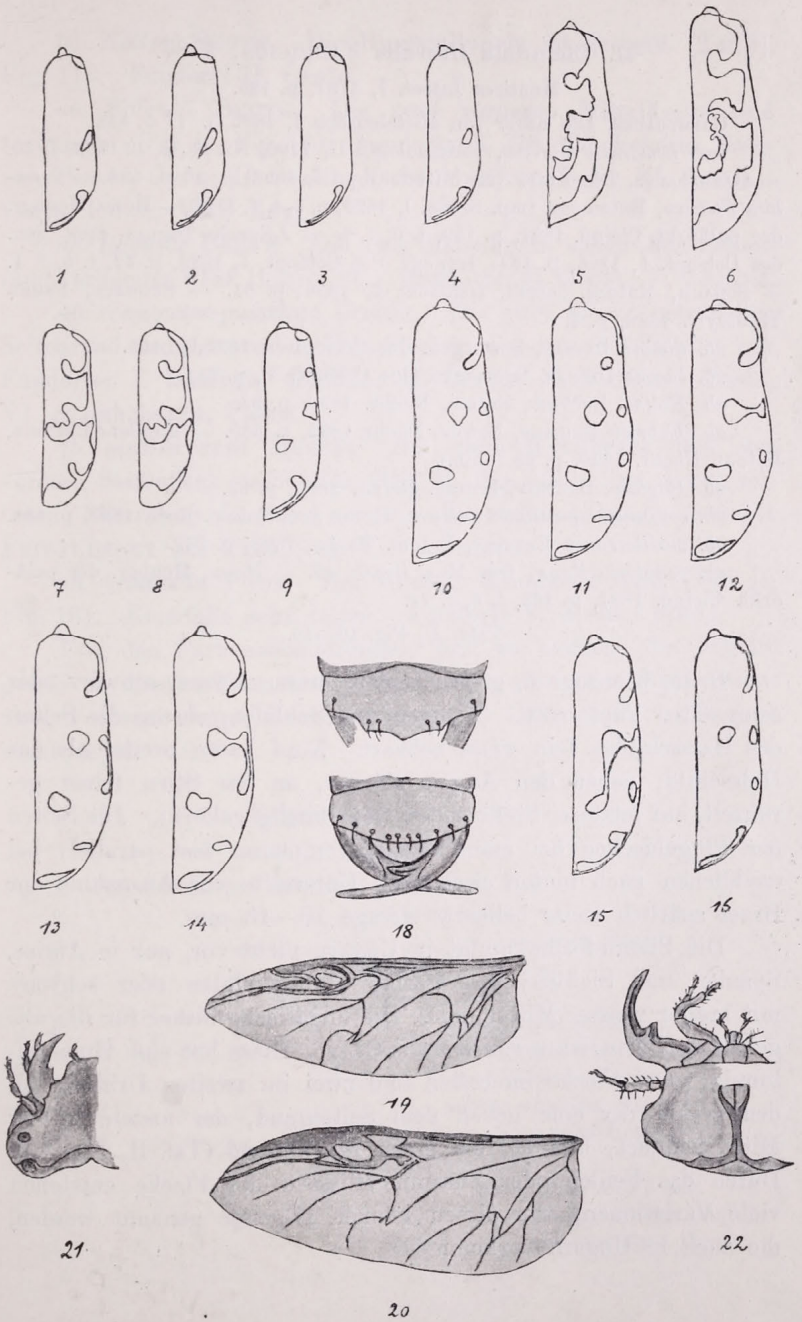
Tafel II, Fig. 9.

Hat Aehnlichkeit mit *C. litoralis*, ist aber viel kleiner, die Flügeldecken sind anders gefleckt und die Mitte der Bauchsegmente (mit Ausnahme des Hinterrandes) ist unpunktiert. Kupferfarben, grün, grünlich-blau oder selten schwarz. Auf den Flügeldecken hat sie einen Humeralfleck, selten auch einen hinter den Schultern, einen Querfleck in der Mitte neben dem Seitenrand, manchmal hinter diesem noch einen zweiten in der Mitte der Flügeldecken und endlich eine Apicallunula, die auch in zwei Flecke getheilt sein kann. Die Seiten der Flügeldecken sind parallel. Unterseite blau oder grün. Länge 6—10 mm.

Verbreitet ist diese Art über die Türkei, Südrussland, den Kaukasus, Kleinasien, Syrien, Cyprus, Turkestan, sowie angeblich Ungarn und Oesterreich (Schönbrunn). Aus Ungarn wird sie ohne näheren Fundort von W. HORN (Monogr. der paläarkt. Cicindelen 1891, p. 153) und BEUTHIN (Entom. Nachr. XVIII, 1892, p. 376) erwähnt. Ich selbst habe noch kein ungarisches Exemplar gesehen und halte ihr Vorkommen in Ungarn für sehr unwahrscheinlich.



Tafel I (Fig. 1—22).



Tafel II (Fig. 1—22).

11. Cicindela litoralis Fabricius, 1787.

Mantissa Insect. I, 1787, p. 185.

Ganglbauer, Die Käfer von Mitteleuropa I, 1892, p. 17 u. 538.

var. nemoralis Olivier, Entomologia II, 1790, Nr. 33, p. 13, t. 3, f. 36. — Ganglbauer, Die Käfer von Mitteleuropa I, 1892, p. 17 u. 538. — *lunulata* Fischer, Entomogr. imp. rossici I, 1820, p. 3, t. 1, f. 16. — Horn, Monogr. der paläarkt. Cicind. 1891, p. 159, t. 6, f. 7. — *Litoralis* Dejean, Spec. gen. des Coléopt. I, 1825, p. 104; Iconogr. des Coléopt. I, 1829, p. 42, t. 5, f. 4. — Schaum, Naturg. Insekt. Deutschl. I, 1856, p. 31. — Seidlitz, Fauna Transsylv. 1888, p. 2.

ab. discors Dejean, Spec. gen. des Coléopt. I, 1825, p. 105.

ab. lugens Dejean, Spec. gen. des Coléopt. V, p. 214.

ab. Koltzei Beuthin, Entom. Nachr. 1890, p. 93.

ab. Fabricii Beuthin, Entom. Nachr. 1892, p. 360. — *lunulata* Beuthin, Entom. Nachr. 1890, p. 93 (olim.).

ab. Ragusae Beuthin, Entom. Nachr. 1890, p. 93.

ab. conjunctae-pustulata Dokht. Horae Soc. Entom. Ross. 1887, p. 438.

ab. mediterranea Beuthin, Entom. Nachr. 1892, p. 361.

ab. venatoria Poda, Ins. Mus. Graec. 42. — Horn, Monogr. der paläarkt. Cicind. 1891, p. 162, t. 6, f. 7*e*.

Tafel II, Fig. 10—16.

Grün, bronzegrün, grünlich-blau, braunschwarz, schwarz oder sehr selten kupferroth. Wangen und Schläfen, ebenso die Seiten des Halsschildes fein weiss behaart. Kopf kaum breiter als das Halsschild, neben den Augen stärker, an der Stirn feiner gerunzelt, auf letzterer Stelle selten fein runzlig gekörnt. Die Seiten der Flügeldecken bei männlichen Exemplaren fast parallel, bei weiblichen nach hinten erweitert. Unterseite mit Ausnahme der Brust spärlich weiss behaart. Länge 10—16 mm.

Die Stammform kommt in Ungarn nicht vor, nur in Algier, Spanien und Sicilien; ihre Farbe ist dunkelblau oder schwarz mit breiter weisser Mittelbinde. Die ungarische bisher für *litoralis* gehaltene Form ist *var. nemoralis* Oliv. Diese hat eine Humerallunula, zwei Flecke im ersten und zwei im zweiten Drittel, von denen sich der eine neben dem Seitenrand, der andere in der Mitte befindet, und endlich einen Apicalmond (Taf. II, Fig. 10). Durch das Fehlen oder Zusammenfliessen der Flecke entstehen viele Variationen; von diesen können folgende genannt werden, die auch in Ungarn vorkommen:

ab. Koltzei Beuth. Die Humerallunula ist getheilt (Taf. II, Fig. 11). Fundort: II. Öszöd.

ab. Fabricii Beuth. Die zwei vorderen Mittelflecke sind verbunden (Taf. II, Fig. 12). Fundorte: I. Gödöllö, Fehértó, Szegvár, Peszér, Gyón; II. Öszöd; V. Szamosújvár, Szék; VI. Szászkabánya, Palics; VIII. Novi.

ab. Ragusae Beuth. Die zwei Mittelflecke neben dem Seitenrand verbunden (Taf. II, Fig. 13). Fundorte: II. Öszöd; V. Vizakna.

ab. conjunctae-pustulata Dokht. Die zwei Flecke neben dem Seitenrand und der vordere Mittelfleck verbunden (Taf. II, Fig. 14). Fundorte: I. Isaszegh, Gödöllö; II. Öszöd; V. Vizakna, Torda; VI. Szászkabánya, Palics.

ab. mediterranea Beuth. Die zwei Mittelflecke und der vordere Seitenfleck verbunden (Taf. II, Fig. 15). Von dieser seltenen Aberration ist mir nur ein Exemplar bekannt, welches Frivaldszky bei Ulma (reg. VI) sammelte.

ab. venatoria Poda. Der hintere Mittelfleck fehlt (Taf. II, Fig. 16). Ebenfalls sehr selten. Fundort: V. Torda (Biró).

Von den Farbenabänderungen sind zu nennen: die lebhaft grüne *ab. discors* Dej. und die schwarze *ab. lugens* Dej. Diese zwei Formen ebenso wie *var. nemoralis* Oliv. sind in Ungarn nicht selten.

Erklärung der Tafeln.

Tafel I.

Fig. 1. Flügeldecke von *Cicindela soluta* Latr. Dej.
„ 2. „ „ „ *silvatica* Linn.
„ 3. „ „ „ „ *ab. hungarica* Beuth.
„ 4. „ „ „ *silvicola* Latr. Dej.
„ 5. „ „ „ *hybrida* Linn.
„ 6. „ „ „ „ *subsp. riparia* Dej.
„ 7. „ „ „ „ *ab. monasteriensis* Westh.
„ 8. „ „ „ „ *ab. bipunctata* Letzner.
„ 9—10. „ „ „ „ *subsp. maritima* Dej.
„ 11—15. „ „ „ „ *var. magyarica* Roeschke.
„ 16. „ „ „ *campestris* Linn.
„ 17. „ „ „ „ *ab. conjuncta* DTorre.
„ 18. „ „ „ „ *ab. quinquemaculata* Beuth.
„ 19. „ „ „ „ *ab. quadrimaculata* Beuth.

Fig. 20. Flügeldecke von *Cicindela campestris ab. protos* DTorre.
„ 21. „ „ „ „ *ab. affinis* Fisch.
„ 22. „ „ „ „ *ab. connata* Heer.

Tafel II.

Fig. 1. Flügeldecke von *Cicindela germanica* Linn.
„ 2. „ „ „ „ *var. sobrina* Gory.
„ 3. „ „ „ „ *ab. protos* DTorre.
„ 4. „ „ „ „ *ab. deuteros* DTorre.
„ 5. „ „ „ *chiloleuca* Fisch.
„ 6. „ „ „ *stigmatophora* Fisch.
„ 7. „ „ „ *viennensis* Schrnk.
„ 8. „ „ „ „ *ab. apicalis* DTorre.
„ 9. „ „ „ *Fischeri* Adams.
„ 10. „ „ „ *litoralis* Fabr. *var. nemoralis* Oliv.
„ 11. „ „ „ „ *ab. Koltzei* Beuth.
„ 12. „ „ „ „ *ab. Fabricii* Beuth.
„ 13. „ „ „ „ *ab. Ragusae* Beuth.
„ 14. „ „ „ „ *ab. conjunctae-pustulata* Dokht.
„ 15. „ „ „ „ *ab. mediterranea* Beuth.
„ 16. „ „ „ „ *ab. venatoria* Poda.
„ 17. Oberlippe „ „ *silvicola* Latr. Dej.
„ 18. „ „ „ *hybrida* Linn.
„ 19. Flügel „ „ *chiloleuca* Fisch.
„ 20. „ „ „ *soluta* Latr. Dej.
„ 21. Kopf der Larve von *Cicindela chiloleuca* Fisch. von oben.
„ 22 Derselbe von unten.

8.

UEBER DIE PHYSIKALISCHE DEUTUNG DER STERNGRÖSSE.

Vom corr. Mitgl. R. von KÖVESLIGETHY.

Vorgelegt der Akademie in der Sitzung vom 19. Februar 1900.

Aus „Mathematikai és Természettudományi Értesítö". (Mathematischer und Naturwissenschaftlicher Anzeiger), Bd. XVIII, p. 113—120.

Der Begriff der Sterngrösse wurde von PTOLEMAIOS in die Astronomie eingeführt, indem er die Sterne des von HIPPARCHOS übernommenen Kataloges nach ihrem auf das Auge ausgeübten Lichteindruck durch Schätzung in sechs Klassen theilte. Das Verfahren schien eine solche Sicherheit zu bieten, dass der Urheber in einigen Fällen selbst Unterabtheilungen unterscheiden konnte, und in der That beträgt der wahrscheinliche Fehler einer PTOLEMAIOS'schen Grössenschätzung nach den ausgedehnten Untersuchungen PICKERING's nur $\pm$ 0,3 mg. (magnitudo). Die Methode findet auch heute noch Anwendung, und der grösste, nur auf Schätzungen beruhende Katalog ist die Bonner Durchmusterung, welche noch lange als Grundlage jeder auf die Lichtintensität der Fixsterne Bezug nehmenden Untersuchung dienen wird. Mit den Resultaten der Potsdamer Photometrischen Durchmusterung verglichen, haben diese Schätzungen, wenn Sterne bis zur 7,5 Grösse mitgenommen werden, einen wahrscheinlichen Fehler von nur $\pm$ 0,2 mg.

ARGELANDER, der Begründer des erwähnten Verzeichnisses, empfahl ein interpolatorisches Vorgehen, die sogenannte Stufenschätzung, welche für das Studium der veränderlichen und neuen Sterne auch heute noch unentbehrlich ist. Die Genauigkeit des

Verfahrens geht bis $\pm$ 0,06 mg, ist also ebenso gross, als die Genauigkeit der mit dem besten Instrumente, dem ZÖLLNER'schen Photometer angestellten Beobachtungen, so dass die besten Schätzungen mit den besten Messungen gleichwerthig zu nennen sind. Der ausserordentliche Fortschritt, den die Astronomie in der Ortsbestimmung der Gestirne aufweist, ist auf dem Gebiete der Photometrie einem fast völligen Stillstande entgegen zu halten.

Die Vergleichung der Schätzungen mit den Resultaten der Messung erwies zunächst die Richtigkeit des FECHNER'schen psychophysischen Gesetzes, und führte sodann zum Zusammenhang der Sterngrösse mit der Intensität. Bedeuten m_1 und m_2 die Grössen zweier Sterne, deren Intensitäten J_1 und J_2 sind, $\varkappa$ eine Constante, so hat man

$$m_2 - m_1 = -\frac{1}{\log \varkappa} \log \frac{J_2}{J_1}, \qquad (1)$$

wobei das negative Vorzeichen der Gewohnheit entspricht, schwächere Sterne mit höherer Ordnungszahl zu belegen. Die Nebeneinanderstellung von Schätzung und Messung zeigt zwar, dass die Grössenordnung der Sterne kein ganz homogenes Maass darstellt, insofern $\varkappa$, das für Sterne der 3.—6. Grösse merklich constant ist, für hellere Sterne grösser wird. Für die mit freiem Auge sichtbaren Sterne gilt jetzt als bester Werth $\log \varkappa = 0{,}340$, für die telescopischen Sterne dagegen $\log \varkappa = 0{,}394$.

Der in (1) gegebene Zusammenhang kann aber bei beliebiger Wahl der Constante $\varkappa$ gerade zur einheitlichen Definition der Sterngrösse dienen. Nimmt man nämlich, wie dies allgemein geschieht, mit POGSON $\log \varkappa = 0{,}400$ an, so kommt

$$m_2 - m_1 = -2{,}5 \log \frac{J_2}{J_1}, \qquad (2)$$

und jene Sterne haben einen um *eine* Grössenklasse verschiedenen Glanz, deren Intensitätsverhältniss $\frac{J_2}{J_1} = 2{,}512$ beträgt.

Wie zu ersehen ist, bringt die POGSON'sche Constante die Messungsergebnisse der Sterne 6ter und höherer Ordnung in Uebereinstimmung mit den Schätzungen der Bonner Durchmusterung. Bei den helleren Sternen kommen natürlich systematische Ab-

weichungen vor, doch sind diese ohne Belang, da für diese bereits genaue Intensitätskataloge angelegt sind.

Die in dieser Weise festgelegte Definition der Sterngrösse ist noch vollkommen subjectiv: sie hängt von der mit der Wellenlänge veränderlichen Empfindlichkeit des Auges ab, ist also selbst für ein normales Auge von der spectralen Zusammensetzung des Sternlichtes, also dem Sterntypus abhängig, und verändert sich streng genommen mit der Absorption sowohl des Instrumentes, als der Luft, welche auf Mischlicht verschiedener Zusammensetzung verschiedenartig wirkt. Besonders anschaulich wird diese Abhängigkeit, wenn visual und photographisch abgeleitete Sterngrössen verglichen werden, da die empfindliche Platte nicht nur zwischen anderen Grenzen der Wellenlänge appercipiert, sondern auch zwischen diesen Grenzen nach ganz anderen Gesetzen, als die Netzhaut des Auges.

Es ist daher von Wichtigkeit, die physikalische Deutung der Sterngrösse zu haben, da diese mit vollem Rechte besonders in dem Studium der veränderlichen und neuen Sterne als leicht zu schätzendes Moment noch lange Zeit Anwendung finden wird. Ich denke hier natürlich nicht an den Umstand, der in Abschätzungen der Dimensionen des Sternsystems hin und wieder herangezogen wird, dass nach Gleichung (2) zwei gleich intensive Sterne, deren Entfernungsverhältniss 1 : 1,585 beträgt, um eine Grössenklasse verschieden erscheinen, sondern versuche die, besonders in der Beurtheilung der Natur neuer Sterne wichtige Frage zu beantworten, ob und wie die Grösse durch bloss physikalische Zustandsvariabeln ausgedrückt werden könne?

Das vereinte Mischlicht eines continuierlichen Spectrums besitzt die visuelle Intensität

$$J = \frac{4}{\pi} \mu A \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} s \frac{\lambda^2}{(\lambda^2 + \mu^2)^2} d\lambda, \qquad (3)$$

wenn A die ganze, zwischen den Grenzen $\lambda = 0$ und $\lambda = \infty$ genommene objective Intensität, μ die Wellenlänge des Intensitätsmaximums, λ_1 und λ_2 die Grenzen des sichtbaren Spectrums und s die Empfindlichkeit des Auges bezeichnen, welch letztere wenig-

stens für ein normales Auge eine continuierliche, auffallende Maxima und Minima nicht aufweisende Function der Wellenlänge ist. Die analytische Form dieser Function ist allerdings unbekannt, doch kann sie empirisch bestimmt werden, wenn die visuellen Intensitäten mit den Angaben eines vollkommen geschwärzten Bolometers verglichen werden. Etwas einfacher gewinnt man numerische Werthe des Differentialquotienten, indem man den wahrscheinlichen Fehler bestimmt, mit welchem ein homogenes Strahlenbündel der entsprechenden Spectralgegend eines continuierlichen Spectrums eingefügt werden kann.

Einem bekannten Satze der Integralrechnung nach kann ein zwischen den Grenzen λ_1 und λ_2 geeignet gewählter Mittelwerth s_0 der Function s vor das Integral gesetzt werden, und wenn nun

$$F(\mu) = \frac{4}{\pi} \mu \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} \frac{\lambda^2}{(\lambda^2 + \mu^2)^2} d\lambda \tag{4}$$

geschrieben wird, so erhält man (3) in der folgenden Gestalt:

$$I = s_0 A F(\mu). \tag{5}$$

Für dasselbe Auge und einen Stern gleicher Zusammensetzung ist s_0 dasselbe, für die Sterne verschiedener Typen dagegen verschieden. Praktisch kann jedoch von der Verschiedenheit der s_0 ganz abgesehen werden, insofern in Potsdam die Intensitäten sämmtlicher Sterne mit dem constant belassenen und auf (dem II. Typus entsprechende) „mittlere Sternfarbe" eingestellten künstlichen Sterne verglichen wurden.

Die nachfolgenden Resultate werden also genau gelten, wenn die beiden zu vergleichenden Sterne demselben Typus angehören, und werden angenähert richtig sein, wenn die Spectraltypen der Sterne verschieden sind.

Infolge der Gleichung (5) kann das POGSON'sche Gesetz (2) auch in der Form

$$m_2 - m_1 = -2{,}5 \log \frac{A_2 F(\mu_2)}{A_1 F(\mu_1)} \tag{6}$$

geschrieben werden. Hieraus ersieht man sogleich, dass eine einheitliche Definition für die Einheit der Sterngrösse *nicht* gegeben werden kann, da ja A und μ sowohl von der stofflichen

Beschaffenheit, als dem Zustande, also der Temperatur und Dichte des strahlenden Körpers abhängt. Doch kann eine allgemein gültige Formel erlangt werden, wenn man sich an absolut schwarze Körper hält, denen ja die Sterne wegen der Dicke der durchstrahlten Schichte einigermaassen nahe stehen dürften. Es ist dabei stets möglich, den in der Temperatur begangenen Fehler wenigstens der Richtung nach zu bestimmen.

In dem genannten einfacheren Falle wird A und μ eine reine Function der Temperatur, so dass man hat

$$\frac{A_2}{A_1} = \left(\frac{\Theta_2}{\Theta_1}\right)^4, \quad \text{und} \quad \mu\Theta = 2880, \tag{7}$$

wenn die Wellenlängen in Tausendstel mm ausgedrückt werden.

Demzufolge wird nun

$$m_2 - m_1 = 10 \log \frac{\mu_2}{\mu_1} - 2{,}5 \log \frac{F(\mu_2)}{F(\mu_1)}, \tag{8}$$

und in dieser Gleichung ist der Unterschied der Grössen rein durch die absolute Temperatur bestimmt, denn wenn μ bekannt ist, so wird es laut der zweiten Gleichung in (7) auch Θ.

Nun möge μ_1 die Wellenlänge des Intensitätsmaximums in dem Spectrum eines Sternes von der Grösse m_1 bedeuten, der seine Ordnung (jedoch nicht durch Entfernungsänderung) um $m_2 - m_1 = 1$ mg ändert. Das entsprechend veränderte μ_2 kann sohin aus der Gleichung (8) berechnet werden, wenn man beachtet, dass

$$F(\mu) = \frac{2}{\pi}\left(\operatorname{arctang} \frac{\mu(\lambda_2 - \lambda_1)}{\mu^2 + \lambda_1\lambda_2} - \mu \frac{(\mu^2 - \lambda_1\lambda_2)(\lambda_2 - \lambda_1)}{(\lambda_1^2 + \mu^2)(\lambda_2^2 + \mu^2)}\right) \tag{9}$$

ist. Der letztere Ausdruck kann für bequeme numerische Rechnung leicht umgewandelt werden. Schreibt man nämlich

$$\operatorname{tang} \varphi_1 = \frac{\lambda_1}{\mu} \quad \text{und} \quad \operatorname{tang} \varphi_2 = \frac{\lambda_2}{\mu}, \tag{10}$$

so hat man einfach

$$F(\mu) = \frac{2}{\pi}\Big((\varphi_2 - \varphi_1) - \sin(\varphi_2 - \varphi_1)\cos(\varphi_2 + \varphi_1)\Big). \tag{11}$$

Nach früheren von mir in O'-Gyalla angestellten Messungen* ist für die Sterne des I., II. und III. Typus bez. $\mu_1 = 0{,}45$, 0,53,

* Beob. angest. am astrophys. Observ. O'-Gyalla, Bd. IX.

0,60. Sind $\lambda_1 = 0{,}39$ und $\lambda_2 = 0{,}76$ die Grenzen des sichtbaren Spectrums für ein normales Auge, so erhält man durch Substitution der besagten Werthe für die Grössenänderung 1 aus (8)

$$\begin{array}{llll} \text{für Typus} & \text{I:} & \log \mu_2 - \tfrac{1}{4} \log F(\mu_2) + 0{,}0923 = 0 & \\ \text{„} \quad \text{„} & \text{II} & \text{„} \qquad \text{„} & + 0{,}0079 = 0 \\ \text{„} \quad \text{„} & \text{III} & \text{„} \qquad \text{„} & - 0{,}0592 = 0. \end{array} \tag{12}$$

Die Auflösung der Gleichungen, die am leichtesten mit Hülfe der im Anhange gegebenen numerischen Tafel geschieht, ergiebt für die drei Typen der Reihe nach

$$\mu_2 = 0{,}546; \quad 0{,}637; \quad 0{,}715. \tag{13}$$

Wächst daher die Grössenklasse eines Sternes des ersten Typus um *eine* Einheit, so nimmt das Licht des Sternes ebenso ab, als ob die Wellenlänge des Intensitätsmaximums im Spectrum desselben von 0,450 auf 0,546 gewandert wäre.

Diese einander entsprechenden Werthe von μ_1 und μ_2 können laut (7) auch in absoluter Temperatur ausgedrückt werden; man hat so

$$\begin{array}{llllll} \text{für Typus} & \text{I:} & \Theta_1 = 6400^0; & \Theta_2 = 5274^0; & \dfrac{\Theta_1}{\Theta_2} = 1{,}213 & \\ & \text{II} & 5434 & 4524 & 1{,}201 & \\ & \text{III} & 4799 & 4028 & 1{,}191, & \end{array} \tag{14}$$

und kann daher den vorigen Satz auch in der folgenden Fassung aussprechen: Der Zunahme der Grössenklasse eines weissen Sternes um eine Einheit entspricht ein Sinken der Temperatur von 6400° auf 5274°. Das Verhältniss der Anfangs- und Endtemperatur, welche dem Wachsen um *eine* Grössenklasse entspricht, zeigt für die einzelnen Typen zwar einen entschiedenen Gang, der jedoch so gering ist, dass man innerhalb der Genauigkeitsgrenzen der besten Messungen

$$\frac{\Theta_1}{\Theta_2} = 1{,}202 \tag{15}$$

setzen kann. Der so begangene Fehler beträgt bei den Sternen des I. Typus 0,049, bei jenen des III. Typus 0,051 mg, ist also noch etwas kleiner, als der wahrscheinliche Fehler der schärfsten Messungen.

Jetzt kann man statt (2) die physikalisch ganz streng deutbare Gleichung aufstellen:

$$m_2 - m_1 = -12{,}5 \log \frac{\Theta_2}{\Theta_1}, \tag{16}$$

welche so ausgesprochen werden kann: *Wenn die absolute Temperatur eines punktförmigen, absolut schwarzen Körpers innerhalb der die Sichtbarkeit ermöglichenden Temperaturgrenzen um 20 % erhöht wird, so wächst die den Glanz ausdrückende Grössenklasse annähernd unabhängig von der Farbe des Mischlichtes um eine Einheit.*

Kann der Stern nicht als absolut schwarz betrachtet werden, so kommt neben der Temperatur natürlich auch der Druck in Rechnung, und die Lösung der Frage wird für jeden einzelnen Stern verschieden. In diesem Falle bilden die in (14) gegebenen Temperaturen nur die untere Grenze an, insofern als — falls zwei Körper dieselbe Wellenlänge der Maximalintensität besitzen — stets der *nicht* schwarze Körper von höherer Temperatur ist. Man kann also sagen, dass die Temperatur derjenigen Schichte, welche den Haupttheil des Spectrums der Fixsterne liefert, für den I., II. und III. Typus höher ist, als bez. 6400°, 5430° und 4800°.

Wollte man die Sterngrösse nicht durch die visuelle, sondern die Totalintensität definieren, so wäre laut (4) $F(\mu) = 1$ zu setzen, wonach (6) und (7) vereint geben

$$m_2 - m_1 = -10 \log \frac{\Theta_2}{\Theta_1}. \tag{17}$$

Die Auflösung dieser Gleichung für $m_2 - m_1 = 1$ ist

$$\frac{\Theta_2}{\Theta_1} = 1{,}259, \tag{18}$$

also ein von (15) nicht sehr verschiedener Werth. Die (wie man sie nennen könnte) energetische Sterngrösse unterscheidet sich also wenig von der visuellen.

Vollkommenheit halber möge noch der Versuch gemacht werden, die inzwischen aufgetauchte Frage nach den Temperaturgrenzen der Sichtbarkeit der Strahlung eines absolut schwarzen Körpers zu beantworten.

Schliesst man Luminiscenzerscheinungen aus, so beginnt der Glühzustand eines jeden Körpers sichtbar zu werden, wenn die

Temperatur 525° C. oder $\Theta = 798^0$ erreicht. Für den absolut schwarzen Körper ist dann nach (7) $\mu = 3{,}609$ und dementsprechend $F(\mu) = 0{,}003935$. Dies ist also der Minimalwerth, neben welchem die Strahlung beobachtet werden kann. Von hier ab wächst $F(\mu)$ mit μ zusammen und erreicht für $\mu = 0{,}309$ den Maximalwerth $F(\mu) = 0{,}2684$, dem die Temperatur $\Theta = 9320^0$ entspricht. Bei weiter zunehmendem μ nimmt nun $F(\mu)$ ab, und es ist wahrscheinlich, dass die Sichtbarkeit der Strahlung wieder aufhört, wenn $F(\mu)$ den vorher gefundenen Anfangswerth erreicht. Die zweite reelle Wurzel der Gleichung $F(\mu) = 0{,}003935$ ist aber $\mu = 0{,}002476$, der die Temperatur $\Theta = 1163000^0$ entspricht.

Derjenige absolut schwarze Körper, dessen absolute Temperatur niedriger als 798° und höher als 1163000° ist, emittiert so lange, bez. kurze Wellen, dass deren Mischlicht das normale Auge nicht zu percipieren im Stande ist. Die von SECCHI auf Grund des NEWTON'schen Strahlungsgesetzes errechnete (doch schon lange als übertrieben erkannte) Sonnentemperatur von etwa 5 Millionen Graden, ist auch von dem jetzt gewonnenen Standpunkte aus abzuweisen. Die Strahlung von über jene Temperaturgrenzen hinausgehenden Körpern kann nur mit andern Reagentien als dem Auge beobachtet werden. Dies mag zum Theil den GOTHARD'schen Stern erklären.

Die gewonnenen Resultate lassen sich fast ungeändert auch aus jener Formel ableiten, welche PASCHEN-WIEN für den absolut schwarzen Körper geben, und werden mithin sozusagen unabhängig von der zu Grunde gelegten Spectraltheorie.

Nach PASCHEN ist die Spectralgleichung des absolut schwarzen Körpers unter Beibehaltung der bisherigen Bezeichnungen:

$$i = \frac{5^4}{6} \mu^4 A \lambda^{-5} e^{-\frac{5\mu}{6}}.$$

Es besteht daher wieder die Gleichung (5), wenn darin statt des durch (9) gegebenen $F(\mu)$

$$\mathfrak{F}(\mu) = \frac{125}{6} e^{-\frac{5\mu}{\lambda_2}} \left(\frac{\mu^3}{\lambda_2^3} + \frac{3}{5} \frac{\mu^2}{\lambda_2^2} + \frac{6}{25} \frac{\mu}{\lambda_2} + \frac{6}{125} \right) -$$

$$- \frac{125}{6} e^{-\frac{5\mu}{\lambda_1}} \left(\frac{\mu^3}{\lambda_1^3} + \frac{3}{5} \frac{\mu^2}{\lambda_1^2} + \frac{6}{25} \frac{\mu}{\lambda_1} + \frac{6}{125} \right)$$

gesetzt wird. Nun werden die Gleichungen (12), welche das einer Grössenänderung *Eins* entsprechend veränderte μ_2 liefern:

$$\begin{aligned} \text{für Typus I: } & \log \mu_2 - \tfrac{1}{4} \log \mathfrak{F}(\mu_2) + 0{,}1679 = 0 \\ \text{II} \quad & + 0{,}0881 = 0 \\ \text{III} \quad & + 0{,}0200 = 0, \end{aligned}$$

und deren Lösungen sind

$$\mu_2 = 0{,}551; \quad 0{,}633; \quad 0{,}706.$$

Die an Stelle von (14) tretende Tabelle wird dann:

für Typus I:	$\Theta_1 = 6400^0$,	$\Theta_2 = 5230$;	$\frac{\Theta_1}{\Theta_2} = 1{,}224$
II	5434	4547	1,195
III	4799	4080	1,176.

Die Temperaturen sind nach der neuen Grundlage kaum verändert, nur der Gang des Verhältnisses von Anfangs- und Endtemperatur ist etwas stärker. Das Mittel

$$\frac{\Theta_1}{\Theta_2} = 1{,}198$$

dagegen fällt weit innerhalb der Fehlergrenzen photometrischer Messungen mit dem Werthe (15) zusammen.

Die gegebene Deutung der Sterngrösse liefert im Falle der neuen Sterne sofort wichtige Ergebnisse, insofern man nun von der Grösse unmittelbar auf Temperaturen übergehen kann. Die rascheste Veränderung des Glanzes war bisher an T-Coronae zu beobachten, da der Stern innerhalb etwa $2^1/_2$ Stunden von der Grösse 5 bis zur Grösse 2 zunahm. Dem entspricht — da ja an eine Lichtzunahme infolge sehr rascher Annäherung nicht wohl zu denken ist — eine Temperaturzunahme von 4000^0 oder $0^0{,}495$ per Secunde, was ein ganz annehmbarer Werth erscheint, man möge das Aufleuchten durch Collision oder das Hervorquellen des noch feurig-flüssigen Innern erklären.

Logarithmen der visuellen Intensität.

(Die Werthe $F(\mu)$ beziehen sich auf die von KÖVESLIGETHY, $\mathfrak{F}(\mu)$ auf die von PASCHEN-WIEN gegebene Spectralformel.)

μ	$\log F(\mu)$	$\log \mathfrak{F}(\mu)$	μ	$\log F(\mu)$	$\log \mathfrak{F}(\mu)$
0,000	$-\infty$	—	0,60	9,2762	9,5930
001	7,2013	—	65	2354	5412
005	9001	—	70	1931	4818
020	8,5161	—	75	1499	4162
			80	1066	3454
0,05	8,8958	7,5916	85	0628	—
10	9,1682	8,5586	90	0195	—
15	3053	9,0460	95	8,9759	—
20	3795	3249	1,00	9336	—
25	4165	4961			
30	4286	5995	1,50	8,5437	—
35	4240	6579	2,00	2252	—
40	4073	6827	2,50	7,9629	—
45	3821	6842	3,00	7394	—
50	3507	6671	3,50	5498	—
55	3150	6357	4,00	3802	—

9.

NEUERE EXPERIMENTELLE DATEN ZUR KENNTNISS DER REFLEXVERBINDUNGEN ZWISCHEN OHR UND AUGE.

Vorgelegt der Akademie von Dr. ANDREAS HÖGYES, Prof. a. d. Universität Budapest, ordentliches Mitglied der Akademie der Wissenschaften, in der Sitzung vom 15. Mai 1899.

Aus „Mathematikai és Természettudományi Értesitö". (Math. und Naturw. Anzeiger). Band XVII, pp. 449—456.

Zu Beginn der achtziger Jahre (1880—86) hatte ich öfter Gelegenheit, der geehrten Akademie über jene Untersuchungen Mittheilung zu machen, welche ich theils noch in Klausenburg, theils schon in Budapest angestellt hatte, und welche bewiesen, dass zwischen den Gehörsnervenendigungen und den Augenbewegungen eine constante bilaterale Reflexverbindung vorhanden ist; auch jene Experimente führte ich schon damals an, welche auf die innere Einrichtung des Nervenmechanismus dieser Reflexverbindung Licht zu werfen bestimmt waren. Es stellte sich heraus, dass die je 6 Augenmuskeln mit den je 6 Nervenendigungen in den Ampullen der halbkreisförmigen Kanäle des häutigen Labyrinthes beider Ohren in gekreuzter Reflexverbindung stehen und dass die associierte Bewegung beider Augen durch diese bewunderungswürdige Einrichtung automatisch geregelt wird.

Die Methodik dieser Untersuchungen, welche ich in den Berichten unserer Akademie anfangs der achtziger Jahre ausführlich mitgetheilt habe, blieb den Fachgelehrten des Auslandes unbekannt; deshalb findet man in den der deutschen, französischen und eng-

lischen Literatur angehörigen einschlägigen Arbeiten nur das Resultat meiner Untersuchungen mitgetheilt, ohne dass hierbei auf eine experimentelle Kritik eingegangen wäre. Zwei Autoren, BAGINSKI in Berlin und STEIN* in Moskau, versuchten zwar die Experimente an dem Labyrinthe des Kaninchens zu wiederholen; da ihnen aber die experimentelle Technik unbekannt war, gelangen die Versuche nur unvollständig. Am weitesten gelangte noch in dieser Frage EWALD** in Strassburg, der seine ausgebreiteten Versuche an Tauben anstellte und auf Grund seiner erschöpfenden literarischen Studien über die Function des Labyrinthes meine Versuche in die Reihe der bedeutendsten Arbeiten stellt, insofern er sie zu den epochemachenden Arbeiten von FLOURENS, GOLTZ, BREUER, MACH, SCHIFF und SCHRADER zählt und anerkennt, dass jene Versuche es bewiesen haben, dass der durch Drehen verursachte Schwindel — Drehschwindel — mit dem Labyrinth in Zusammenhang steht.

Da man sich in neuerer Zeit im Auslande viel mit dieser Frage befasst hatte und da man in den diesbezüglichen Arbeiten, obzwar auf anderen Wegen, aber dennoch auf jene Bahnen der experimentellen Forschung gelangt war, welche bei uns, durch meine oben erwähnten Untersuchungen schon zu Beginn der achtziger Jahre experimentell festgestellt und geklärt waren, entschloss ich mich, die Versuche von Neuem aufzunehmen, und, eventuell durch neuere experimentelle Daten ergänzt, auch in ihren Details in der ausländischen Literatur zu veröffentlichen.

Einige Resultate meiner neueren Forschungen beehre ich mich in folgendem der geehrten Akademie vorzulegen.

---

* STEIN: Die Lehre von den Functionen der einzelnen Theile des Labyrinthes. Aus dem Russischen übersetzt von Dr. C. VON KRZYWICKI. Jena 1894.

** EWALD: Physiologische Untersuchungen über das Endorgan des Nervus octavus. Wiesbaden 1892.

I.

Vollständiger und endgültiger Ausfall der bilateralen compensatorischen oder associierten Augenbewegungen bei Vögeln (Tauben, Krähen) nach beiderseitiger Zerstörung des Labyrinthes.

Der Hauptversuch zum Beweise, dass die associierten Augenbewegungen mit den Gehörsnerven des Labyrinthes im Zusammenhange stehen, wird folgendermaassen ausgeführt:

Man bindet ein Kaninchen in natürlich sitzender Stellung und mit natürlicher Kopfhaltung fixiert auf ein Operationsbrett und befestigt dieses an der Scheibe einer Centrifuge (Drehscheibe). Setzt man nun diese in der horizontalen Ebene in Drehung, so geräth der Kopf und der Körper des Kaninchens mit der Scheibe in Drehbewegung. Die Augen bleiben aber zurück und folgen sprungweise der Drehungsrichtung nach; es entwickelt sich ein bilaterales Zittern der Augäpfel (Nystagmus horizontalis), welches bei langsamer Bewegung seltener wird, bei schnellerer Bewegung aber zunimmt, eine gewisse Schnelligkeit indessen nicht überschreitet, ja bei einer gewissen Drehgeschwindigkeit sogar gänzlich aufhört, sodass die Augen nun unverrückt an der Drehbewegung des Körpers theilnehmen. Wenn nun die Bewegung der Drehscheibe plötzlich unterbrochen wird, so erscheint an den während des längeren Drehens zur Ruhe gekommenen Augen der Nystagmus von Neuem. Beide Augen oscillieren in der Drehungsrichtung weiter und kommen nach einer Zeit, die mit der Anzahl und Schnelligkeit der Drehungen proportioniert ist, wieder zur Ruhe. Dieser, während des Drehens und nach demselben erscheinende Nystagmus, welcher nichts weiter als eine associierte bilaterale Augenbewegung vorstellt, kann nach Belieben hervorgerufen, seine Erscheinungen wann immer beobachtet werden, falls das Thier gesund und in wachem Zustande ist. Die beschriebenen Erscheinungen der Augenbewegungen kommen immer auf dieselbe Weise zu Stande. Präpariert man nun bei Kaninchen das knöcherne Labyrinth frei und zerstört dann auf entsprechende Weise das häutige Labyrinth sammt den darin befindlichen Gehörsnervenendigungen und zwar in beiden Ohren, so bemerkt man den vollständigen Ausfall der bei Drehung sich sonst ein-

stellenden, oben beschriebenen Augapfelschwingungen; beide Augen verharren ganz unbeweglich in der Bewegungsrichtung des mit der Scheibe sich drehenden bewegungslosen Körpers und es tritt auch bei Einstellen der Drehung die horizontale Oscillation der Augen nicht auf. Es ist daher offenbar, dass jene associierten Augenbewegungen, welche die Bewegungen des Körpers und Kopfes unwillkürlich zu begleiten pflegen, nur dann zu Stande kommen, wenn beide Labyrinthe unversehrt sind und in anhaltender Reflexverbindung mit dem die Augen bewegenden Nervenmuskelapparate stehen.

Erweitert wird dieser grundlegende Versuch dadurch, dass man durch unmittelbare Reizung der Gehörsnervenendigungen im Labyrinthe bilaterale Augenschwingungen hervorrufen kann.

Durch die in verschiedener Richtung vorgenommenen Abänderungen dieses Fundamentalversuches konnte ich bereits zu Beginn der achtziger Jahre die Einzelheiten der Reflexverbindung zwischen den Gehörsnervenendigungen der beiden Labyrinthe und den zwölf Augenmuskeln klar darlegen.

Das Freilegen des knöchernen und das Zerstören des häutigen Labyrinthes stellt bei Kaninchen, besonders beiderseitig ausgeführt, eine schwierige und langwierige Operation dar, die grosse Uebung erfordert; ferner kann das Thier zufolge der unausweichlichen Beschädigung des Kleinhirns nur einige Tage am Leben erhalten werden. Bei Tauben sind die Schwierigkeiten der Operation bedeutend geringer; diese Thiere können bei gehöriger Vorsicht längere Zeit, sogar Monate lang am Leben erhalten werden, da zufolge der Lage des Labyrinthes eine Verletzung des Kleinhirns sich vermeiden lässt, und obzwar die während und nach dem Drehen erscheinenden Augenbewegungen bei Tauben weniger ausgesprochen sind, können sie doch in jedem Falle constatiert und genügend gut beobachtet werden.

Da die Frage, *ob das Ausbleiben der Augenschwingungen nach Zerstörung des Labyrinthes eine bleibende Erscheinung ist, und ob sich vielleicht in dieser Richtung irgend eine Functionscompensation entwickeln kann*, von grosser Wichtigkeit ist, habe ich meinen Assistenten, Herrn Dr. Georg von Marikovszky, der sich durch einschlägige Experimente die gehörige Fertigkeit bereits erworben

hatte, mit der Ausführung der bezüglichen Experimente betraut. Zunächst stellte er sich nun die Aufgabe zu untersuchen, ob bei Fixierung des Kopfes und Körpers wie bei Kaninchen durch Drehung ein künstlicher Nystagmus (auch bei Tauben) hervorgebracht werden kann und ob nach beiderseitiger Exstirpation des Labyrinthes die eigenartigen Augenschwingungen andauernd oder nur auf kürzere Zeit in Erscheinung bleiben.

Die Versuche zeigten, dass bei einigen Taubenarten nach sehr schnellem Drehen, bei Krähen, ferner bei Elstern, die grosse und theilweise vorstehende Augen haben, auch bei langsamerem Drehen sowohl während als auch nach dem Drehen Augenbewegungen entstehen, welche den bei Kaninchen zu beobachtenden durchaus ähnlich sind; es können daher zu gleichartigen Versuchen auch diese Thiere verwendet werden.

Auch zur Exstirpation beider Labyrinthe eignet sich die Krähe ebenso wie die Taube, da bei ihr die halbkreisförmigen Kanäle leicht zugänglich sind.

Sowohl bei Tauben als auch bei Krähen blieben die nach Drehen zu beobachtenden bilateralen Augenschwingungen nach beiderseitiger Exstirpation des Labyrinthes aus; die Thiere konnten Monate lang am Leben erhalten werden, nur jene Eigenschaft ihrer Augenbewegungen, dass während und nach dem Drehen bilaterale Schwingungen zu beobachten sind, kehrte nimmer wieder, obzwar die nach solchen Exstirpationen gewöhnlich auftretenden sonstigen Gleichgewichtsstörungen ziemlich verschwanden, die Thiere wieder zu gehen, zu essen und zu trinken vermochten und nur das Flugvermögen bisher nicht zurückkehrte.

Es verschwinden daher die bilateralen compensatorischen, d. h. die associierten bilateralen Augenbewegungen auf die Dauer, falls das Labyrinth beiderseitig zerstört wurde.

II.

Die Einwirkung des Cocains auf die Nervenendigungen des Labyrinthes. Das Ausbleiben der associierten Augenbewegungen.

Angenommen, dass die Quelle der nach Drehen des Körpers und Kopfes gesetzmässig eintretenden Augenschwingungen in Wirklichkeit in den Nervenendigungen des häutigen Labyrinthes

zu suchen ist, so müsste die zeitweilige Aufhebung der Reizempfänglichkeit dieser Nervenendigungen auch das Zustandekommen jener Augenschwingungen zeitweilig aufheben.

Die Zuführung von anästhesierenden Mitteln auf die Nervenendigungen des häutigen Labyrinthes kann ohne Schwierigkeit bewerkstelligt werden. Falls man nämlich die Fossa mastoidea in der Weise auspräpariert, wie ich es bereits zu Beginn der achtziger Jahre erprobte, kann das Dach des Vestibulums leicht angebohrt und durch eine feine Glascanüle in die Perilymphe verschiedene chemische Lösungen eingebracht und mittelst eines an die Canüle angesetzten Kautschukschlauches diese Lösungen mit der Perilymphe durch abwechselndes Aussaugen und Einblasen vermischt werden. In gleicher Weise können chemische Lösungen auch in die halbkreisförmigen Kanäle der Taube eingebracht werden, wenn an jener Stelle, wo sich die horizontalen und hinteren verticalen halbkreisförmigen Kanäle kreuzen, eine Oeffnung gemacht wird, durch welche dann die Flüssigkeit in der oben erwähnten Weise eingespritzt wird.

Zu Beginn der achtziger Jahre verfügten wir noch nicht über ein Mittel, mit welchem die peripheren Endigungen der sensiblen Nerven local unempfindlich gemacht werden konnten. Deshalb führte ich damals Versuche in dieser Richtung nicht aus. Seitdem wurden wir aber mit dem Cocain bekannt gemacht; wir wissen, dass es, local angewendet, je nach der Concentration der angewandten wässerigen Lösung eine verschieden lang andauernde locale Empfindungslosigkeit erzeugt. Es war daher naheliegend, dieses Mittel an den Nervenendigungen des Labyrinthes zu erproben, um auch auf diese Weise Daten zu meiner Theorie über die Reflexverbindungen zwischen den Nervenendigungen des Labyrinthes und der associierten Augenbewegungen zu erhalten.

Ich untersuchte daher gemeinsam mit meinem Assistenten, Herrn Dr. G. von Marikovszky, die Wirkung des Cocains an dem Labyrinthe des Kaninchens, der Krähe und der Elster. Nachdem das Vorhandensein der Augenschwingungen bei den in der horizontalen Ebene gedrehten Thieren während und nach dem Drehen festgestellt war, legten wir beide Labyrinthe frei, führten zur Perilymphe 2—5proc. Lösung von Cocain zu und bemerkten

danach, dass bei Anwendung von 2proc. Lösung der Dauer der Cocainwirkung entsprechend während des Drehens ein schwacher Vor- und Nachnystagmus entstand, bei Anwendung von 5proc. Lösung aber die Augenschwingungen während der Drehens gänzlich wegblieben und nur nach beiläufig einer halben Stunde zurückkehrten, als neuerlich die Wirkung des Cocains vollständig verschwunden war.

Das Ergebniss dieser Versuche entsprach also vollständig den theoretischen Voraussetzungen, zum Beweise, dass die auf experimentellen Untersuchungen fussende Theorie unanfechtbar zu Recht besteht: *Die Anästhesierung der sensiblen peripherischen Endigungen des die Augenbewegungen associierenden Nervenmechanismus mittelst Cocain unterbricht auf die Dauer der Empfindungslosigkeit die Function des ganzen Reflexmechanismus vollständig.*

Dass die Function des diese Reflexbewegung associierenden Nervenreflexmechanismus durch Lähmung der motorischen Nervenendigungen (Endigungen der Augenmuskelnerven in den Augenmuskeln) gleichfalls zum Stillstand gebracht werden kann, bewiesen meine Schüler Ludwig Kovács und Ludwig Kertész* schon im Jahre 1881, indem sie bei ihren diesbezüglichen Versuchen fanden, dass bei Kaninchen die nach Drehen zu beobachtenden bilateralen nystagmischen Augenbewegungen im Laufe der Curarevergiftung, bei welcher die Nervenendigungen in den Muskeln gelähmt werden, gänzlich ausblieben.

III.

Bilaterale associierte Augenbewegungen bei Winterschläfern.

Wie ich bereits in den achtziger Jahren experimentell nachwies, besteht der die Augenbewegungen associierende nervöse Apparat aus einem nervösen Centrum, einem centrifugalen und einem centripetalen Theile. Den centripetalen Theil bilden die beiden Nn. acustici mit ihren Endigungen im Labyrinthe (die zwölf maculae cristae der sex Ampullen), den centrifugalen Theil die je drei beiderseitigen Augenmuskelnerven (oculomo-

* Ueber die Wirkung einiger chemischer Stoffe auf die associierten Augenbewegungen. Arch. f. exp. Pathologie 1882.

torius, trochlearis und abducens) mit den zwölf Augenmuskeln, das nervöse Centrum endlich erstreckt sich im Mittelhirne und in der Medulla oblongata in der Höhe der vorderen Vierhügel und der abducens-Kerne, an jener Stelle, wo die Ursprungsganglien der beiden Nn. acustici, abducentes, trochleares und oculomotorii ihre Lage haben. Ausser diesem subcortical gelegenen Centrum unterstehen die obenerwähnten Centren noch einzelnen Bezirken der Hirnrinde und des Kleinhirnes, was besonders daraus erhellt, dass wir im Stande sind, durch Reizung einiger Bezirke sowohl des Hirnes als auch des Kleinhirnes associierte Augenbewegungen hervorzurufen. Jedoch kennen wir den physiologischen Einfluss dieser letzterwähnten Gross- und Kleinhirnbezirke auf die uns hier beschäftigenden associierenden Augenbewegungen nur noch sehr ungenau.

Bereits meine anfangs der achtziger Jahre vorgenommenen Experimente hatten mich gelehrt, dass im Verlaufe von Vergiftungen, welche mit grösseren oder kleineren Störungen des Bewusstseins einhergehen (Chloroform, Aether, Chloralhydrat, Nicotin, Coniin, Morphin, Narcotin, Codein, Atropin), sowie beim Erstickungstode, wo der Giftstoff, resp. das Erstickungsblut ohne Zweifel auf die nervösen Centralorgane einwirkt, in Hinsicht auf das Auftreten der durch Drehen bewirkten Augenbewegungen, verschiedene Veränderungen, Reizungs- und Erschöpfungssymptome zu Stande kommen; einige von ihnen bewirken auch ohne Drehungen nystagmische Augenbewegungen, bei anderen wird der Drehungsnystagmus erst lebhafter, dann in den späteren Stadien der Erschöpfung seltener, andere endlich bewirken, dass dieselben noch zu Lebzeiten des Thieres vollständig ausbleiben. Die verschiedenen Veränderungen, welche die associierten Augenbewegungen unter der Einwirkung von verschiedenen Giftstoffen erleiden, bedeuten, dass die verschiedenen chemischen Gifte die unterschiedlichen Ganglienzellen der die Augenbewegungen associierenden Centren in verschiedener Weise, in verschiedenem Nacheinander in Erregung versetzen und erschöpfen. Die Gesetze dieser Reactionen sind noch unbekannt; meines Wissens sind zu ihrer Erforschung mit Ausnahme der obenerwähnten Versuche noch keine Untersuchungen angestellt worden.

Durch die Liebenswürdigkeit weil. Prof. LAUFENAUER's erhielt ich durch Zufall zwei Winterschläfer — Alpenmurmelthiere — zur Beobachtung. Diese Thiere lagen von Anfang Oktober bis Anfang April in ununterbrochenem tiefen Winterschlaf, dessen sämmtliche wohlbekannte Symptome sie zeigten. Es war nun für mich von Interesse zu untersuchen, wie bei diesen Thieren, bei denen zur Zeit des Winterschlafes die Functionen des Hirnes und des Nervensystems auf ein Minimum herabsinken, der Drehungsnystagmus in Erscheinung treten würde.

Bei den Drehungsversuchen, die ich nun an beiden Thieren vornahm, zeigte es sich, dass die associierten bilateralen Augenbewegungen zur Zeit des Winterschlafes bei jedweder beliebiger Richtung und Schnelligkeit der Körperdrehungen vollständig fehlten, die Augen lagen vollständig bewegungslos in ihren Höhlen sowohl während der Drehungen als auch hernach; erwachten sie aber Anfangs April aus ihrem Winterschlaf, so erschienen an beiden Augen die oscillatorischen Bewegungen ganz gesetzmässig, ja sie waren noch intensiver als bei wachen Kaninchen, eine Erscheinung, die in Zusammenhang stand mit der hochgradigen Hautsensibilität dieser Thiere, welche so gross war, dass sie bei leichtem Anblasen schon zusammenzuckten, das eine sogar hierauf stets mit dem durchdringend schrillen Ton antwortete, welchen es auf den Bergen auszustossen pflegt, wenn es nahende Schritte hört oder die Annäherung des Menschen wahrnimmt.

Es ruhen also im tiefen Schlafe die Functionen der die Augenbewegungen associierenden Centren und kehren erst nach dem Erwachen zurück.

IV.

Im Anschluss an die Resultate obiger Beobachtungen und Versuche bin ich so frei noch einige stereoscopische Photographien vorzulegen, welche der Practicant meines Institutes, Herr Dr. JOSEF v. MADZSAR, theils nach meinen älteren, theils nach jenen neueren Präparaten der halbkreisförmigen Canäle anfertigte, die von meinem Assistenten, Herrn Dr. GEORG VON MARIKOVSZKY, herstammen. Diese Aufnahmen zeigen die beiden Labyrinthe in ihrer natürlichen Lage sowohl zueinander als auch zu den übrigen

Theilen des Schädels; die Ergründung der physiologischen Bedeutsamkeit dieser Verhältnisse wird eine Aufgabe späterer Untersuchungen bilden.

Anschliessend sei es mir gestattet, die stereoscopischen Bilder eines hypnotisierten Individuums vorzulegen; diese demonstrieren jene bilateralen Augenbewegungen, welche in der Hypnose durch die Schwingungen der Tongabel hervorgerufen werden können. Ueber meine diesbezüglichen Experimente habe ich bereits im Jahre 1885 der geehrten Akademie in einer Sectionssitzung kurz berichtet und lege nun die Bilder nur aus dem Grunde vor, um neuerdings in Erinnerung zu bringen, was ich schon damals erwähnte und was auch die vorgelegten Aufnahmen bekräftigen, dass nämlich die Reflexverbindung zwischen den Endigungen der Hörnerven und den bilateralen Augenbewegungen auch beim Menschen experimentell nachgewiesen werden kann. Die stereoscopischen Bilder wurden von Herrn Dr. Josef Madzsar nach damaligen Aufnahmen vergrössert angefertigt.

10.

BEITRAEGE ZUR TRYPSINVERDAUUNG.

Von Prof. FERDINAND KLUG,
ord. Mitglied der Akademie der Wissenschaften.

(Aus dem physiologischen Institute der Universität Budapest).

1. Darstellung künstlichen Pankreassaftes.

Während L. CORVISART[1] fand, dass die wässerigen Extracte des Pankreas, so wie der natürliche Pankreassaft, Blutfaserstoff, Kasein, Gelatin, Fleisch und coaguliertes Albumin löst, behaupteten KEFERSTEIN und HALLWACHS[2], dass das Pankreas keine Wirkung auf coaguliertes Albumin habe. Die letzteren Forscher gelangten zu diesem negativen Resultat dadurch, dass sie Drüsen verarbeiteten, aus welchen ein verdauendes Infusum auf so einfache Art nicht zu erhalten war. Sowohl CORVISART, wie auch MEISSNER, KÜHNE, HEIDENHAIN, HERZEN und Andere haben nämlich nachgewiesen, dass nicht eine jede Drüse und nicht ein jedes Extract verdaut, sondern nur eine solche Drüse, bezüglich nur das Infusum solcher Drüsen, welche von Thieren stammen, die während der Verdauung getödtet worden waren.

KÜHNE[3] konnte gut verdauendes Extract am besten aus der trockenen Drüse gewinnen, indem er 1 Theil Drüse in 15 Theilen Wasser digerierte. Die fein zerkleinerte Drüse wurde 3 Stunden lang in Wasser digeriert und die erhaltene trübe Lösung mit Essigsäure soweit angesäuert bis dieselbe, filtriert, mit Essigsäure keinen Niederschlag gab. Das mit Natronlauge neutralisierte goldgelbe Filtrat, wurde auf 45° C. erwärmt, wonach dasselbe mit Salpetersäure behandelt, oder sonst angesäuert und ge-

kocht, keine Trübung zeigte. Diese Flüssigkeit verdaute gekochten Faserstoff. Die Verdauung wurde gesteigert, wenn man etwas Soda oder Kochsalz zur Verdauungsflüssigkeit gab. Das Trypsin bildete aus dem coagulierten Eiweiss gelöstes Albumin, welches wieder fällbar war, oder durch Neutralisation niedergeschlagen werden konnte und sich auflöste, sobald die Lösung Salze oder Alkalien als Lösungsmittel enthielt. KÜHNE stellte aus den Verdauungsprodukten nicht nur das Fibrinpepton dar, sondern auch einige Spaltungsprodukte desselben, wie das Tyrosin und Leucin, wie KÜHNE auch den von TIEDEMANN und GMELIN[4] entdeckten Körper, welcher Chlorwasser rosenroth färbt, in den Verdauungsprodukten des Pankreas regelmässig vorfand.

Später behandelte KÜHNE[5] die zerkleinerte Drüse mit Alkohol und Aether, um dieselbe zu entfetten. Die so behandelte Drüse kann getrocknet als eine farblose, feinfaserige Masse aufbewahrt werden, aus welcher, bei Bedarf, ein guter Verdauungssaft dargestellt werden kann.

HEIDENHAIN[6], PODOLINSKY[7] und Andere fanden, dass die Pankreasdrüse nicht Trypsin, sondern dessen Zymogen enthält, von welchem, bei Vorhandensein von Oxygen, oder verdünnten Säuren, wie etwa 1 proc. Essigsäure, Trypsin sich abspaltet. Daher der Gebrauch von Salicyl- oder Essigsäure bei der Darstellung des Trypsins. Bei längerer Einwirkung vernichten jedoch die verdünnten Säuren das Trypsin. Eine schwach alkalische Reaction fanden die Forscher für vortheilhaft, daher man jetzt 0,25—0,5 proc. Soda dem künstlichen Pankreassaft beizufügen pflegt.

SALKOWSKI[8] stellte ein kräftig wirkendes, doch nicht reines Infusum aus der Pankreasdrüse dar, indem er die zerkleinerte Drüse in Wasser, welches 5—10 ccm Chloroform auf ein Liter Wasser enthielt, einige Tage hindurch digerierte. HAMMERSTEN[9] bereitete aus der Drüse mit Wasser von 0,01—0,05 proc. Ammoniakgehalt ein Extract, welches mit Essigsäure behandelt einen Niederschlag gab, der kräftig verdaute.

Die Aufgabe meiner Versuche war vor Allem dahin gerichtet, unter diesen Methoden der Darstellung künstlichen Pankreassaftes eventuell die beste heraus zu finden. Ich beobachtete den Fortschritt der Verdauung auch hier in der Weise wie die

Magenverdauung[10] mit Hülfe der spectrophotometrischen Methode durch Benutzung der Biuretreaction; wobei das Verhältniss des Exstinctionscoefficienten des Pankreassaftes zu dem der Verdauungsflüssigkeit als relatives Maass der Verdauung diente. Dieselbe dauerte Anfangs 3, später 24 Stunden. Wohl bilden sich während der Pankreasverdauung, insbesondere wenn dieselbe längere Zeit anhält, Verdauungsproducte, welche die Biuretreaction nicht geben, wie Leucin, Tyrosin, Asparaginsäure, zugleich bilden sich aber auch immer mehr jene Körper, welche KÜHNE[11] als Antipeptone bezeichnet und mit denen die Biuretreaction gelingt. Es kann daher aus der Intensität der Biuretreaction, wenigstens in den ersten 24 Stunden der Verdauung, mit Recht auf den Verlauf der Verdauung selbst geschlossen werden. Die photometrische Methode findet PFEIFER[12] wohl umständlich, die langen Zahlen überflüssig, doch dem gegenüber steht die Thatsache, dass wir auch heute über keine Methode verfügen, welche in gleich kurzer Zeit gleich genaue Resultate liefert. Unzweifelhaft giebt die genauesten Resultate die Nitrogenbestimmung nach KJELDAHL, doch dies Verfahren ist bedeutend langwieriger und zeitraubender, ja wo, wie bei der Bestimmung von Pepton, die Albumose mit Ammonsulfat ausgeschieden wird, auch sehr umständlich. Wer eben mit Logarithmen arbeitet, der muss sich die langen Zahlen gefallen lassen.

Zu den Versuchen benutzte ich am meisten Rinderpankreas und nur ausnahmsweise das Pankreas vom Menschen und Hunden. Verdaut wurde rohes Fibrin und gekochtes Ovalbumin. Die Drüse wurde vor Allem gereinigt und gewaschen, dann fein zermahlen, mit Alkoholäther entfettet und mit Wasser digeriert. Das abfiltrierte Extract benützte ich als Verdauungsflüssigkeit. Zur Vermeidung der Fäulniss diente Thymol oder Chloroform, oft auch beide zugleich.

Meine Erfahrungen, welche ich bezüglich der Pepsinverdauung machte, bezeugen in entschiedener Weise, dass die Menge des Enzyms über eine gewisse Grenze hinaus nicht von wesentlichem Einfluss auf die Verdauung ist, indem mit der Zunahme des Euryms die Verdauung nur bis zu einer gewissen Grenze steigt, über welche hinaus, bei einem Mehr von Enzym, die Verdauung

eher abnimmt. Ich bereitete daher aus verschiedenen Pankreasmengen mit derselben Wassermenge Extracte und untersuchte die Verdauungsfähigkeit derselben. Mit Rücksicht darauf, dass die Verdauungsproducte der Magenverdauung die letztere behindern, machte ich die Verdauungsversuche sowohl mit undialysiertem als auch mit dialysiertem Pankreasinfusum; in letzterem fehlen die Producte der Selbstverdauung. Sowohl die Pankreasdrüse selbst, als das Eiweiss in dem Extract derselben, wurden gewöhnlich 24 Stunden lang, bei 40° C., verdaut. Schliesslich setzte ich auch in gekochtem Pankreasextract Eiweiss einer Temperatur von 40° C. aus. In je 50 ccm künstlichem Pankreassaft wurden 5 gr gekochtes Eiereiweiss, bezüglich 2 gr trockener Faserstoff gegeben.

Die Resultate der Versuche erhellen aus der folgenden Tabelle, dieselben wurden gewonnen, indem ich vorerst den Exstinctionscoefficienten des abfiltrierten Drüsenextractes bestimmte. Dann kam in denselben das betreffende Eiweiss. Nach Abschluss der Verdauung filtrierte ich die Flüssigkeit vom Rückstand ab und bestimmte deren Exstinctionscoefficienten. Der Unterschied dieser beiden Coefficienten dient als relatives Maass der Verdauung und ist in der Tabelle verzeichnet. Schliesslich, um die gebildeten Albumosen und Peptone von dem vorhandenen gelösten Eiweiss zu trennen, wurde die Verdauungsflüssigkeit aufgekocht, filtriert und der Exstinctionscoefficient bestimmt; indem ich von diesem Coefficienten den der gekochten Verdauungsflüssigkeit abzog, erhielt ich den gemeinsamen Exstinctionscoefficienten der Albumosen und Peptone; dieser ist in der dritten Kolumne verzeichnet.

Die erste Zeile der I. Tabelle zeigt, dass vom Pankreas selbst um so mehr verdaut wurde, je mehr Trockenpankreas zur Zubereitung der Verdauungsflüssigkeit benutzt worden war. Ein Vergleich der entsprechenden Exstinctionscoefficienten der nicht dialysierten und dialysierten Flüssigkeiten beweist auch, dass die Verdauung nicht nur im Ganzen, sondern auch relativ, um so lebhafter vor sich ging, je mehr Pankreas der Verdauung ausgesetzt wurde. So beträgt der Exstinctionscoefficient der aus 30 gr Pankreas bereiteten Flüssigkeit nach der Dialyse, bloss etwa $^1/_3$ des Exstinctionscoefficienten, vor der Dialyse (3,29368 und 1,05568), während bei 15 gr Pankreas derselbe die Hälfte (1,40796 bis

0,73224), schliesslich bei 10 gr noch etwas mehr (0,83104 und 0,39760) beträgt. Es wurden also auch relativ um so mehr dialysierbare Verdauungsproducte gebildet, je mehr Pankreas der Verdauung ausgesetzt worden war.

I. Tabelle.

Zubereitung der Verdauungsflüssigkeiten.	1. 5 gr Pankreas, 300 ccm Wasser, 1 gr Thymol.	2. 10 gr Pankreas, 300 ccm Wasser, 1 gr Thymol.	3. 10 gr Pankreas, 300 ccm Wasser, Oxygengas, 1 gr Thymol.	4. 15 gr Pankreas, 300 ccm Wasser, 1 gr Thymol.	5. 20 gr Pankreas, 300 ccm Wasser, 1 gr Thymol.	6. 30 gr Pankreas, 300 ccm Wasser, 1 gr Thymol.
Exstinctionscoefficient der Flüssigkeit	0,56644	0,83104	0,87412	1,40796	1,91460	3,29368
Eiereiweiss, gesammtes verdautes Eiweiss	0,56644	0,46648	0,35444	0,85828	0,96316	0,14784
Albumose und Pepton . . .	0,39556	0,40368	0,34220	0,92780	0,74692	0,01448
Faserstoff, gesammtes verdautes Eiweiss	1,39025	2,52072	2,28412	2,57020	3,01596	2,46132
Albumose und Pepton . . .	1,13444	2,50268	2,10754	2,35316	2,67020	2,07980
Exstinctionscoefficient der dialysierten Flüssigkeit .	0,38832	0,39760	0,55776	0,73224	0,70812	1,05568
Eiereiweiss, gesammtes verdautes Eiweiss	0,52832	0,74872	0,56872	0,86448	0,80580	0,65296
Albumose und Pepton . . .	0,41138	0,65968	0,50656	0,77184	0,76636	0,55824
Faserstoff, gesammtes verdautes Eiweiss	1,12895	3,17584	2,89904	3,02424	2,82916	2,86088
Albumose und Pepton . . .	1,97414	3,00050	2,80186	2,94576	2,02364	2,39552
Verdauungsflüssigkeit gekocht; **Eiereiweiss,** davon gelöst gesammtes Eiweiss	0,00960	0,04000	0,06204	0,05652	0,54828	0,68528
Albumose und Pepton . . .	0,00960	0,03544	0,06204	0,05652	0,54820	0,65552
Faserstoff, davon gelöst gesammtes Eiweiss	0,06146	0,0728	0,09316	0,38084	0,58820	0,69280
Albumose und Pepton . . .	0,06046	0,0627	0,06204	0,35628	0,52876	0,68512

In der gekochten Verdauungsflüssigkeit löste sich im Thermostat, binnen 24 Stunden, sehr wenig Eiweiss, im Vergleich zu der Menge, welche rohe Verdauungsflüssigkeit löst; dass also die rohe Verdauungsflüssigkeit verdaut, kann nicht bezweifelt werden. Zur Zubereitung der Verdauungsflüssigkeit benutzte ich 5—30 gr Trockenpankreas, und man sieht, dass der aus 5 gr bereitete Ver-

dauungssaft am schlechtesten verdaut, während der aus 10—30 gr bereitete gut verdaute. Doch nahm hier die Verdauungsfähigkeit nicht entsprechend der angewandten Pankreasmenge zu; ja Verdauungsflüssigkeit, die mit 30 gr Pankreas gewonnen worden war, verdaute entschieden schlechter als solche, die aus 10—20 gr bereitet wurde. Die dialysierte und hierdurch von einigen Verdauungsproducten befreite Flüssigkeit, verdaut entschieden besser, löst mehr vom Eiweiss, als die nicht dialysierte, obgleich der Unterschied hier bei weitem nicht so gross ist, als beim künstlichen Magensaft. Schliesslich sieht man auch, dass Pankreassaft das Fibrin viel besser verdaut als gekochtes Eiereiweiss; was übrigens nach den Erfahrungen anderer Forscher eine schon lang bekannte Thatsache ist.

Die Versuche der 2. und 3. Kolumne weichen voneinander darin ab, dass in dem Versuch 3. die Verdauungsflüssigkeit unter Oxygengas bereitet wurde, von welchem HEIDENHAIN nachwies, dass dasselbe die Bildung von Trypsin aus Zymogen beschleunigt. Der Unterschied der Daten der beiden Kolumnen ist unbedeutend, und dies zeigt, dass, wenn die Verdauung längere Zeit andauert, in diesem Falle 24 Stunden lang, das Pankreasinfusum dann auch genug Trypsin enthielt, ohne besondere Zugabe von Oxygen. In einem solchen Falle trifft man auch keine Drüse an, in deren Extract Trypsin nicht enthalten wäre.

Die folgende II. Tabelle (S. 171) rechtfertigt noch mehr die letzte Behauptung, indem zum Pankreas 1‰ Salicylsäure, dann 0,4% Soda gegeben wurden, welches Verfahren nach KÜHNE eben die Umwandlung des Zymogens in Trypsin bezwecken soll, und doch verdaute die auf diese Weise erhaltene Verdauungsflüssigkeit nicht besser.

Hier erweist sich als am besten verdauend die aus 5 gr Trockenpankreas erzeugte Flüssigkeit; bedeutend geringer ist die Verdauung der aus 1 gr und selbst der aus 10 gr Trockenpankreas gewonnenen Verdauungsflüssigkeit. Sowohl die Daten dieser Tabelle, wie auch die der ersten zeigen, dass man aus Trockenpankreas die beste eiweissverdauende Flüssigkeit dann erhält, wenn man 3—5 gr Trockenpankreas auf 100 ccm Wasser giebt. Es erhellt aber aus dieser Tabelle auch, dass die Salicylsäure,

bereits in kleiner Menge (1‰), die Verdauungsfähigkeit schwächt (siehe Tabelle II, Zeile 4), wie auch, dass die Zugabe von 0,4% Soda die Verdauung wesentlich fördert. Aus dem Vergleich der Daten der I. und II. Tabelle lässt sich ersehen, dass das einfache Infusum des Trockenpankreas nicht wesentlich schlechter verdaut, als die aus demselben mit 1‰ Salicylsäure dargestellte und durch 0,4% Soda alkalisierte Flüssigkeit.

II. Tabelle.

Zubereitung der Verdauungsflüssigkeiten	1 gr Pankreas, 200 ccm Wasser, 1‰ Salicylsäure, 1 gr Thymol.	5 gr Pankreas, 200 ccm Wasser, 1‰ Salicylsäure, 1 gr Thymol.	10 gr Pankreas, 200 ccm Wasser, 1‰ Salicylsäure, 1 gr Thymol.
Exstinctionscoefficient der Flüssigkeit. . . .	0,06331	2,33479	2,74621
50 ccm der Flüssigkeit, 0,4% Soda, 10 gr gekochtes **Eiereiweiss,** nach 24 stündiger Verdauung neutralisiert, gekocht, filtriert	0,39462	1,27864	0,06012
50 ccm Flüssigkeit, 0,4% Soda, 5 gr trockenes Fibrin, neutralisiert, gekocht, filtriert . .	0.38209	3,03768	2,74936
50 ccm Flüssigkeit, 0,0 Soda, 5 gr Fibrin, neutralisiert, gekocht, filtriert	0,09885	0,09919	0,23323

In der auf nächster Seite folgenden (III.) Tabelle sind Versuche angegeben, aus welchen der Einfluss des Chloroforms und Thymols, als fäulnisshemmender Körper, auf die Verdauung ersichtlich ist.

Ein Vergleich der Ergebnisse dieser Tabelle zeigt, dass die Behandlung mit Thymol im Allgemeinen eine bessere Verdauungsflüssigkeit giebt, wie das Chloroformwasser; besonders fällt dies auf bei einem Vergleich der mittelst Faserstoff erhaltenen Daten, bei welchen den mit Chloroformwasser erhaltenen folgenden Exstinctionscoefficienten 1,595, 1,391, 1,266 und 2,507 folgende mit Thymol erhaltenen entsprechend gegenüberstehen: 2,502, 2,079, 3,000 und 2,595.

III. Tabelle.

Zubereitung der Verdauungsflüssigkeiten.	1. 10 gr Pankreas, 300 ccm Wasser, 3 ccm Chloroform.	2. 30 gr Pankreas, 300 ccm Wasser, 3 ccm Chloroform.	3. 10 gr Pankreas, 300 ccm Wasser, 1 gr Thymol.	4. 30 gr Pankreas, 300 ccm Wasser, 1 gr Thymol.
Exstinctionscoefficient der undialysierten Flüssigkeit	0,86620	3,58080	0,83104	3,29368
Eiereiweiss. Verdautes gesammt Eiweiss	0,69105	0,44384	0,46648	0,14784
Albumose und Pepton	0,55684	0,44384	0,40368	0,01448
Faserstoff. Verdautes gesammt Eiweiss	1,60580	1,84876	2,50268	2,46132
Albumose und Pepton	1,59508	1,39168	2,50268	2,07980
Exstinctionscoefficient der dialysierten Flüssigkeit	0,45632	1,44520	0,39760	1,05568
Eiereiweiss. Verdautes gesammt Eiweiss	0,44800	0,66120	0,74872	0,65296
Albumose und Pepton	0,33708	0,67416	0,65968	0,55824
Faserstoff. Verdautes gesammt Eiweiss	1,27818	2,65376	3,17584	2,86088
Albumose und Pepton	1,26608	2,50704	3,00050	2,59552

Allen bisherigen Versuchen zufolge ersieht man auch, dass die Dialyse der Flüssigkeit nicht von jenem günstigen Einfluss auf die Verdauung ist, wie bei der Magenverdauung. Aehnlich, ja noch auffallender ist der Unterschied, betreffs des Einflusses der Salze auf die Verdauungsfähigkeit der beiden künstlichen Verdauungssäfte. Während nämlich das Vorhandensein von 0,5% Kochsalz die Magenverdauung bedeutend schwächt, ist dasselbe auf die Pankreasverdauung nicht nur von keinem Nachtheil, sondern direct von Vortheil; selbst 1 proc. Salzgehalt wirkt fördernd auf dieselbe. Alles dies beweist die (IV.) Tabelle auf S. 173.

Ein Vergleich der Ergebnisse dieser Versuche beweist zur Genüge, dass das Vorhandensein der Salze die Verdauung direct fördert, wie dies PODOLINSKI[7] nachgewiesen hat; die Resultate sind nicht nur nicht schlechter als die entsprechenden Daten der I. Tabelle, sondern entschieden besser. Wir finden die Verdauung hier besser mit der nicht dialysierten Verdauungsflüssigkeit als mit der dialysierten, zwischen welchen der wesentliche Unterschied eben darin besteht, dass die dialysierte Verdauungsflüssigkeit an

Salzen ärmer als die nicht dialysierte ist; in Fällen, wo man bei der Darstellung der Verdauungsflüssigkeit kein Salz hinzugiebt (siehe Tabelle I.), verdaute im Gegentheil die dialysierte Verdauungsflüssigkeit besser als die nicht dialysierte. Es folgt aber aus diesen Versuchen eben nicht, dass die alkalische Pankreasflüssigkeit am besten verdaut; denn die sodaenthaltende Flüssigkeit verdaut nicht besser als jene, welche Kochsalz oder Fluornatrium enthält, ja von der letzteren kann entschieden behauptet werden, dass diese am besten verdaute.

IV. Tabelle.

Zubereitung der Verdauungsflüssigkeiten.	10 gr Pankreas, 300 ccm Wasser, 0,3% Soda, 1 gr Thymol.	30 gr Pankreas, 300 ccm Wasser, 0,3% Soda, 1 gr Thymol.	10 gr Pankreas, 300 ccm Wasser, 1% Fluornatrium, 1 gr Thymol.	30 gr Pankreas, 300 ccm Wasser, 1% Fluornatrium, 1 gr Thymol.	10 gr Pankreas, 300 ccm Wasser, 1% Chlornatrium, 1 gr Thymol.	30 gr Pankreas, 300 ccm Wasser, 1% Chlornatrium, 1 gr Thymol.	10 gr Pankreas, 300 ccm Wasser, 1% Jodkalium, 1 gr Thymol.	30 gr Pankreas, 300 ccm Wasser, 1% Jodkalium, 1 gr Thymol.
Exstinctionscoefficient der undialysierten Flüssigkeit	0,67532	1,63160	0,87412	3,00544	1,03788	2,48280	0,92316	2,00160
Eiereiweiss. Verdautes gesammt Eiweiss . .	0,33444	0,45160	0,34828	1,78952	0,46180	0,74792	0,85732	0,39616
Albumose und Pepton .	0,32900	0,39712	0,48548	0,80656	0,42660	0,68768	0,80918	0,39616
Faserstoff. Verdautes gesammt Eiweiss . .	1,38956	3,47384	2,34828	4,45880	2,29940	3,39960	2,20796	3,02776
Albumose und Pepton .	1,24430	3,44824	2,27876	3,94320	2,27103	3,43216	2,16180	2,88072
Exstinctionscoefficient der dialysierten Flüssigkeit	0,48828	0,89832	0,53228	0,50216	0,36380	1,03244	0,48356	0,66184
Eiereiweiss. Verdautes gesammt Eiweiss . .	0,33024	0,65168	0,13180	1,43776	0,95300	0,74804	0,96700	0,98516
Albumose und Pepton .	0,30616	0,60840	0,26276	1,43776	0,93472	0,69196	0,87900	0,72064
Faserstoff. Verdautes gesammt Eiweiss . .	1,11552	1,69480	1,57884	3,01616	2,32100	2,16196	2,62844	2,87042
Albumose und Pepton .	0,82792	1,42720	1,37260	3,01616	1,99244	1,90844	2,23636	2,51864

Nach PODOLINSKI sollen hier eben die Natronsalze von besonderem Vortheil sein; nach meiner Erfahrung fördert aber Jodkalium eben so gut die Verdauung wie Chlornatrium, ein Unterschied ist hier nicht zu bemerken. Soda scheint nur dann von Vortheil für die Trypsinverdauung zu sein, wenn wir dieselbe nicht bei der Erzeugung der Verdauungsflüssigkeit selbst benützen, sondern mit dem zu verdauenden Eiweiss zugleich dem Pankreasinfusum beigeben. Dies deutet die folgende (V.) Tabelle an.

V. Tabelle.

Darstellungsweise der Verdauungsflüssigkeiten.	3 gr Pankreas, 100 ccm Wasser, 1‰ Salicylsäure, 0,5 gr Thymol.		3 gr Pankreas, 100 ccm Wasser, 0,5 gr Thymol.	
	gelöstes Eiweiss.	Pepton.	gelöstes Eiweiss.	Pepton.
Exstinctionscoefficient der Verdauungsflüssigkeit	0,58404		0,98749	
Verdauungsflüssigkeit + 0,4 Proc. Soda + Faserstoff	4,2534	1,98382	5,83374	2,27518
Verdauungsflüssigkeit, kein Soda, Faserstoff	1,65018	1,41618	2,08403	1,85164

Bei diesen Versuchen förderten 0,4 proc. Soda bedeutend die Verdauung und zwar in erhöhterem Maasse in der ohne Salicylsäure bereiteten Verdauungsflüssigkeit. Wenn, wie zu geschehen pflegt, aus dem Fortschritt der Verdauung auf den Trypsingehalt der Flüssigkeit geschlossen werden kann, dann folgt, dass dieselbe mehr Trypsin enthielt, wenn sie mit Wasser, ohne Zugabe von Salicylsäure, dargestellt wurde.

Ausser Rinderpankreas benutzte ich zur Erzeugung künstlichen Pankreassaftes das Pankreas vom Hunde, Schweine und Menschen, und untersuchte deren Fähigkeit Eiweiss zu verdauen, fand aber keinen wesentlichen Unterschied, also auch nicht, dass Hundepankreas besser verdaut als Rinderpankreas, wie dies meinen, die Magenverdauung betreffenden Beobachtungen entsprechen würde, und wie auch von Floresco angegeben worden war. Dabei fiel mir aber auf, dass aus dem Pankreas an mit hohem Fieber verlaufenden Krankheiten Verstorbener, wie Pneumonikern, kein Infusum gewonnen werden konnte welches Eiweiss verdaut. Da ich auch kein Pepsin aus dem Magen solcher Leichen gewinnen konnte, so folgt, dass mit dem Fieber eine Stagnation in der Erzeugung von Pepsin und Trypsin einhergeht.

2. Gewinnung des Trypsins.

Um das Trypsin aus der Pankreasdrüse zu gewinnen, gab Danilewsky[13] das dem 6—7 Stunden nach der Fütterung getödteten Thiere entnommene Pankreas auf eine halbe Stunde in

Wasser, um dasselbe vom Blute zu reinigen, während dessen wurde das Wasser oft erneuert und die Drüse ausgewaschen. Dann kam die zerkleinerte Drüse mit reinem Sand in einen Mörser und wurde fein zerrieben. Nun kam die ganze Masse in einen Kochbecher mit etwas Wasser, woselbst dieselbe 1—2 Stunden lang, bei einer Temperatur von 20—30° C., der Digestion ausgesetzt und schliesslich abfiltriert wurde. Das milchweisse oder gelb gefärbte Filtrat, reagierte neutral, sauer, oft auch schwach alkalisch. Die entstandenen freien Fettsäuren wurden durch gebrannte Magnesia entfernt, nach welchem das stark alkalische, gelbgefärbte Filtrat sich als eine starke und Blutfaserstoff gut verdauende Flüssigkeit erwies. DANILEWSKY gab zu dieser Flüssigkeit $^1/_4$ Theil Collodiumlösung, schüttelte das Gemisch gut durch, und mischte dasselbe in weit offenem Glase mit einem Glasstab so lange durch, bis der grösste Theil des Aethers flüchtig geworden war. Der Niederschlag wurde mit Alkohol von 60—70 proc. wiederholt gewaschen und zwischen Fliesspapier getrocknet. In einer Mischung von Alkoholäther gelöst, blieb ein gelber Rückstand zurück, welcher mit Aether gewaschen schliesslich das Enzym und Eiweiss enthält. Von diesen ist das Enzym in Wasser löslich, während das Eiweiss zufolge des Alkohols und Aethers vollkommen coagulierte. Dies Enzym soll die Xanthoproteinreaction nicht geben und wird durch Essigsäure gefällt. Mangel von Alkali verzögert, Ueberfluss an Alkali vernichtet die Faserstoff lösende Wirkung des Enzyms; diese Lösung erfolgt nach DANILEWSKY bloss in alkalischer oder neutraler Lösung. Nach MEISSNER löst Pankreasinfusum Eiweiss nur bei saurer Reaction, während nach DANILEWSKY in saurer Reaction keine Verdauung erfolgt. Den Einfluss der Temperatur betreffend fand DANILEWSKY, dass die Verdauung bei 37—40° C. am besten vor sich geht; 50, 25° verzögern dieselbe, und bei 60° und darüber hört die Verdauung auf.

WITTICH[14] bereitete aus getrocknetem und pulverisiertem Pankreas ein Glycerinextract und fällte aus demselben das Enzym durch Alkohol. Auf diese Weise konnte sowohl Trypsin wie auch das diastatische Enzym gewonnen werden. Doch löste Glycerin viele andere Stoffe, darunter auch Eiweiss reichlich. HÜFNER[15] stellte daher aus dem Glycerinextract einen Alkoholniederschlag

dar, trocknete denselben, löste ihn in Glycerin und fällte wieder mit Alkohol, um den Glycerinextract vom Eiweiss zu befreien. Das ursprüngliche Extract war stark gelb, ja braun gefärbt, während das letztere kaum Farbe hatte. HÜFNER fand, dass die Reactionen des von ihm erhaltenen Extractes den Reactionen des Eiweisses gleichen, dasselbe verliert bei 70° C. seine Verdauungsfähigkeit. Sowohl nach dem Verfahren von WITTICH, wie noch mehr nach jenem von DANILEWSKY, geht viel Enzym verloren.

HEIDENHAIN[6] übergoss die mit feinem Glasstaub zerriebene Drüse mit 1 proc. Essigsäure enthaltendem Wasser, indem er 1 ccm Wasser auf 1 gr Drüse gab und zu dem auf 1 Theil Drüse 10 Gewichtstheile Glycerin goss. Das ganze blieb 3 Tage stehen, wurde dann abfiltriert und mit Alkohol behandelt, wodurch ein in Wasser löslicher Niederschlag gewonnenen werden konnte, der eine stark verdauende Lösung gab.

KÜHNE erhielt aus dem Pancreas siccum das Trypsin, indem er zu 1 Theil Pankreas 5 Theile 0,1% Salicyllösung gab, dies wenigstens 4 Stunden lang bei 40° C. digerierte und durch Gaze durchpresste. Der Rest wurde 12 Stunden hindurch, in 5 Theilen einer 0,25 proc. kohlensaures Natron enthaltenden Lösung weiter digeriert, abgepresst, die saure und alkalische Flüssigkeit zusammengegossen und das Ganze mit 0,5 proc. Thymol und 0,25—0,5 proc. Soda versehen. Dies Gemisch wurde noch weitere 6 Tage digeriert, um die Albumosen zu Peptonen uud weiter zu zersetzen.

Aus frischer Pankreas isolierte KÜHNE das Trypsin auf folgende Weise: In ein Gemisch von 600 ccm Wasser, 6 gr Thymol, 2—3 gr Salicylsäure, 20 ccm Alkohohl und 5 ccm Aether kamen 600 gr fein zermahlene Drüse. Dies blieb 3—4 Tage, bei 40° C. der Digestion ausgesetzt, dann wurde die Flüssigkeit abgepresst, zu derselben 0,5 proc. Soda gegeben und noch weitere 6 Tage lang der Selbstverdauung überlassen. Abgekühlt wurde die Flüssigkeit filtriert, derselben bis zur eben merklichen sauren Reaction Essigsäure beigegeben und mit Ammonsulfat gesättigt. Die hierauf erfolgte Trübung verursachte das in concentrierter Ammonsulfatlösung unlösliche Trypsin. Dies wurde im Filter gesammelt, mittelst gesättigter Ammonsulfat-

lösung solange gewaschen, bis das Filtrat die Biuretreaction nicht mehr gab. Die so gesammelte Substanz — KÜHNE's Trypsin — gab in einer 0,25 proc. Sodalösung eine vorzüglich verdauende Flüssigkeit. Um dies, insbesondere mit Ammonsulfat verunreinigte Trypsin zu reinigen, empfiehlt KÜHNE dassselbe in Wasser zu lösen und mit Alkohol auszufällen; der Niederschlag wird dann noch mit einer Mischung von Alkohol und Aether gewaschen, wodurch das Trypsin von in Alkoholäther löslichen Stoffen gereinigt wird. Zur Befreiung des Trypsins vom Ammonsulfat empfiehlt KÜHNE das kohlensaure Barium und die Dialyse zu benutzen, wobei jedoch das Bariumsulfat viel Trypsin mit sich reisst. Nach der Behandlung mit Alkohol, kann das Trypsin schliesslich als ein amorpher Körper gewonnen werden. Während dieser Reinigung wird ein Theil des Trypsins unlösslich, der dann nur in verdünnter Sodalösung gelöst werden kann. 1 proc. Essigsäure fällt das Trypsin; dieses, durch Säuren gefällte Trypsin, verliert nur bald seine verdauende Wirkung, coaguliert beim Kochen theilweise, theilweise aber bleibt dasselbe als Albumose in der Lösung. Dieser Umstand und die Erfahrung, dass das nach KÜHNE dargestellte Trypsin alle Farbenreactionen des Eiweisses giebt, erwecken den Verdacht, dass dasselbe entweder selbst ein eiweissartiger Körper oder eine Mischung von Trypsin und Eiweiss ist.

Bezüglich dieses Verfahrens wollte ich vor Allem erfahren, ob zur Gewinnung des Trypsins die Digestion der Drüse mit Salicylsäure nothwendig sei. Demzufolge gab ich zu 10, bezüglich 30 gr Trockenpankreas 150 ccm 0,1 proc. Salicylsäure enthaltendes Wasser und digerierte dasselbe 12 Stunden lang, abfiltriert wurde der Rest abermals in 150 ccm 0,25 proc. Soda enthaltendem Wasser weitere 12 Stunden der Verdauung ausgesetzt — natürlich mit entsprechender Beigabe von Thymol —, und dann filtriert. Beide Filtrate zusammengegossen gaben die gewünschte Verdauungsflüssigkeit. Die Ergebnisse der Verdauungsversuche enthält folgende (VI.) Tabelle.

VI. Tabelle.

Zubereitung der Verdauungsflüssigkeiten	10 gr Pankreas siccum nach Kühne	30 gr Pankreas siccum nach Kühne
Exstinctionscoefficient der undialysierten Flüssigkeit	2,52640	7,25840
Eiereiweiss. Verdaute gesammt Eiweiss	0,12560	0,09760
Albumose + Pepton	0,04432	0,09760
Faserstoff. Verdaute gesammt Eiweiss	1,78720	4,17152
Albumose + Pepton	1,55376	4,09768
Exstinctionscoefficient der dialysierten Flüssigkeit	1,20612	3,70912
Eiereiweiss. Verdaute gesammt Eiweiss	0,72516	0,45744
Albumose + Pepton	0,72516	0,41680
Faserstoff. Verdaute gesammt Eiweiss	2,98804	3,20432
Albumose + Pepton	2,85540	3,06392

Aus dem Vergleich der Daten dieser Tabelle mit jenen der IV. ersieht man, dass die aus 30 gr Pankreas gewonnene Verdauungsflüssigkeit, ähnlich der mit Fluornatrium erzeugten Flüssigkeit, den Faserstoff verdaut, während das Ovalbumin, durch die nach KÜHNE bereitete Flüssigkeit, schlechter verdaut wird als durch jene Flüssigkeiten, denen Salze beigegeben worden waren.

Allen diesen Erfahrungen zufolge versuchte ich das Trypsin ohne Zugabe von Säure oder Salze zu gewinnen, indem ich zugleich die Verdauung auf längere Zeit ausdehnte. Die soeben von der Schlachtbank erhaltenen Pankrease wurden von Fett, Bindegewebe und Blutgefässen möglichst gereinigt, vom Blute durch reichliches Waschen befreit, fein zermahlen und mit der gleichen Menge Wasser der Verdauung ausgesetzt. Wenn ich Pancreas siccum benutzte, so gab ich diesem 10 mal so viel Wasser zu. Zum Hintanhalten der Fäulniss schloss ich der Masse auf je 1 Liter Wasser 5 gr Thymol und 10 ccm Chloroform bei. Das Ganze digerierte ich 7 Tage lang unter häufigem Umrühren.* Dann wurde das Ganze durch Leinwand gepresst und mit Chloro-

* Das Pankreas 7 Tage lang der Verdauung auszusetzen, ist eben nicht nöthig, denn nach 2 tägiger Verdauung kann aus dem Rest der Drüse kein Trypsin mehr gewonnen werden.

form genügend versehen weitere 3 Wochen lang im Thermostat gehalten. Ich dehnte die Verdauung 4 ja oft 5 Wochen lang aus, weil Versuche bewiesen, dass aus Trypsin, welches nach 2—3 Wochen anhaltender Verdauung dargestellt worden war, bei weiterer Selbstverdauung desselben, Pepton gewonnen werden konnte, während nach 4—5 wöchentlicher Verdauung dies nicht mehr der Fall war.

Nach Verlauf der 4—5 Wochen, liess ich die Flüssigkeit 2 Tage lang an kühlem Orte stehen und filtrierte ab. Das Filtrat sättigte ich — wie KÜHNE — mit Ammonsulfat bei 40° C. Stellte dann die Flüssigkeit, bis sie ausgekühlt war, an einen kühlen Ort und filtrierte sie durch gehärteten Filter, auf welchem das gefällte Trypsin zurückblieb. Hier wurde das Trypsin zuerst mit gesättigter Ammonsulfatlösung, dann mit mittels ammoniak-alkalisiertem 96 proc. Alkohol zu wiederholtem male gewaschen. Das so gereinigte Trypsin konnte getrocknet als ein fein weiss-graues Pulver aufbewahrt werden, das seine Verdauungsfähigkeit lange Zeit beibehält; binnen 3 Jahren wenigstens büsste dasselbe von seiner Verdauungsfähigkeit nichts ein.

Durch Dialyse kann das Trypsin von Ammonsulfat nicht ganz gereinigt werden, doch beeinträchtigt das letztere seine Verdauungsfähigkeit nicht. Aus der dialysierten Trypsinlösung fällt das Trypsin beim Kochen, bei der Zugabe von Salpetersäure, Salzsäure, Schwefelsäure oder Pikrinsäure aus; die durch Säuren erzeugte Trübung verschwindet beim Kochen und zwar nach der Behandlung von Salpetersäure mit gelber (Xomthoprotein-Reaction), nach der Behandlung mit Salzsäure mit violetter Farbe (Liebermann'sche Reaction). Trübung erzeugen in der Trypsinlösung Bleiessig, Essigsäure und Ferrocyankalium, Trichloressigsäure, Salicylsulfosäure; diese Trübung verschwindet beim Kochen. Auch Alkohol fällt das Trypsin. Das Trypsin giebt alle Farbenreactionen des Eiweisses mit Ausnahme der Biuretreaction. Dasselbe weicht auch in anderer Beziehung sowohl vom Eiweiss wie von Albumose ab, kann also nicht als Eiweiss bezeichnet werden.

3. Die Trypsinverdauung unter verschiedenen Einflüssen.

1. Inwieweit die Menge des Trypsins die Eiweissverdauung beeinflusst wurde, meines Wissens, noch nicht untersucht. Ich machte daher mit gekochtem Ovalbumin und Blutfaserstoff auch diesbezüglich Versuche. Die Verdauung dauerte 4 und 20 Stunden und zwar sowohl mit dialysierter wie auch mit undialysierter Trypsinlösung. Die Fäulniss hemmte ich mittels Thymol. Die Versuche wurden insoweit noch ausgedehnt, als ich aus den Verdauungsproducten des Blutfibrins das gelöste Globulin durch Kochen entfernte und dessen Menge feststellte, wie ich auch die Menge der durch Ammonsulfat fällbaren Albumose und der von KÜHNE als Hemi- und Antipeptone bezeichneten Verdauungsproducte bestimmte.

Die Resultate dieser Versuche zeigt die folgende (VII.) Tabelle.

VII. Tabelle.

Nicht dialysiertes Trypsin in Proc.	4 Stunden anhaltende Verdauung					20 Stunden anhaltende Verdauung				
	Faserstoff			Eiereiweiss		Faserstoff			Eiereiweiss	
	Globulin	Albumose	Pepton	Albumose	Pepton	Globulin	Albumose	Pepton	Albumose	Pepton
0,0	—	0,20495	0	0,19416	0	0,06655	0,35552	0,03015	0,24708	0
0,005	0,01924	0,25109	in Spuren	0,26059	0	0,08897	0,37283	0,79554	0,26352	0
0,01	—	—	—	—	—	0,06182	0,41234	0,87114	0,31333	0
0,05	0,22334	0,26785	0,26934	0,29500	in Spuren	0,12949	0,52532	1,82270	1,17751	0,42718
0,1	0,36326	0,27728	0,37950	0,43014	„	0,20827	0,58091	1,81301	0,29183	0,41625
0,5	0,26153	—	—	0,43507	„	0,74885	0,58278	1,90602	0,26634	0,48282
Dialysiertes Trypsin										
0,005	0,01214	0,24708	in Spuren	0,19530	0	0,04102	0,23020	0,75338	0,25243	0
0,01	0,00354	0,20458	„	0,18964	0	0,12584	0,25572	0,23249	0,32598	in Spuren
0,05	0,01824	0,07925	0,24986	0,28907	in Spuren	0,53174	0,42862	1,35406	0,11102	0,40520
0,1	0,14117	0,13332	0,60510	0,04716	0,23310	0,66013	0,38405	1,75602	0,22042	0,50486
0,5	0,19071	0,10728	0,84563	0,13871	0,26730	0,88379	0,49883	1,78268	0,15224	0,77498
1,0	0,26074	0,25962	0,75464	0,08225	0,37314	0,95220	0,45043	1,94543	0,10404	0,61705

Aus den Daten dieser Tabelle ist zu ersehen, dass sehr wenig Trypsin (0,005 proc.) in Wasser gelöst, sowohl den Blutfarbstoff wie auch das hartgekochte Eiweiss bereits verdaut. Bis zu 0,1 proc. Gehalt an Trypsin steigt mit der Zunahme der Menge des Trypsins die Verdauungsfähigkeit der Lösung desselben; bei grösserem Trypsingehalt jedoch steht die verdaute Eiweissmenge

in keinem Verhältnis zur Menge des Trypsins, insofern als bei relativ grosser Zunahme des Trypsingehaltes, von 0,1 bis 0,5 ja bis 1,0 proc., die Verdauung kaum etwas zunimmt. Man kann daher über einen relativ geringen Trypsingehalt hinaus, aus dem Fortschritt der Verdauung, nicht auf den Trypsingehalt selbst schliessen.

2. Nachdem es schien, dass die Trypsinverdauung bei *alkalischer Reaction* besser vor sich geht als bei neutraler oder gar saurer Reaction, wurde empfohlen (KÜHNE, HEIDENHAIN) 0,25 bis 0,5 proc. Soda dem künstlichen Pankreassaft beizufügen. Um diesbezüglich ein Urtheil zu gewinnen, gab ich zu einer Lösung von 0,1 proc. Trypsin verschiedene Mengen Soda, Natronlauge, Kochsalz, Salzsäure bezüglich Milchsäure, setzte in dieser Eiweiss einer 24 stündigen Verdauung aus und bestimmte die Menge der entsprechenden Verdauungsproducte.

VIII. Tabelle.

Na_2CO_3 Gehalt	Gekochtes Ovalbumin		Blutfibrin		
	Albumose	Pepton	Globulin	Albumose	Pepton
$^1/_2$ normal	0,59423	0	0,27401	1,28313	1,17430
$^1/_5$ normal	0,73203	0	0,14613	1,43888	2,02152
$^1/_{10}$ normal	0,52704	0,50762	0,14951	1,19083	2,04513
$^1/_{20}$ normal	0,66858	0,57632	0,22828	1,06927	2,32260
$^1/_{40}$ normal	0,32433	0,94844	0,48261	0,98445	3,84648
$^1/_{60}$ normal	0,15532	1,04164	0,55538	1,04514	3,74425
$^1/_{100}$ normal	0,13962	1,02702	0,15680	0,64661	2,28151
0	0,46457	0,51851	0,49974	0,96474	2,10678

IX. Tabelle.

NaCl Gehalt	Gekochtes Ovalbumin		Blutfibrin		
	Albumose	Pepton	Globulin	Albumose	Pepton
$^1/_2$ normal	0,16062	0,77863	0,11785	0,92290	2,0307
$^1/_5$ normal	0,12528	0,84263	0,16308	0,76612	2,81509
$^1/_{10}$ normal	0,22845	0,98308	0,19705	0,56335	2,92405
$^1/_{20}$ normal	0,15136	1,01175	0,14876	0,70517	2,92405
$^1/_{40}$ normal	0,17007	1,01175	0,27976	1,32124	2,22811
$^1/_{100}$ normal	0,26220	0,85042	0.43185	1,85540	1,88889

X. Tabelle.

Zur Trypsinlösung wurden gegeben	gekochtes Ovalbumin			Blutfibrin		
	Alkali-albuminat	Albumose	Pepton	Alkali-albuminat	Albumose	Pepton
NaHO $^1/_2$ · normal	1,94214	0,90075	—	7,05645	0,41665	0,91896
„ $^1/_{50}$ · normal	0,42381	—	0,91896	1,00359	1,22736	2,25994
„ $^1/_{100}$ · normal	0,74168	—	1,08869	1,21851	1,57817	2,16292
	Acidalbuminat			**Acidalbuminat**		
HCl $^1/_{20}$ · normal	0,13940	—	—	0,00617	0,16285	—
„ $^1/_{50}$ · normal	0,13654	—	—	0,06264	0,29655	Spuren
„ $^1/_{100}$ · normal	0,26157	—	—	0,11142	0,36925	0,92731
Milchsäure						
$^1/_{20}$ · normal	0,24719	—	—	0,08343	0,24576	—
„ $^1/_{50}$ · normal	0,24975	—	—	0,06181	0,18981	0,46809
„ $^1/_{100}$ · normal	0,32278	—	—	0,05096	0,15895	2,46424

Ein Vergleich dieser Tabellen zeigt deutlich, in wie grossem Maasse Säuren, Salzsäure und Milchsäure, hemmend auf die Trypsinverdauung wirken. Bei Vorhandensein von Säuren wurden aus Ovalbumin Albumosen und Peptone nicht gebildet, und aus Fibrin auch nur bei sehr stark verdünnten Säuren. So tritt Peptonbildung erst bei $^1/_{100}$ · normal Salzsäure-, $^1/_{50}$—$^1/_{100}$ · normal Milchsäuregehalt auf.

Betreffs des Einflusses des Kochsalzes auf die Verdauung ersieht man aus den Daten der IX. Tabelle, dass der Gehalt von $^1/_5$ oder weniger normal Kochsalz die Peptonbildung fördert. Bei einem derartigen Kochsalzgehalt war die Peptonbildung besser als bei vollständigem Mangel an Kochsalz, wie dies die Angaben der letzten Reihe der VIII. Tabelle beweisen; wobei die Verdauung auch besser verlief, als bei einem grösseren, zum Beispiel $^1/_2$ normalen, Kochsalzgehalt.

Etwas besser als Kochsalz befördert die Verdauung das Vorhandensein von $^1/_{40}$—$^1/_{60}$ normal Soda (VIII. Tabelle); doch scheint dieser Einfluss sich bloss auf die Lösung von Fibrin zu erstrecken, während Ovalbumin dabei nicht besser verdaut wird. Auch $^1/_{50}$ bis $^1/_{100}$ Natronlauge (siehe die X. Tabelle) bessert die Verdauung,

doch bei weitem nicht so wie Soda; ich kann demnach den fördernden Einfluss der Soda bei der Verdauung nicht allein deren alkalischer Reaktion beimessen, sondern dieselbe wirkt vielmehr wie andere Salze (siehe auch die IV. Tabelle).

Wenn wir nun mit 0,1 proc. Trypsin und $^1/_{50}$ normal Soda eine gut verdauende Trypsinlösung darstellen und die Verdauungsfähigkeit mit der eines künstlichen Magensaftes vergleichen, welcher 0,1 Proc. Pepsin und 0,5 Proc. Salzsäure enthält, so erhalten wir folgende Resultate:

XI. Tabelle.

	Pepsinverdauung		Trypsinverdauung	
	Ovalbumin	Faserstoff	Ovalbumin	Faserstoff
Albumose . .	2,893	2,993	0,155	1,046
Peptone . .	0,178	0,305	1,042	3,744
Zusammen	2,071	3,293	1,197	4,790

Ein guter Magensaft verdaut sonach bei weitem nicht um so viel schlechter Eiweiss als Pankreassaft, wie CORVISART und andere behaupten. Während der Magensaft bei der Eiweissverdauung mehr Albumose liefert, finden wir in der Verdauungsflüssigkeit des Pankreas bei weitem mehr Pepton; dabei verdaut Magensaft das Ovalbumin besser als die Trypsinlösung und umgekehrt letztere besser den Faserstoff als das Ovalbumin.

3. Den Einfluss der *Temperatur* auf die Trypsinverdauung zeigt die folgende (XII.) Tabelle:

XII. Tabelle.

Temperatur in C°	Faserstoff		
	Globulin	Albumose	Pepton
0	0,63467	0,69840	0,94844
20	2,64204	1,14973	1,13759
40	0,06326	0,10581	1,28151
50	0,01565	0,20233	2,03077
60	—	1,60890	1,72838
80	—	—	—

Bei einer Temperatur von 0° C. trifft man bereits Verdauung an, auf 40° erwärmt ist dieselbe am grössten und hält, wohl an Intensität abnehmend, bis 60° C. an; bei 80° hört jede Verdauung auf. Diesbezüglich unterscheidet sich also die Trypsinverdauung von der Verdauung mit Pepsin, da das Optimum der letzteren zwischen 50—60° C. ist.

4. Der *zeitliche Verlauf der Trypsinverdauung* erhellt aus den Daten der folgenden (XIII.) Tabelle:

XIII. Tabelle.

Zeit	Globulin	Albumose	Pepton	Zeit	Globulin	Albumose	Pepton
30′	0,37831	0,51388	0,46045	1 Tag	0,09472	0,09588	2,27069
1°	0,64643	0,11310	0,95701	2 Tage	0,06326	0,10581	2,28151
2°	0,66160	1,74995	0,96998	3 „	0,07204	0,08264	1,82270
3°	0,77201	1,62919	1,05557	4 „	0,05558	0,07407	1,54246
4°	0,89938	1,61883	1,20938	6 „	0,05163	—	1,48834
6°	1,26255	1,16857	1,24686	10 „	0,05542	—	1,42086
10°	0,61625	1,17802	1,41411	15 „	0,05718	—	1,26870
15°	0,31238	0,86433	1,75142	22 „	0,04995	—	1,04626
20°	0,16347	1,05081	1,99410	30 „	0,04953	—	1,01275

Nach den Daten dieser Versuche, bei welchen Faserstoff zur Verdauung diente, enthielt die Verdauungsflüssigkeit am Schluss des zweiten Tages das meiste Pepton, während am meisten Albumose in der 2. bis 4. Stunde in der Flüssigkeit nachgewiesen werden konnte; von da an nahmen sowohl das Pepton wie die Albumose ab, so sehr, dass vom 6. Tage an Albumose nicht mehr nachzuweisen war. Das durch Kochen aus der Verdauungsflüssigkeit fällbare Eiweiss — das Globulin — blieb vom 4., genau genommen vom 22. Tage an constant und bestand aus dem durch Kochen fällbaren Trypsin. Dass das Pepton vom 3. Tag angefangen immer mehr abnahm, während dasselbe bei der Pepsinverdauung selbst am 30. Tage noch langsam zugenommen hatte[16], beruht auf der bekannten Eigenschaft der Pankreasverdauung, nach welcher die Peptone durch Trypsin weiter gespalten werden.

4. Das Proteinochrom.

Während dieser Verdauungsversuche fiel mir die gelbe Farbe der Verdauungsflüssigkeit auf. Wenn man nämlich frisches Pankreas, das besonders vom Blut gut gereinigt worden war, oder Pankreas siccum, bei Vorhandensein von Chloroform oder Thymol in Wasser der Selbstverdauung aussetzt, so färbt sich die Verdauungsflüssigkeit bald gelb, bei einer 3—7 Tage anhaltenden Verdauung selbst rothgelb. Abfiltriert erscheint das Filtrat bei durchfallendem Lichte orangeroth und fluoresciert in grüner Farbe. Diese Färbung nimmt bei längerem Anhalten der Verdauung zu.

TIEDEMANN und GMELIN, KÜHNE und andere erwähnen auch die gelbe Farbe der durch Selbstverdauung des Pankreas erhaltenen Verdauungsflüssigkeit, ohne jedoch dieselbe weiterer Beachtung zu würdigen. Nach meiner Erfahrung entsteht die Färbung bei der Selbstverdauung des von jedem möglichen Farbstoff auf das vollkommenste gereinigten Pankreas und wird mit dem Fortschreiten der Verdauung dunkler, selbst wenn die Farbe in den ersten Tagen kaum blassgelb war. Wird das Pankreas gekocht und dann in reinem Magensaft verdaut, so erscheint das Filtrat kaum schwach blassgelb, während Theile desselben Pankreas bei der Selbstverdauung eine dunkelgelbe bis rothgelbe Farbe annehmen. Aus alledem folgt, dass der Farbstoff während der Pankreasverdauung gebildet wird und zwar, wie die Erfahrung zeigt, in bei weitem grösserem Maasse bei der Verdauung von frischem Pankreas, als von Pankreas siccum. Bei der Darstellung des Trypsins (2) konnte dasselbe auf dem gehärteten Filter von dem anhaftenden Farbstoff durch 96grädigen Alkohol und noch besser durch Alkohol und Ammoniak gereinigt werden. Der durch ammoniakalischen Alkohol gewonnene Farbstoff blieb nach Abdampfen des Lösungsmittels als eine vorzüglich mit Ammonsulfat verunreinigte dickflüssige Masse zurück. Diese ist in Chloroform, Petroleumäther, Benzol, Aethyläther unlöslich. Kann nicht abdestilliert werden. Ist dialysierbar. Wird gefällt durch die schweren Metallsalze wie durch Quecksilberchlorid, Silbernitrat, MILLON'sches Reagens, Bleiessig, Bleiessigammoniak, so wie denselben Tannin, Salzsäure, Schwefelsäure, Salpetersäure

und Phosphorwolframsäure auch fällen. In Alkalien ist der Farbstoff löslich. Derselbe giebt von den Eiweissreactionen die Biuretreaction nicht, nur mit Pepton verunreinigt. Das MILLON'sche Reagens fällt den Farbstoff mit gelber Farbe, derselbe löst sich aber im Ueberfluss des Reagens wieder auf, erhitzt wird die Flüssigkeit rothgefärbt. Schwefelsäure trübt die Lösung an der Berührungsfläche mit rother Farbe. Wenn wir den Farbstoff mit Chromsäure, Phosphorwolframsäure oder Salpetersäure kochen, so wird die Farbe langsam grün; wird die Flüssigkeit mit Salpetersäure dann noch weiter erwärmt, so entsteht unter Aufbrausen eine rothgelbe Färbung. Diese Farbenänderung erinnert sehr an die GMELIN'sche Gallenfarbenreaction. Schliesslich, und dies ist charakteristisch, erhält die Flüssigkeit beim Behandeln mit Chlor- oder Bromwasser eine violette bezw. braune Färbung; nach längerem Stehen scheidet sich ein dunkel gefärbter Niederschlag ab. — Diese Chlorwasserreaction ist als die Reaction eines Pankreasproductes schon lange bekannt; ehe wir daher unsern neuen Farbstoff näher untersuchen, wollen wir uns mit dem Brom- oder Chlorkörper näher beschäftigen.

Bereits TIEDEMANN und GMELIN[4] fanden, dass die gelbe Färbung der Pankreasflüssigkeit durch Chlorwasser lebhaft rosenroth wird, nach 12 Stunden scheiden sich violette Flocken ab, wobei, nach Angabe der Forscher, die Flüssigkeit sich beinahe ganz entfärbt. Viel Chlorwasser vernichtet die rothe Farbe sogleich. Nach KÜHNE erhält die Flüssigkeit mit gesättigtem Chlorwasser eine dunkelviolette Färbung, worauf amorphe, beinahe schwarze Flocken sich ausscheiden, die in Wasser nur wenig gelöst werden, während das Filtrat schön rosenroth bleibt. STADELMANN nennt den durch Chlorwasser färbbaren unbekannten Körper Proteinochromogen, NEUMEISTER Tryptophan. Den durch Chlorwasser in lebhaft rosenrother Farbe darstellbaren Stoff fällt nach CL. BERNARD Bleiessig nicht, er hielt diese Färbung für identisch mit jener, welche salpetrige Säure enthaltende Salpetersäure giebt. KÜHNE[16] zeigte jedoch, dass der durch Chlor- und Bromwasser darstellbare Farbstoff nicht identisch ist mit jenem flüchtigen Körper, welcher mit Salpetersäure und Nitriten in der Wärme roth gefärbt wird (Indol) und welcher sich nur während

der Fäulniss bildet. Später wiesen KÜHNE und CHITTENDEN direct nach, dass das farblose Proteinochromogen, bei vollkommenem Ausschluss der Fäulniss während der Trypsinverdauung, aus Albumose gebildet wird. Künstlich stellten die genannten Forscher diesen Körper dar, indem sie Eiweiss mit Barytwasser oder mit 5proc. Schwefelsäure kochten; bei der Pepsinverdauung jedoch bildet sich dieser Körper nicht. KRUKENBERG[17] säuerte die Verdauungsflüssigkeit nach der Fibrinverdauung mit Essigsäure an und gab Bromwasser solange dazu, als die violette Färbung zunahm. Der auf diese Weise erhaltene Farbstoff, mit Aether und Chloroform durchgeschüttelt, gab eine charakteristische Absorptionslinie bei *D*; welchen Befund jedoch andere Forscher nicht bestätigen konnten. Das Chromogen, aus welchem der violette Farbstoff mittels Brom dargestellt werden kann, dialysiert durch pflanzliche Membranen und geht nicht in Chloroform und Aether über. An der Luft zersetzt sich dasselbe bei 100° C., doch auch in gewöhnlicher Temperatur. Ausserdem beschreibt KRUKENBERG noch ein zweites während der Trypsinverdauung gefundenes Chromogen, welches von der Verdauungsflüssigkeit abdestilliert und aus derselben mit Chloroform oder Aether extrahiert werden kann. Wenn man dies Extract abdampft, so bleibt eine braune, harzige, in destilliertem Wasser unlösliche, in Alkalien leicht lösliche Masse zurück. Dies Chromogen wird durch Salpetersäure purpurroth, durch Salzsäure blutroth gefärbt. Nach KRUKENBERG gehören beide Körper zur Indigogruppe und entsprechen in jeder Beziehung den Farbstoffen, die man auch von faulendem Fibrin gewinnen kann; allein der aus Indollösungen auf gleiche Weise darstellbare Farbstoff erwies sich so auffallend verschieden, dass an eine Identität der beiden Körper nicht gedacht werden kann. KÜHNE[18] bezeichnet den mit Chlor oder Brom darstellbaren Farbstoff mit Recht als verschieden von dem flüchtigen, destillierbaren, mit Salpetersäure und Nitriten sich roth färbendem Indol. Auch nach STADELMANN[19] ist der zweite Farbstoff KRUKENBERG's ein Fäulnissproduct. NEUMEISTER[20] fand, dass eine lang ausgedehnte Verdauung das Tryptophan vernichtete. Doch dies dürfte höchstens nach sehr lange anhaltender Verdauung erfolgen; denn man kann diesen Körper in dem Verdauungsproducte vom Rinder-

pankreas nach einer zwei Monate anhaltenden Verdauung noch reichlich nachweisen. Nach STADELMANN wird das Proteinochromogen vernichtet, wenn wir zu demselben Schwefelsäure, Salpetersäure, Salzsäure, Natronlauge, kohlensaures Natrium oder 5proc. Ammoniak geben und kochen. Das Proteinochromogen ist unlöslich in Aether und Chloroform, auch Essigäther und Amylalkohol lösen nur sehr wenig von denselben; in Amylalkohol wird das Proteinochromogen sehr bald zersetzt. Das Proteinochromogen verhält sich in seinen meisten Eigenschaften wie Pepton (STADELMANN): ist diffusionsfähig, wird gefällt durch Phosphorwolframsäure, aber nicht durch Ammonsulfat; kann nicht destilliert werden. Löst sich in Alkohol etwas leichter als Pepton. Da Proteinochromogen von Peptonen und Amidosäuren nur sehr schwer und in geringer Menge geschieden werden kann, so unterzog sowohl STADELMANN wie auch alle anderen Forscher dessen Brom- bezw. Chlorverbindung einer eingehenderen Untersuchung. STADELMANN unterschied, je nach seiner Löslichkeit oder Unlöslichkeit in Alkohol und Aether, mehrere Arten von Proteinochrom, d. h. Brom-, bezw. Chlorverbindungen des Proteinochromogen, und berechnete aus der Analyse der verschiedenen Proteinochrome die Zusammensetzung des Proteinochromogens wie folgt:

$$C_{66,57-59,79}\ H_{6,89-6,15}\ N_{14,81-13,04}\ S_{4,69-3,82}\ O_{14,90-13,04}.$$

Verglichen mit Eiweiss enthält dieser Körper viel C und S und wenig N und O. WINTERNITZ[21] wies den Bromkörper vom Beginn des Ductus pankreaticus angefangen nach, fand ihn aber weder in den unteren Partien des Dickdarms noch im Kothe vor. WINTERNITZ schliesst daraus auf eine vollkommene Resorption des Proteinochromogens, doch ist natürlicher Weise eine Zersetzung desselben auch nicht ausgeschlossen.

NENCKI[22] überzeugte sich davon, dass Sublimat die Xanthinkörper, aber nicht das Proteinochromogen fällt, er schied daher aus den Pankreasverdauungsproducten die durch Sublimat fällbaren Körper aus, entfernte das Tyrosin, und erzeugte in dem Filtrat mittelst Brom das Proteinochrom. Nach NENCKI können wenigstens zwei Arten Brom enthaltender Körper dargestellt werden, von welchen der eine mehr roth, der andere mehr braun gefärbt

ist. Diese Proteinochrome lösen sich sehr wenig in Aether oder absolutem Alkohol, während sie sich in Alkalien leicht lösen. Die Ergebnisse der chemischen Analyse fand NENCKI nicht befriedigend. Die procentische Zusammensetzung des rothen Körpers, bromfrei berechnet, ergab folgende Werthe: $C_{64,2}H_{5,09}N_{11.7}S_{0,7}$, während die des braunen: $C_{59,8}H_{4,5}N_{10,0}S_{2,8}$ entspricht. NENCKI findet die Zusammensetzung des ersten Körpers dem des Haematoporphyrin und Bilirubin, die des zweiten dem des Melanin ähnlich. Allein, nicht bloss aus der Aehnlichkeit der procentischen Zusammensetzung schliesst der Autor darauf, dass das Proteinochromogen die Muttersubstanz der thierischen Farbstoffe sei, sondern auch daraus, dass ebenso wie durch Zusammenschmelzen von Haematin oder Haematoporphyrin mit Kalilauge viel Pyrrol gebildet wird, Pynol auch aus den Bromkörpern gewonnen werden kann. NENCKI hält es daher für möglich, dass bei der Verdauung des Eiweiss durch Pankreas auch solche Verdauungsproducte entstehen, welche zum Aufbau von Geweben, zur Bildung von Blutfarbstoff und anderer thierischer Farbstoffe dienen, wie eben das Proteinochromogen.

BEITLER[23] untersuchte den durch Chlor darstellbaren Körper. Nach ihm enthält das Eiweissmolekül eine Chromogengruppe, welche sich bei der Pankreasverdauung abspaltet und mit Chlorwasser eine Verbindung bildet, die sich als rother Farbstoff abscheidet. Aus der Analyse dieses Körpers lässt sich schliessen, dass dem Proteinochromogen annähernd folgende Formel entspricht: $C_{96}H_{119}O_{31}N_{21}S$, welche sich von der des Albumin durch grösseren Kohlen- und geringeren Nitrogen- insbesondere aber Hydrogengehalt unterscheidet. Schliesslich sei noch erwähnt, dass KUNAJEFF[24] ein blauviolettes, durch starken Bromgehalt auffallendes, ferner ein in Alkohol mit rother Farbe und schliesslich ein in Alkohol mit brauner Farbe lösliches Proteinochrom unterscheidet. Die Daten seiner Analysen sind nicht wesentlich verschieden von denen, die man bei STADELMANN und NENCKI vorfindet; den von anderen gefundenen Schwefel leitet er von einem dem Proteinochrom beigemischten Körper ab. KUNAJEFF stellt in der folgenden Tabelle die Ergebnisse seiner Analysen sowie der von STADELMANN und NENCKI zusammen:

	Stadelmann				Nencki		Kunajeff				
Präparat	C	D	B_1	B_2	rother Körper	braun. Körper	rother Körper 1	rother Körper 2	schwarzer Körper	violettblauer Körper	
Farbe der Lösung	dunkelviolett	brauner als C	sehr violett	dunkelviolett	schön roth	braun	mit rother Schattierung	mit violetter Schattierung	schwarzbraun	violettblau	violettblau m. röthlich. Farbe
C	51,34	40,12	—	—	46,74	47,56	49,71	50,07	45,15	—	—
H	4,45	5,09	—	—	3,70	3,63	3,25	3,74	2,91	—	—
Br	23,16	19,77	35,17	31,84	27,25	20,56	24,89	27,46	27,23	34,54	32,12
N	10,06	11,92	—	—	8,51	7,94	10,67	—	10,32	—	—
S	2,95	3,10	2,62	2,85	1,51	2,23	—	1,27	0,90	—	—
O	8,03	12,00	—	—	14,89	18,08	—	—	13,49	—	—

Auffallend ist unter diesen Angaben der Autoren sowohl der grosse Unterschied im Bromgehalt (19,77—35,17 Proc.) wie noch mehr derjenige im Gehalt an Oxygen (8,03—18,08 Proc.). Alle Autoren fanden den rothen Körper oxygenärmer als den braunen, während andererseits der braune Körper sich bromärmer erwies als der rothe. Wenn man den stark oxydierenden Einfluss des Chlors und Broms wie auch die Angabe der Autoren berücksichtigt, nach welcher sich der Körper, je nach der Menge des beigegebenen Chlors oder Broms, verschieden dunkel färbt, und dass er wenn viel Chlor gegeben wurde, ganz entfärbt wird, so ist ersichtlich, dass nicht alle Autoren den Körper auf derselben Oxydationsstufe untersuchten. Schwefel fanden die Autoren vor, doch nicht immer. Aus alledem folgt, dass man aus der Zusammensetzung des erhaltenen Brom- oder Chlorkörpers nicht mit Sicherheit auf die Zusammensetzung des ursprünglichen Chromogens schliessen darf. Das Proteinochromogen erhielten alle Forscher entweder bei der Verdauung von Fibrin in Pankreassaft, oder bei der Selbstverdauung der Drüse. Da demnach alles dafür spricht, dass dieser Körper bei der Eiweissverdauung abgespalten wird, dürfte es nicht uninteressant sein, denselben in den Verdauungsproducten der verschiedenen Eiweisse zu suchen. Ich bereitete daher Verdauungsflüssigkeit, die auf je 0,1 gr Trypsin 98 ccm Wasser, 2 ccm Normalsodalösung und 0,5 gr Thymol enthielt und setzte in derselben je 2 gr getrocknetes Fibrin, Serumalbumin, Globulin, Alkalialbuminat, Ovalbumin und Gelatin, in besonderen Gefässen

einer 24stündigen Verdauung aus; ebenso wurde auch Pancreas siccum, natürlich ohne Zugabe von Trypsin, der Verdauung unterzogen. Nach der Verdauung gab ich zu gleichen Mengen des Filtrates gleiche Mengen von demselben Chlorwasser. Es zeigte sich, dass die Flüssigkeiten durch Chlorwasser sehr verschieden gefärbt wurden. So wurde die Verdauungsflüssigkeit des Gelatins und des gekochten Ovalbumins durch Chlorwasser gar nicht gefärbt. Ich liess gekochtes Eiereiweiss selbst zwei Tage lang der Trypsinwirkung ausgesetzt, die filtrierte Flüssigkeit gab reichlich die Peptonreaction, reagierte aber auf Chlorwasser nicht. Die Verdauungsflüssigkeit rohen Ovalbumins zeigte Spuren einer Färbung mit Chlorwasser. Hierauf folgten in zunehmender Reihenfolge — sie wurden mit Chlorwasser immer intensiver gefärbt — das Alkalialbuminat, Serumalbumin, Globulin, das Pancreas siccum, und schliesslich der das meiste Proteinochrom gebende Blutfaserstoff. Da die Verdauung mit allen Albuminen sehr gut ging, so folgt, dass in den Molekülen der verschiedenen Eiweisskörper die Chromogengruppe in sehr wechselnden Mengen enthalten ist, im Gelatin ganz fehlt, im Ovalbumin nur in Spuren vorhanden ist. Das von den Autoren in reiner Chlor- und Bromverbindung dargestellte und beschriebene Proteinochromogen, wird nur durch jene Körper gefärbt und als Chlor- oder Bromverbindung Proteinochrom genannt. Die von mir mit Alkohol extrahierte Substanz, welche ebenfalls auf Chlor- bezw. Bromwasser empfindlich reagiert, ist selbst gefärbt, daher dieselbe mit Recht Proteinochrom zu nennen ist. Dies Proteinochrom ist also ein Verdauungsproduct. Dasselbe möglichst rein darzustellen war die Aufgabe der folgenden Versuche. Mit Rücksicht auf das Verfahren, welches KUTSCHER[25] zur Reingewinnung der Endproducte der Trypsinverdauung befolgte, setzte ich Pancreas siccum fünf Wochen lang der Selbstverdauung aus und behandelte das Filtrat desselben in der Weise wie KUTSCHER das Antipepton von KÜHNE. So stellte ich den Silberniederschlag des Proteinochroms dar; dies konnte von Histidin, Arginin und Lysin getrennt werden, nachdem seine Silberverbindung in verdünnter Salpetersäure unlöslich ist, während die jener Körper in derselben leicht gelöst wird. KUTSCHER behandelte den in stark verdünnter Salpetersäure un-

löslichen Rest mit Salpetersäure von 1100 specifischem Gewicht, kalt, wobei ein Theil desselben sich löste, der übrige aber wurde in Salpetersäure gekocht und so aus demselben Guanin, Adanin und Hypoxanthin gewonnen. Daraus aber folgt, dass der Silberniederschlag entweder eine Mischung mehrerer chemischer Körper ist, oder aber, was wahrscheinlich, dass dieselben aus dem Silberniederschlag durch die tief einwirkende Behandlung künstlich erzeugt worden sind.

Ich verfolgte dies Verfahren nicht weiter, weil dasselbe mit sehr grossem Verlust verbunden ist und weil schwer vorausgesetzt werden kann, dass eine organische Verbindung, die man nach der Behandlung der Pankreasverdauungsflüssigkeit mit Phosphorwolframsäure, dann mit bei 50° C. gesättigter Barytlösung, in derselben Temperatur, hierauf mit 10proc. Argentumnitratlösung, nachher mit Salpetersäure, eventuell noch mit Salzsäure gewinnt, ursprünglich in der Verdauungsflüssigkeit auch vorhanden war. Da ich erfahren, dass das Proteinochrom in ammoniakalischem Alkohol leicht gelöst werden kann, dampfte ich das Filtrat des verdauten Pancreas siccum ein, goss darüber den Ammoniakalkohol und liess das Ganze 24 Stunden stehen. Der Alkoholextract war, filtriert, gelb gefärbt, im Wasserbad eingedickt von braunrother Farbe, und reagierte sehr empfindlich auf Chlorwasser. Während der Eindickung schieden sich farblose Körper aus, die ich durch wiederholtes Filtrieren entfernte, so dass schliesslich eine dunkelbraune, honigartig fliessende Masse zurückblieb. Diese aus den Verdauungsproducten des Pancreas siccum dargestellte Substanz gab die Biuret-, Millon- und Xanthoproteinreaction ebenso wie die Peptone. Wennschon das Ammoniak, als starke Base, nicht viel Vertrauen erweckend war zur Reindarstellung des Proteinochroms, so zeigen jene Reactionen direct eine Verunreinigung desselben an, welche dadurch bewiesen war, dass, wieder in Wasser gelöst, aus dieser Lösung sich ein farbloser Niederschlag ausschied. Die eingedickte Substanz ergab nach der Analyse des Herrn Dr. Matolcsy Miklós, Assistenten am I. chemischen Institut der hiesigen Universität, folgende Zusammensetzung:

$$C_{41,26}H_{7,51}N_{14,71}S_{0,96}O_{35,56}.$$

Auch diese Analyse spricht für eine Verunreinigung der Substanz. Dieselbe enthält, wie wir weiter sehen werden, keinen Schwefel.

Nach alledem stand ich von der Behandlung mit ammoniakalischem Alkohol ab und versuchte die Darstellung des Proteinochroms mit Alkohol und Aether allein. Doch aus dem eingedickten Verdauungsproduct des Pancreas siccum konnte ich mit 96,5proc. Alkohol, selbst nach tagelangem Behandeln im Thermostat, nur sehr wenig Farbstoff gewinnen: der Alkohol erhielt bloss eine blassgelbe Farbe und nach dem Abdampfen desselben blieb sehr wenig Substanz zurück. Anders gestaltete sich die Sache mit frischem Pankreas. Ich setzte daher gereinigtes, gut durchgewaschenes und fein gemahlenes Rinderpankreas, reichlich mit Chloroform versehen, der Verdauung aus und fand nach derselben, dass mittelst Alkohol aus dem eingedickten Filtrat reichlich Farbstoff extrahiert werden kann. Es deutet dies darauf hin, dass die Bildung des Proteinochrom aus den Verdauungsproducten des Trypsins ein besonderes Enzym vollführt, welches in dem frischen Pankreas reichlich, im Pancreas siccum aber nur spärlich vorhanden ist.

Näheren Einblick in die Bedingungen der Bildung des Farbstoffes gewinnt man auf folgende Weise: Setzt man in 100 ccm einer 0,1 Proc. Trypsin enthaltenden Flüssigkeit 20 gr rein gewaschenes Blutfibrin, bei Vorhandensein von 0,5 gr Thymol, der Verdauung aus, so ist dasselbe nach zwei Tagen vollkommen verdaut, das Filtrat ist *farblos*, nur in dicker Schichte verräth dasselbe eine sehr blasse gelbe Färbung, welche selbst nach wochenlang anhaltender Verdauung seine Farbe nicht ändert. Das Filtrat giebt dabei sehr gut die Chlorreaction (Proteinochromogen). Bei der Trypsinverdauung wird also aus Fibrin Proteinochromogen, nicht aber Proteinochrom gebildet. Dann setzte ich in 100 ccm Wasser, welchem ebenfalls 0,5 gr Thymol beigegeben war, 10 gr rohes Pancreas siccum der Verdauung aus. Nach zwei Tagen war das Filtrat orangeroth gefärbt und fluorescierte in grüner Farbe. Hier bildete sich also bereits Proteinochrom; dasselbe kann also nicht eine Folge der Eiweissverdauung durch Trypsin allein sein. Schliesslich wurde frisches Rinderpankreas, welches von Fett, Bindegeweben, Blutgefässen und Blut gut gereinigt worden

war, in Gegenwart von Thymol, zwei Tage lang der Verdauung ausgesetzt; das Filtrat war braunroth gefärbt. Eingedickt, stellte ich aus demselben einen Alkoholextract dar; der Alkohol wurde abgedampft und der Rückstand mit Chloroform und Aether solange gewaschen, als Luteïn, Fette und Fettsäuren extrahiert werden konnten; worauf eine dunkel-braungelb gefärbte Substanz zurückblieb.

Diese Erfahrungen weisen darauf hin, dass das frische Pankreas ausser dem Trypsin und den übrigen verdauenden Enzymen ein Enzym enthält, welches, soweit aus der Identität der Chlorwasserreaction geschlossen werden kann, das Proteinochromogen zu Proteinochrom oxidiert; das Proteinochrom ist nämlich, wie die weiter unten angegebene Analyse lehrt, ein oxygenreicher Körper. In den Zellen des Pankreas befindet sich also eine Oxydase, das Produkt der Wirkung derselben ist das Proteinochrom. Während LÉPINE daraus, dass Exstirpation des Pankreas zu hochgradigem Diabetes führt, auf die Bildung einer zuckerzersetzenden Oxydase im Pankreas schloss, beweisen meine angegebenen Versuche das Vorhandensein einer Oxydase im Pankreas direct.

Um das Proteinochrom aus frischer Pankreas womöglich rein zu gewinnen, wurden 30 Stück Rinderpankreas von Fett und Bindegewebe thunlichst gereinigt, im Wasser solange gewaschen, bis das Waschwasser das Oxyhaemoglobinspectrum nicht mehr zeigte und dann fein zermahlen in Chloroformwasser im Thermostat der Selbstverdauung ausgesetzt. Nach sieben Tagen durch Leinwand gepresst, liess ich die Flüssigkeit einen Tag stehen und filtrierte sie dann rein ab. Das Filtrat wurde im Wasserbad eingedickt, währenddem 1—2mal noch kalt filtriert, um von farblosen sich ausscheidenden Bestandtheilen befreit zu werden. Die endlich eingeengte Masse benutzte ich dann zur Darstellung des Proteinochroms, indem ich aus derselben zu wiederholten Malen Alkoholextracte bereitete. Der erste Alkoholextract, welcher noch relativ reichlich Wasser enthielt, wie auch mit gelösten Verdauungsproducten verunreinigt war, wurde abermals eingeengt und aus dem Reste zum zweiten Mal ein Alkoholextract gewonnen. Dieser und die späteren Alkoholextracte kamen in ein Wasserbad und der Alkohol wurde abgedampft, bis schliesslich eine theer-

artig fliessende, dicke Masse zurückblieb, welche in mit Abflusshahn versehenen Reagensgläsern mit Aether häufig durchgeschüttelt werden konnte. Den Aether erneuerte ich solange, bis derselbe farblos, rein blieb, bis also alles in Aether Lösliche entfernt worden war. Der Aether schied zugleich die braune Masse in eine schwach gelb gefärbte schlammige und in eine in dieser fein zertheilte schwarzbraune Substanz. Um diese differenzierten Bestandtheile von einander ganz zu trennen, setzte ich die Reagensgläser, Aether und Extract gut durcheinander gemischt, starkem Centrifugieren aus. Etwa nach einer Stunde, solange hielt das Centrifugieren an, war der Inhalt der Reagensgläser in vier Schichten getheilt. Den Boden bedeckte eine dickflüssige schwarzbraune Masse, über welcher eine blassgelbe dicke Schicht lagerte, auf diese folgte eine farblose, feinflockige Lage und über dieser der Aether. Die unter dem Aether befindliche, feinflockige Schicht gab die Chlorwasserreaction nicht, dafür gelangen aber mit derselben die Leucin- und Tyrosinproben vorzüglich, während die dicke blassgelbe, sowie insbesondere die unterste braunschwarze Schichte, in Wasser gelöst, mit Chlorwasser schön gefärbt wurden. Diese, das Proteinochrom am meisten enthaltende braunschwarze Schicht, liess ich nun durch Oeffnen der Hähne der Reagensgläser in ein ähnliches Reagensglas zusammenfliessen, schüttelte dieselbe hier abermals mit Aether gut durch und setzte sie von neuem dem Centrifugieren aus. Nach einer Stunde lagerte über der schwarzen, ganz gleichförmigen Masse eine dünne schwarzbraune Schicht, von welcher ich den darunter befindlichen reinen Farbstoff durch Ablassen trennte; die dünne schwarzbraune Schichte enthielt Spuren von Leucin, Tyrosin. Nun erschien der Farbstoff gleichförmig rein, zeigte unter dem Mikroskope keine Schollen oder Krystalle und konnte unter Aether unverändert aufbewahrt werden. Das totale Eintrocknen gelingt sehr schwer, da das Proteinochrom ungemein hygroskopisch ist; bis zur Härte eingedickt wird es an der Luft weich. Dasselbe hat einen ganz eigentümlichen, aromatischen Geruch, löst sich sehr leicht in Wasser mit rothgelber, stark verdünnt in lichtgelber Farbe, hinterlässt beim Verbrennen keine Asche und ist unlöslich in Aether, Chloroform, Petroläther und Benzol. Aus seinen Lösungen wird das Proteinochrom durch

Sublimat, Silbernitrat, Bleiessig, Tannin, Phosphorwolframsäure gefällt. Salzsäure, Salpetersäure, Schwefelsäure bilden keinen Niederschlag. Durch Salzsäure und Salpetersäure wird die Lösung des Proteinochroms ein wenig dunkler; Schwefelsäure bräunt dieselbe. Mit Eisessig und Zinkstaub erhitzt entfärbt sich dasselbe mehr oder weniger. Charakteristisch für diese Substanz bleibt die Chlorwasserreaction. Während die Lösung von Proteinochrom die Biuret- und Xanthoproteinreaction nicht giebt, trübt sie sich mit Millon'schem Reagens; diese Trübung verschwindet im Ueberfluss der Flüssigkeit, wobei sich dieselbe röthet. Die Lösung des Proteinochrom hat kein charakteristisches Spectrum und diffundiert leicht durch Membranen; seine Elementaranalyse ergab nach Dr. MATOLCSY folgende Zusammensetzung:

	I.	II.	Mittel
	Analyse		
C	44,27	44,80	44,53 %
H	7,40	7,70	7,55 %
N	13,20	13,12	13,16 %
O	—	—	37,76 %

Angenommen, dass das analysierte Proteinochrom ein wirklich einheitlicher Körper ist, so wäre aus obigen Zahlen berechnet dessen möglichst einfachste Formel $C_4H_8NO_2$. Dasselbe ist unbedingt ein schwefelfreier Körper, während die mit Hülfe von Chlor- oder Bromwasser aus den Producten der Pankreasverdauung erzeugte Substanz von allen Autoren als schwefelhaltig angegeben wurde. Was also durch Chlor oder Brom aus dem Verdauten des Pankreas gefällt und analysiert wurde, das Proteinochrom der Autoren, war ein zusammengesetzterer, zugleich bedeutend oxygenärmerer Körper. Das Chlorwasser kann verschiedene Körper oxidieren, dass diese Oxydation nicht gleich ist, beweist schon die Erfahrung, nach welcher die Farbenintensität wesentlich von der Menge des Chlorwassers abhängt: viel Chlorwasser entfärbt die Flüssigkeit ganz. In dem von mir isolierten Proteinochrom entspricht das Verhältnis des N und O dem bei Biliverdin ($C_{32}H_{36}N_4O_8$), Kohlenstoff enthält das Proteinochrom genau halb

soviel und Hydrogen etwas weniger ($4C_4H_8NO_2=C_{16}H_{32}N_4O_8$) als Biliverdin. — Doch wäre es müssig, hieraus darüber Betrachtungen anzustellen, wie weit das Proteinochrom, wie NENCKI von seinem Proteinochrom sagt, zum Aufbau von Gewebebestandtheilen, wie des Blutfarbstoffes und anderer thierischer Pigmente dient. Zu entscheiden, ob dasselbe in der That die Muttersubstanz thierischer Farbstoffe ist, bleibt späteren Forschungen vorbehalten; die Zusammensetzung des Proteinochroms scheint dafür zu sprechen. So viel ist aus den mitgetheilten Beobachtungen als gewiss zu betrachten, dass es unter den Selbstverdauungsproducten des Pankreas einen schwefelfreien, nitrogenhaltigen Farbstoff giebt.

Die Resultate der in Obigem mitgetheilten Untersuchungen können kurz in Folgendem zusammengefasst werden:

1. Je mehr Pankreas man zur Bereitung künstlichen Pankreassaftes verwendet, um so mehr wird von derselben verdaut, wie sich auch dabei um so mehr dialysierbare Verdauungsproducte bilden.

2. Doch über eine gewisse Grenze hinaus nimmt die Verdauungsfähigkeit des künstlichen Pankreassaftes nicht mit der Menge des zu dessen Bereitung verwendeten Pankreas zu; ja ein mit 10 Proc. Pankreas gewonnener Saft verdaut schlechter als ein aus 5 Proc. Pankreas enthaltender Flüssigkeit dargestellter (I. Tabelle, 4. und 6. Reihe).

3. Der dialysierte künstliche Pankreassaft verdaut entschieden besser, löst mehr vom Eiweiss, als der nicht dialysierte.

4. Wenn man das Pankreas längere Zeit, 24 Stunden lang, der Verdauung aussetzt, so enthält sein Infusum immer genügend Trypsin; man trifft auf kein Pankreas, in dessen Extract Trypsin nicht enthalten wäre.

5. Salicylsäure schwächt bereits bei geringer Menge (1‰) die verdauende Wirkung des Pankreasinfusums, während Zugabe von 0,4 Proc. Soda dieselbe wesentlich fördert. Doch ist die Verdauung mit aus Trockenpankreas einfach dargestelltem Infusum nicht schlechter, als die mit 1‰ Salicylsäure dargestelltem und mittelst Soda alkalisiertem Infusum (II. Tabelle).

6. Die Zugabe von Thymol zur Hintanhaltung der Fäulniss giebt bessere Verdauungsflüssigkeit, als Chloroformwasser (III. Tab.)

7. Das Vorhandensein von Salzen, bis zu 1 Proc., im Pankreassaft, befördert die Eiweissverdauung. Pankreassaft von 1 Proc. Kochsalzgehalt verdaut besser als selbst dialysierter Pankreassaft. Von den Salzen, mit welchen ich Versuche machte, erwies sich das Fluornatrium als besonders der Verdauung förderlich (IV. Tabelle).

8. Es ist kein Unterschied in der Fähigkeit Eiweiss zu verdauen zwischen den Extracten, die aus dem Pankreas des Rindes, des Hundes oder des Menschen gewonnen wurden.

9. Aus den Pankreas an mit hohem Fieber einhergehenden Krankheiten Verstorbener ist kein eiweissverdauender Saft zu gewinnen; hier wird kein Enzym gebildet.

10. Um Trypsin darzustellen, digeriert man das Pankreas 7 Tage lang und setzt das Filtrat noch weitere 3 Wochen lang der Selbstverdauung aus. Dann lässt man die Flüssigkeit 2 Tage an kühlem Orte stehen, filtriert und sättigt das Filtrat mit Ammonsulfat. Das ausgeschiedene Trypsin wird im gehärteten Filter gesammelt, mit gesättigter Ammonsulfatlösung, dann mit Ammoniak alkalisiertem 96proc. Alkohol gewaschen. Das so gereinigte Trypsin verdaut vorzüglich und kann getrocknet aufbewahrt werden.

11. Dies Trypsin giebt die Biuretreaction des Eiweisses nicht. Ist aus seinen Lösungen fällbar oder die Lösung wird getrübt durch Kochen, verdünnte Essigsäure, Salpetersäure, Salzsäure, Schwefelsäure und Pikrinsäure, doch die durch die Säuren erzeugte Trübung hellt sich beim Kochen auf. Die Trübung mit Salpetersäure verschwindet, wenn man Salpetersäure im Ueberschuss hinzugiebt. Eine bleibende Trübung, die auch beim Kochen nicht verschwindet, verursachen in der Trypsinlösung Bleiessig, Essigsäure und Ferrocyankalium, Trichloressigsäure, Salicylsulfosäure, Alkohol. Die Reactionen des Trypsin stimmen in vieler Hinsicht mit denen der Eiweisse überein, weichen aber auch theilweise von denselben ab. Trypsin ist also kein Eiweiss.

12. Eine Lösung von 0,005 Proc. Trypsingehalt verdaut bereits. Von da an bis 0,1 Proc. Trypsingehalt nimmt die Ver-

dauungsfähigkeit mit dem Trypsingehalt zu. Doch bei grösserem Trypsingehalt steht die verdaute Eiweissmenge in keinem Verhältniss zur Menge des Trypsins. Man kann also nicht auf den Trypsingehalt einer Verdauungsflüssigkeit aus der Menge des verdauten Eiweiss schliessen (VII. Tabelle).

13. Säuren wirken bereits in sehr geringer Menge störend auf die Trypsinverdauung, während $^1/_{10}$—$^1/_{40}$. normal Kochsalzgehalt die Eiweissverdauung des Pankreas fördert. Am besten verdaut eine Trypsinlösung von 0,1—0,5 Proc. Trypsin- und $^1/_{40}$—$^1/_{60}$. normal Sodagehalt; doch ist dieser vortheilhafte Einfluss der Soda auf die Eiweissverdauung nicht die alleinige Folge seiner Alkalicität, dieselbe wirkt vielmehr wie die übrigen Salze.

14. Während bei der Pepsinverdauung mehr Albumose gebildet wird, giebt die Trypsinverdauung mehr Pepton. Pepsin verdaut besser das Ovalbumin, Trypsin den Blutfaserstoff. Pepsin verdaut bei weitem nicht um soviel schlechter als das Trypsin, wie CORVISART und andere meinten.

15. Die Trypsinverdauung geht am besten zwischen 40 und 50° C. vor sich. Auf 80° C. erwärmt hört jede Verdauung auf, bei 0 und 60° geht noch Verdauung vor sich (XI. Tabelle).

16. Bei Faserstoffverdauung enthielt die Verdauungsflüssigkeit das meiste Pepton am zweiten Tage, Albumose in der 2. bis 4. Stunde der Verdauung. Von da an nahm sowohl die Albumose als das Pepton ab; Albumose wird am 6. Tage der Verdauung nicht mehr nachweisbar (XII. Tabelle).

17. Während der Selbstverdauung des Pankreas bildet sich ein gelber, bezw. rothgelber Farbstoff — Proteinochrom —, welcher in grüner Farbe fluoresciert. Dieser Farbstoff kann dargestellt werden, indem man das Filtrat des verdauten Pankreas bis zur Syrupconsistenz eindickt und hieraus zu wiederholten Malen Alkoholextracte bereitet. Der eingedickte Alkoholextract wird mit Aether und Chloroform solange gewaschen, bis eine von Lutein, Fetten und Fettsäuren freie, dunkelbraun gefärbte, sehr dickflüssige Masse zurückbleibt. Diese Substanz wird mit Aether verdünnt und gut durchgeschüttelt centrifugiert, worauf am Boden der Eprouvette der dunkel-braunschwarze Farbstoff sich sammelt, der von den über demselben lagernden Schichten getrennt werden

kann. Diese Substanz ist in Wasser leicht löslich, lässt keine Asche zurück. Giebt die Biuret- und Xanthoproteinreaction nicht, dafür aber gelingt die Millon'sche Reaction gut. Am charakteristischsten für dieselbe ist die violette Färbung mit Chlorwasser. Die einfachste Formel des Proteinochrom ist folgende: $C_4H_8NO_2$. Mit Salpetersäure gekocht wird seine Lösung dunkler, nach einiger Zeit grün gefärbt. Mit Eisessig und Zinkchlorid erhitzt tritt langsame Reduction ein.

18. Das frische Pankreas enthält ausser den bekannten Enzymen ein oxydierendes Enzym, welches das eine Verdauungsproduct der Trypsinverdauung, vielleicht das durch Chlorwasser ebenfalls sich färbende Proteinochromogen, zu Proteinochrom oxidiert.

Literatur.

1. L. Corvisart. Sur une fonction peu connue du Pancreas, la digestion des aliments azotés. Paris 1857—1858.

2. Keferstein und Hallwachs. Nachrichten von der Universität zu Göttingen. 1858. No. 14.

3. W. Kühne. Virchow's Archiv 1867. Bd. 39. S. 130—174. Verhandlungen des Heidelberger Naturhistorischen Vereins. N. F. 1886. I. 3 und 4.

4. Tiedemann und Gmelin. Verdauung. 1831. Bd. I. S. 25.

5. W. Kühne. Verhandlungen der naturhist. med. Ges. zu Heidelberg. N. F. 1874. Bd. I. S. 195. — 1886. Bd. III. S. 463.

Untersuchungen aus d. physiol. Institut der Universität Heidelberg. 1878. Bd. I. S. 222. Zeitschrift für Biologie. 1886. Bd. 22. S. 435.

6. R. Heidenhain. Handbuch der Physiologie. 1883. Bd. V. Th. I. — Pflüger's Archiv. 1878. Bd. 10. S. 557—632.

7. A. Podolinsky. Beiträge zur Kenntniss des pankreatischen Eiweissfermentes. Breslau 1876.

8. Salkowski. Deutsche medic. Wochenschrift. 1888. No. 16.

9. O. Hammarsten. Lehrbuch der physiolog. Chemie. 1895. S. 265.

10. F. Klug. Ungarisches Archiv für Medicin. Bd. 3. 1895

11. W. Kühne. Zeitschrift für Biologie. 1886. Bd. 22. S. 452. — 1891. Bd. 28. S. 571.

12. R. Pfeifer. Pflüger's Archiv. Bd. 66. S. 610, 613.

13. A. Danilewsky. Virchow's Archiv. 1862. Bd. 25. S. 279—307.

14. Wittich. Pflüger's Archiv. 1869. Bd. 2. S. 193 und Bd. 3. S. 339.

15. G. Hufner. Journal f. prakt. Chemie. 1874. Bd. 10. S. 1—28.

MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA KÖNYVTÁRA

16. W. Kühne. Berichte der deutsch. chemischen Gesellschaft. 1875. Jahrg. 8. S. 206.

17. C. Fr. W. Krukenberg. Verhandlungen d. physiol.-medic. Gesellschaft zu Würzburg. 1884. S. 187 ff.

18. W. Kühne. Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft. 1874. Jahrg. 8. S. 1050.

19. E. Stadelmann. Zeitschrift f. Biologie. 1890. Bd. 26. S. 491.

20. R. Neumeister. Zeitschrift f. Biologie. 1890. Bd. 26. S. 329.

21. H. Winternitz. Zeitschrift f. physiologische Chemie. 1892. Bd. 26. S. 462.

22. M. Nencki. Berichte d. deutschen Chemischen Gesellschaft. 1895. Jahrg. 28. Bd. I. S. 560.

23. C. Beitler. Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft. 1898. Jahrg. 31. Bd. II. S. 1604.

24. D. Kunajeff. Zeitschrift f. physiol. Chemie. 1899. Bd. 26. S. 501.

25. Friedrich Kutscher. Die Endproducte der Trypsinverdauung. Habilitationsschrift. Strassburg. 1899.

11.

EINE VERSCHOLLENE ABHANDLUNG OHM'S.

Im Jahre 1847 erschien in Pisa das grundlegende Werk Ohm's: „Die galvanische Kette mathematisch bearbeitet" in italienischer Uebertragung aus der Feder Doctor Achille Perugia's, eines jungen Triestiner Gelehrten. Das Buch enthält ausser der Abhandlung und dem Anhange der Ausgabe vom Jahre 1830 einen ungedruckten, besonders paginierten Anhang, der ebenfalls von Ohm herrührt, den Inhalt des ersten Anhanges weiter ausführt und neu hinzugekommene Erfahrungen in den Bereich der Betrachtung zieht.

Es erschien mir von hohem Interesse, das Original dieser Abhandlung aufzufinden. Die auf Anregung meines Freundes Angelo Emo, Professor der Physik am königl. Lyceum in Treviso, dem ich mein Exemplar des äusserst seltenen Buches verdanke, in Triest eingezogenen Erkundigungen führten zu keinem Resultate.

Perugia war in Nürnberg, wo damals Ohm an der technischen Anstalt wirkte, mit diesem in Verbindung getreten, verliess aber bald nach Veröffentlichung seiner Uebersetzung die gelehrte Laufbahn und starb vor etwa einem Jahrzehnt. Meine an die in Dresden weilende Wittwe gerichtete Anfrage blieb unbeantwortet, und so fürchte ich, dass man auf die Auffindung der Originalhandschrift wohl wird verzichten müssen.

Unter diesen Umständen glaube ich durch die Veröffentlichung einer Rückübersetzung jenes Anhanges allen Verehrern des grossen Physikers einen Dienst zu erweisen. Diese Rückübersetzung rührt von Ingenieur Ignaz Fletzer, Inspector bei

den königl. ungar. Staatsbahnen, her. Ich selbst erfülle damit ein Versprechen, welches ich der geehrten Academie in der Sitzung vom 13. Februar 1893 gegeben habe.

Budapest, im März 1902.

Prof. **August Heller.**

ANHANG ZUR THEORIE DER GALVANISCHEN KETTE.

Von Dr. OHM.

Vergleichung der theoretischen und experimentellen Ergebnisse.

Die Vergleichung der Aenderungen, die sich aus der blossen Theorie bei jenen Säulen, die geeignet sind, in sich selbst Veränderungen zu erleiden, notwendigerweise ergaben, mit jenen Eigenschaften, die bei denselben Säulen durch Experiment gefunden werden, muss alle Jene interessieren, die sich mit unserer Wissenschaft beschäftigen, weil ein solcher Vergleich bis zur Evidenz beweist, dass die einfache Contacttheorie in der klarsten und natürlichsten Weise alle Thatsachen eines Theiles der Physik erklärt, der eine Fülle von Wundern enthält.

Erst wenn uns klar bewiesen wird, dass es unmöglich ist, dieses reiche Feld mit Hülfe der einfachen Thatsache VOLTA's zu bebauen, erst dann werden wir uns verpflichtet fühlen, den Weg zu verlassen, den der Professor von Pavia geschritten, und zu jener Theorie Zuflucht zu nehmen, welche gleich — zur Zeit seiner Entdeckung — ihm entgegengestellt wurde, zu jener Theorie, die heute fast allgemein angenommen ist, dank den wichtigen Arbeiten und dem grossen Scharfsinne der berühmtesten Gelehrten unserer Zeit.

Wie mangelhaft unser Anhang auch sein mag, derselbe ist einzig und allein auf das klare Princip des berühmten Comasken aufgebaut und enthält Alles, was nöthig ist, um jene Thatsachen zu erklären, die Viele bewogen, dieses Princip zu verlassen. Wir müssen also behaupten, dass dies ohne Nothwendigkeit geschehen ist, und wenn die Anhänger VOLTA's seinen Gegnern den Mangel

an Einsicht und Klarheit vorwerfen, wenn sie sich weigern, eine Erklärung anzunehmen, die ihnen complicierter erscheint, als das, was man erklären will, wenn endlich die Thatsachen, von denen man behauptet, dafs sie in Widerspruch mit der VOLTA'schen Hypothese stehen, ihnen dunkler als je erscheinen, wer wird ihnen einen Vorwurf daraus machen, dass sie nicht fahnenflüchtig werden wollen.

Die Gleichung $S' = S - \frac{\Phi\lambda}{L}(S' + \psi\omega\alpha)$, die wir gefunden haben, drückt das Verhältnis aus, das unter den elektrischen Strömen S und S' besteht. S bezieht sich auf die galvanische Kette, die noch keine und S' auf jene Kette, die schon die grösste Veränderung erlitten hat; S stellt also die Energie des Stromes gleich nach Schluss der Kette dar, S' die Energie des Stromes, den die Kette später ergiebt, d. h. wenn schon der äusserlich unveränderliche Zustand eingetreten ist, den wir im Anhange den constanten Zustand genannt haben.

Wenn wir in der obigen Gleichung für λ seinen Werth $\frac{l}{a\omega}$ setzen, wo a die Leitungsfähigkeit, l die Länge und $a\omega$ den Querschnitt des chemisch veränderten flüssigen Theiles der Kette bedeutet, so wird die Gleichung folgende Gestalt annehmen:

$$S - S' = \frac{\Phi l}{aL}\left(\frac{S'}{\omega} + \psi\omega\alpha\right). \qquad (1)$$

Wenn man nun $\frac{\Phi l}{\alpha} = p$, und $\frac{\Phi l}{a} \cdot \psi\alpha = q$ macht, so verändert sich die Gleichung folgenderweise:

$$S - S' = \frac{1}{L}\left(p\,\frac{S'}{\omega} + q\right). \qquad (2)$$

Die Grössen α, l und ψ beziehen sich auf die Beschaffenheit der Flüssigkeit, in der die Zersetzung vor sich geht und drücken das Spannungsverhältnis zwischen den Bestandtheilen, in die die Flüssigkeit zerfällt, und den zwei Flächen, die dieselbe einschliessen, aus, welche Spannungen in der Reihe jener Betrachtungen, die uns zu dieser Gleichung geführt haben, als constant vorausgesetzt wurden. Die Buchstaben p und q stellen also constante Grössen dar, vorausgesetzt, dass die Flüssigkeit immer

dieselbe ist (was bei uns stets der Fall sein wird) und dass sie immer durch Flächen derselben Beschaffenheit eingeschlossen bleibt.

Aus der Gestalt der Gleichungen (1) und (2) folgt unmittelbar, dass, die sonstigen Umstände gleich angenommen, die Veränderung $S - S'$ des Stromes von der Grösse $\frac{S'}{\omega'}$, d. h. von der Intensität jenes Stromes abhängt, der von den Begrenzungsflächen der chemisch veränderten Flüssigkeit übrig bleibt, sobald die Kette den constanten Zustand erreicht hat und ebenso ist es klar, dass jene Veränderung der Quantität des Stromes mit dieser Intensität wächst oder abnimmt.

Es folgt aus dieser Betrachtung und aus dem Umstande, laut welchem in der Gleichung (1) die Stromänderung $S - S'$ gleich Null wird, wenn man Φ gleich Null setzt, dass die beiden Begrenzungsflächen, die zur Verbindung zwischen dem chemisch veränderlichen flüssigen Theil und den andern Theilen der galvanischen Kette dienen, nur insofern einen Einfluss auf die Veränderung des Stromes haben, als sie eine Spannung erzeugen, die den Factor Φ bestimmt. Wir überzeugen uns also, dass die Stromintensität, insbesondere in der Flüssigkeit, eine allgemeine Aenderung des Stromes erzeugen kann, welche dieser Intensität entspricht, und ebenso werden wir wahrnehmen, dass im flüssigen Theile sich eine Spannung bildet, welche durch die Zersetzung selbst hervorgerufen wird.

In diesem Umstande ist die Ursache zu suchen, warum die Grösse des Stromes in verschiedenen Fällen und in so auffallender Weise von den Metallflächen abhängt, die die flüssige Schicht umschliessen. Denken wir uns, die zersetzbare Flüssigkeit habe die Form eines Stutzkegels und sei z. B. an einer Kette von Zink und Kupfer angeschlossen, so wird diese Kette nicht dieselbe Wirkung hervorbringen können, wenn die Kupferscheibe die grössere und die Zinkscheibe die kleinere Basis des Stutzkegels einnimmt, als wenn umgekehrt die Kupferscheibe auf der kleineren und die Zinkscheibe auf der grösseren Basis desselben angebracht ist; dies ist selbstverständlich, vorausgesetzt, dass eines der beiden Metalle mit jenem Bestandtheile der Flüssigkeit, welcher bei deren

Zersetzung sich an seiner Seite ablagert, eine bedeutend stärkere Spannung erzeugt, als das andere.

Da unter allen Umständen die Intensitäten des Stromes an den zwei Basen des Stutzkegels in demselben Verhältnisse zu einander stehen, wie die erwähnten Basen selbst, so resultiert aus der Gleichung (2), dass die kleinste Intensität an der grösseren Basis nur eine geringe Aenderung der Stromstärke nach sich ziehen wird, wenn die kleinere Basis an sich nicht geeignet ist, eine Veränderung hervorzurufen, während andererseits die grössere Intensität an der kleineren Basis eine verhältnissmässig grössere Aenderung des Stromes bewirken wird, selbst wenn die grössere Basis des Stutzkegels in Folge der Natur des Bestandtheiles, der sich an ihr ablagert, unfähig ist, eine nennenswerthe Aenderung im Strome hervorzubringen.

Die hier beschriebenen und aus der Gleichung abgeleiteten Thatsachen werden immer an den Ketten beobachtet, die aus Zink, Kupfer und einer Salzlösung bestehen. Die Wirkung des Stromes zeigt sich energischer, wenn man z. B. in die Flüssigkeit eine Kupferscheibe von 6 und eine Zinkscheibe von 1 Quadratzoll eintaucht, als wenn man umgekehrt eine Kupferscheibe von 1 und eine Zinkscheibe von 6 Quadratzoll anwendet.

Dies geschieht ohne Zweifel darum, weil der alkalinische Bestandtheil, der sich aus der Salzlösung abscheidet, mit dem Kupfer eine Spannung erzeugt, die jenen Spannungen entgegengesetzt ist, die ursprünglich in der Kette bestanden hat, indessen die ausscheidende Säure mit dem Zink eine Verbindung eingeht, wodurch dieselbe die Eigenschaft verliert, eine namhafte Spannung zu erzeugen.

Das Phänomen hat einen anderen Verlauf, wenn man an der Stelle des alkalischen Salzes ein Metallsalz nimmt, dessen Radikal negativer als das Kupfer oder Kupfer selbst ist. Das Metall, das sich in diesem Falle aus der Salzlösung auf das Kupfer niederschlägt, ist entweder das negativste oder mindestens das am wenigsten positive, und bringt mit dem Kupfer keinerlei Spannung hervor, oder wenn doch eine Spannung entsteht, so ist sie derselben Art wie jene, die ursprünglich in der Kette bestanden hat und verstärkt demzufolge deren Wirkung. Diese Spannung

erzeugt also eine Veränderung, die der vorhergehenden entgegengesetzt ist, die also nicht mehr dem Gesetze folgt, das in der Gleichung (2) ausgedrückt wird; nachdem sich das aus der Flüssigkeit ausgeschiedene Metall auf die Kupferplatte niederschlägt, verliert dieser Bestandtheil die Reinheit, die wir im Anhange vorausgesetzt haben.

Von diesem Gesichtspunkte ausgehend, kann man leicht solche Ketten auffinden, die im Gegensatze zu den bisher beschriebenen, die Eigenschaft besitzen, dann eine energischere Wirkung hervorzubringen, wenn die positiven Metallflächen vergrössert werden.

So wird die Wirkung einer Kette, die aus Manganhyperoxyd, Gold oder Platin und einer verdünnten Säure besteht, sehr verstärkt, wenn man die Gold- oder Platinfläche vergrössert, während die Vergrösserung der Manganhyperoxydfläche nur eine sehr geringe Verstärkung zur Folge hat.

Die Erfahrungen über den ungleichartigen Einfluss, den die Vergrösserung der zur Erzeugung der Electrizität dienenden positiven oder negativen Metallscheiben auf die Grösse des Stromes haben kann, setzen uns in den Stand, die Eigenschaft zu prüfen, von der wir in anderen Gleichungen handeln wollen, die einfacher sein werden, als die vorhergehenden.

Wenn in der Gleichung (2) q grösser als $p\frac{s'}{\omega}$, oder wenn es diesem Producte gleich wäre, so könnte bei den Versuchen, mit denen wir uns jetzt beschäftigen, eine kleine Aenderung des Querschnittes ω kaum merkbare Aenderungen in der Stromstärke erzeugen. Nun ergeben die bis jetzt gemachten vielfachen Versuche über diesen Gegenstand, dass auch dann noch Unterschiede in der Wirkung der Kette eintreten, wenn der Grössenunterschied der die Flüssigkeit beiderseits abgrenzenden Flächen im Vergleiche zu ihrem mittleren Querschnitte minimal ist.

Daraus entnimmt man, dass mindestens bei den meisten derartigen galvanischen Ketten $p\frac{s'}{\omega}$ sehr viel grösser ist als q, weshalb wir hier, wo wir blos jene Eigenschaften untersuchen, die sich am häufigsten bei veränderlichen Ketten vorfinden, q im Ver-

gleich zu $p\frac{s'}{\omega}$ vernachlässigen können, wodurch die Gleichung (1) folgende Form annimmt

$$S - S' = \frac{p}{L} \cdot \frac{s'}{\omega}. \tag{3}$$

Diese Gleichung lässt, was die Einfachheit anbelangt, nichts zu wünschen übrig, weshalb wir uns ihrer immer in allen Fragen, die sich auf die veränderlichen Ketten beziehen, bedienen werden.

Wenn man in der Gleichung (3) an die Stelle der ursprünglichen Grösse S ihren Werth $\frac{A}{L}$ setzt, wo A die Summe aller Spannungen, die ursprünglich in der Kette bestanden, und L die Summe aller Widerstände oder reducierten Längen darstellt, so wird man haben

$$S' = \frac{A - p\frac{s'}{\omega}}{L}. \tag{4}$$

oder

$$S' = \frac{A}{L + \frac{p}{\omega}}. \tag{5}$$

Unter den verschiedenen hier gefundenen Gleichungen hat die Gleichung (4) die besondere Eigenschaft, dass der Ausdruck $p\frac{s'}{\omega}$, der im Zähler derselben vorkommt, die Spannungsänderung zu erkennen giebt, die in Folge der in ihr vorgegangenen chemischen Prozesse stattgefunden hat. Dies ergiebt sich unmittelbar aus der Methode, die im Anhange befolgt wurde, wo wir uns speciell mit dieser Spannungsveränderung beschäftigt haben, als der wichtigsten Veränderung, die bei den in Rede stehenden Ketten vorkommt. In der folgenden Untersuchung werden wir immer von der Gleichung (4) ausgehen, weil diese Gleichung am klarsten die Eigenschaften der veränderlichen Ketten zum Ausdruck bringt.

Bei allen veränderlichen Ketten, insbesondere bei denjenigen, zu welchen ein neutrales Salz verwendet wird, zeigt sich, und zwar mit grosser Intensität, die folgende Erscheinung: die Grösse des Stromes ist im ersten Momente nach Schluss der Kette am grössten, von da an nimmt sie rasch ab, jedoch wird diese Ab-

nahme fortwährend kleiner, bis endlich, nach einem längeren oder kürzeren Zeitraume, diese Wirkungsabnahme ausserordentlich gering und nahezu gleichförmig wird.

Die langsame und in gleichen Zeiträumen fast gleiche Veränderung, die von einer allmählichen Zersetzung der Flüssigkeit herzurühren scheint, darf man nicht mit derjenigen verwechseln, die ihr vorhergeht, unvergleichlich grösser ist, in geometrischer Proportion abnimmt, und der ich den Namen der Fluctuation der Säule gegeben habe.

Mit Bezug auf diese Fluctuation und abgesehen von der allmäligen Zersetzung der Flüssigkeit, deren Wirkungen im Vergleich mit der Fluctuation verschwindend sind, hat die Erfahrung folgende namhafte Eigenschaften ergeben:

1. Wenn die Stromstärke der Kette soweit abgenommen hat, dass sie nur mehr jene allmälige und gleichförmige Veränderung aufweist, die oben erwähnt wurde und man die Kette öffnet und einige Zeit offen hält, zeigt dieselbe, wenn sie wieder geschlossen wird, neuerdings und falls die Kette nicht allzulange offen geblieben war, die ursprüngliche Energie. Wahrscheinlich aber giebt es dennoch einen Unterschied, der sich hinter einer starken Fluctuation verbirgt, und der von der fortschreitenden Zersetzung der Flüssigkeit abhängt.

2. Die nach der raschen Abnahme der Wirkung noch übrig bleibende Grösse des Stromes nähert sich umso mehr der ursprünglichen, je grösser bei unveränderten Spannungen der Widerstand der Kette gemacht wird. Es wächst also die Kraft der Kette und erreicht ein relatives Maximum, wenn man den kurzen, constanten Schliessungsleiter, durch den die Kette ursprünglich geschlossen war, durch einen längeren ersetzt, ebenso findet umgekehrt eine energische Ahnahme der Wirkung dann statt, wenn neuerdings der lange Leiter durch den kurzen ersetzt wird und das auch dann, wenn der Austausch nach dem Aufhören jedes Anzeichens der Fluctuation bewerkstelligt wird.

Gehen wir nun zur Betrachtung über, in welcher Weise die Schlussfolgerungen des Anhanges die Natur dieser Fluctuation zum Ausdruck bringen.

Es sei A die Summe aller Spannungen, die ursprünglich in

der Kette bestanden, L die reducierte Länge der Kette, so lange dieselbe durch einen kurzen Leiter geschlossen ist, und $L + L'$ ihre reducierte Länge, sobald sie mittelst eines langen Leiters geschlossen wird, da in diesem Falle der Widerstand derselben mit der Grösse L' zunimmt. Die ursprüngliche Grösse des Stromes ein und derselben Kette wird in dem Falle, dass sie durch einen kurzen oder aber durch einen langen Leiter geschlossen ist, folgender Weise ausgedrückt $\frac{A}{L}$ und $\frac{A}{L+L'}$, und wenn die Kette in beiden Fällen schon den constanten Zustand erreicht hat, nimmt die Gleichung (4) andere Werthe an*, die wir durch S' und S'' bezeichnen wollen. Man hat also

$$S' = \frac{A - p\frac{s'}{\omega}}{L}. \quad (5) \qquad \text{und} \qquad S'' = \frac{A - p\frac{s''}{\omega}}{L+L'}. \quad (6)$$

wo $p\frac{s'}{\omega}$ und $p\frac{s''}{\omega}$ die Spannungsveränderungen bezeichnen, so dass $A - p\frac{s'}{\omega}$ und $A - p\frac{s''}{\omega}$ die Summe der wirksamen Spannungen in beiden Fällen ausdrücken, sobald die Kette den constanten Zustand erreicht hat. Ersetzt man nun in der durch den kurzen Leiter geschlossenen Kette diesen durch einen langen und umgekehrt in der durch einen langen Leiter geschlossenen Kette diesen durch einen kurzen, so wird in der Gleichung (5) der Nenner L zu $L + L'$ und in der Gleichung (6) der Nenner $L + L'$ zu L werden, während in beiden Ketten, sowohl in derjenigen, die durch einen langen, als in der, die durch einen kurzen Leiter geschlossen ist, die Summe der Spannungen, unmittelbar nach Auswechslung der Leiter, dieselbe bleibt, wie sie vor der Auswechslung war. Es sind nämlich $A - p\frac{s'}{\omega}$ und $A - p\frac{s''}{\omega}$; wenn also S_0'' und S_0' die Grösse des Stromes in der ersten und zweiten Kette unmittelbar nach Austausch der Leiter bezeichnet, so hat man

$$S_0'' = \frac{A - p\frac{s'}{\omega}}{L+L'}. \quad (7) \qquad \text{und} \qquad S_0' = \frac{A - p\frac{s''}{\omega}}{L}. \quad (8)$$

* Siehe den Anhang.

Die Grössen S_0' und S_0'' der Ströme gehören denselben Ketten an, die im constanten Zustande die Stromstärken S'' und S' haben, nur dass sie sich auf jenen Zustand der beiden Ketten beziehen, der ihr constanter Zustand vor Auswechslung der Leiter war. Vergleicht man also die Werthe von S'' und S_0'', sowie die Werthe S' und S_0', so erkennt man, ob die Kraft der Kette, unmittelbar nach Austausch der Leiter, an Energie zu- oder abnimmt.

Aus der Gleichung (5) und (6) erhält man

$$A = S'\left(L + \frac{p}{\omega}\right) \quad \text{und} \quad A = S''\left(L + L' + \frac{p}{\omega}\right)$$

oder

$$S' : S'' = L + L' + \frac{p}{\omega} : L + \frac{p}{\omega},$$

und vergleicht man die Gleichung (5) und (7), so hat man

$$S_0'' : S' = L : L + L'.$$

Aus den zwei letzten Proportionen und den zwei vorhergehenden entnimmt man

$$S_0'' = S'' = \left\{L(L + L') + L\frac{p}{\omega}\right\} : \left\{L(L + L') + (L + L')\frac{p}{\omega}\right\}$$

und

$$S_0' : S' = \left\{L(L + L') + (L + L')\frac{p}{\omega}\right\} : \left\{L(L + L') + L\frac{p}{\omega}\right\},$$

woraus $S_0'' : S'' = S' : S_0'$, es folgt also daraus, dass für einen positiven Werth von q (d. h. in jenen Ketten, in denen elektrische Spannungen durch chemische Vorgänge erzeugt werden, die eine Schwächung der Wirkung der Ketten nach sich ziehen) immer sein wird

$$S_0'' < S'' \quad \text{und} \quad S_0' > S$$

oder mit Worten ausgedrückt: jene Kette, in der ein langer Leiter nach einem kurzen eingeschaltet wird, zeigt unmittelbar nach dem Austausch derselben einen energischeren Strom, als nach Eintritt des constanten Zustandes. Man ersieht daraus, wie die im Anhange dargelegte Theorie mit der Erfahrung übereinstimmt.

Aus den vorangehenden Ausdrücken kann man ohne grosse Schwierigkeit solche Formeln ableiten, die sich allen, wie immer gearteten Ketten anpassen.

Setzen wir eine Säule voraus, die aus n VOLTA'schen Elementen besteht, deren jedes einzelne die Spannung a und den Widerstand oder die reducierte Länge λ habe, ferner aus n'-Elementen von jenen, aus welchen die sogenannten Secundärsäulen bestehen, deren keine eine Spannung erzeugt, deren jede einzelne aber in die Kette einen Widerstand λ' einführt, so wird die Summe der sämmtlichen Spannungen dieser Kette na ein Werth, den wir bisher mit A ausgedrückt und die Summe der sämmtlichen Widerstände $n\lambda + n\lambda'$, ein Werth, den wir bisher durch L bezeichnet haben.

Ist nun die Flüssigkeit, die sich in jedem VOLTA'schen Element von der reducierten Länge λ befindet, zersetzbar und bezeichnet man mit S' die Grösse des Stromes, der aus den mit einander verbundenen Elementen $n + n'$ resultiert, so wird eine jede Zelle, genau so wie jene einzelne, die wir bisher betrachtet haben, in Folge der chemischen Zersetzung eine Spannung erzeugen, die der Wirkung der Säule im allgemeinen entgegengesetzt und deren Grösse $p\frac{s'}{\omega}$ ist, wo ω den Querschnitt eines VOLTA'schen Elementes und p einen Werth bedeutet, der von der Natur der Bestandtheile der Flüssigkeit, so wie auch von ihrem Verhalten gegenüber den einschliessenden Flächen abhängt, an denen sie sich ablagern. Ebenso wird auch jedes Element der Secundärsäule, falls die Flüssigkeit, die sich in derselben befindet, durch die Wirkung der Säule zersetzbar ist, eine Spannung erzeugen, die von jenem Zersetzungsprozesse herrührt und, mit einigen seltenen Ausnahmen, derjenigen der Säule entgegengesetzt ist. Die Grösse derselben ist $p'\frac{s'}{\omega'}$, wo ω' den Querschnitt der Flüssigkeit bezeichnet, die sich in einem Elemente der Secundärsäule befindet, p' eine Grösse, die von der Beschaffenheit der Bestandtheile abhängt, in welche die Flüssigkeit zerfällt, so wie vom Verhalten dieser Bestandtheile gegenüber den die Flüssigkeit einschliessenden Flächen.

Ist also der constante Zustand eingetreten, so wird die ursprüngliche Spannung na der Säule für die nElemente um folgende Grösse $np\frac{s'}{\omega'}$ und für die n'Secundärelemente um die

Grösse $n'p'\frac{s'}{\omega'}$ vermindert, so dass die Gleichung (4) für den constanten Zustand folgende Gestalt annimmt

$$S' = \frac{na - np\frac{S'}{\omega} - n'p'\frac{s'}{\omega'}}{n\lambda + n'\lambda'}, \tag{9}$$

woraus

$$S' = \frac{na}{n\left(\lambda + \frac{p}{\omega}\right) + n'\left(\lambda' + \frac{p'}{\omega'}\right)}. \tag{10}$$

Der Ausdruck (10) der Grösse S' des Stromes, der bei den in Rede stehenden Säulen nach Eintritt des constanten Zustandes verbleibt, hat eine sichtbare Aehnlichkeit mit der anderen $\frac{nD}{n+n'}$, die MARIANINI aus seinen Versuchen mit diesen Säulen abgeleitet hat.

In dieser letzten Formel haben n und n' dieselbe Bedeutung wie in unserer Gleichung (10), D hingegen stellt nach MARIANINI einen mittleren Werth der Wirkung jedes einzelnen VOLTA'schen Elementes dar. Vorausgesetzt, dass bei den durch MARIANINI angestellten Experimenten, die Flüssigkeitsschichten in den VOLTA'schen und in den Secundärelementen gleich waren und dem zu Folge auch die Werthe $\lambda + \frac{p}{\omega}$ und $\lambda' + \frac{p'}{\omega'}$ gleich oder nahezu gleich sein mussten, so kann man die Gleichung (10) folgendermaassen schreiben

$$S' = \frac{n\frac{a}{\lambda + \frac{p}{\omega}}}{n + n'}$$

Dieser Ausdruck stimmt also vollständig mit demjenigen MARIANINI's überein, weil $\frac{a}{\lambda + \frac{p}{\omega}}$ die Wirkung eines einzigen VOLTA'schen Elementes enthält. Die Experimente MARIANINI's bestätigen das, was wir im Anhange gesagt haben und beweisen, dass, wenn es auch nicht genügend ausgearbeitet ist, es sich doch von der Natur nicht allzuweit entfernt. MARIANINI hat sich nicht viel mit dem Einflusse von ω und ω' auf den guten Erfolg der

Experimente beschäftigt. Man muss also darüber, sowie über die Factoren, die in den Grössen p und p' enthalten sind, neue Aufklärungen von der Erfahrung erwarten.

Wie man aus der Gleichung (9) ersieht, ist die Aenderung der ursprünglichen Summe der Spannungen der Säule, die die n VOLTA'schen Elemente dann verursachen, wenn die Säule sich im constanten Zustand befindet $e'np\frac{s'}{\omega}$ und ebenso die Veränderung, die die n'Secundärelemente hervorbringen $e'n'p'\frac{s'}{\omega'}$, so dass die Gesammtveränderung der Spannung $e'np\frac{s'}{\omega}+n'p'\frac{s'}{\omega'}$ ist. Dieselbe Gleichung (9) giebt auch zu erkennen, dass die Veränderung, welche die nVOLTA'schen Elemente in der ursprünglichen Stromgrösse $\frac{na}{n\lambda+n'\lambda'}$ hervorbringen, gleich ist $\frac{np\frac{s'}{\omega}}{n\lambda+n'\lambda'}$, sowie, dass ferner die Veränderung, welche die n'Secundärelemente erzeugen, gleich ist

$$e'\frac{n'p'\frac{S'}{\omega'}}{n\lambda+n'\lambda'},$$

und endlich, dass die Gesammtveränderung der Stromgrösse

$$e'\frac{np\frac{s'}{\omega}+n'p'\frac{s'}{\omega'}}{n\lambda+n'\lambda'}$$

ist.

Vergleichen wir einerseits die Veränderungen der Spannungen, sowie andererseits die Veränderungen der Stromgrössen unter sich, so werden wir finden, dass sie in demselben Verhältnisse stehen, wie

$$\frac{np}{\omega}:\frac{n'p'}{\omega'}:\left(\frac{np}{\omega}+\frac{n'p'}{\omega'}\right),$$

und dass eine jede einzelne Veränderung in beiden Fällen, d. h. sowohl mit der ursprünglichen Spannungssumme, als auch mit der ursprünglichen Stromgrösse dieselben Proportionalzahlen ergiebt, nämlich

$$\frac{np}{\omega}\frac{S'}{na},\quad \frac{n'S'}{\omega'}\frac{p'}{na},\quad \frac{np}{\omega}+\left(\frac{n'p'}{\omega'}\right)\frac{S'}{na},$$

welche folgende Gestalt annehmen, wenn man in denselben für $\frac{S'}{na}$ den Werth, der aus der Gleichung (10) folgt, substituiert.

$$\frac{\frac{np}{\omega}}{n\left(\lambda+\frac{p}{\omega}\right)+n'\left(\lambda'+\frac{p'}{\omega}\right)},$$

$$\frac{\frac{n'p'}{\omega'}}{n\left(\lambda+\frac{p}{\omega}\right)+n'\left(\lambda'+\frac{p'}{\omega'}\right)}$$

und

$$\frac{\frac{np}{\omega}+\frac{n'p'}{\omega'}}{n\left(\lambda+\frac{p}{\omega}\right)+n'\left(\lambda'+\frac{p'}{\omega'}\right)}.$$

Man ersieht daraus, dass die relativen Veränderungen der Summe der Spannungen und der Grösse des Stromes in einer veränderlichen Säule, die ihren constanten Zustand erreicht hat, denselben Gesetzen unterworfen sind.

Mit diesen Resultaten des Anhanges stimmen auch die Ergebnisse der sorgfältigen Experimente, die MARIANINI über die Veränderung der VOLTA'schen Säulen anstellte, überein. Die Versuche dieses ausgezeichneten Beobachters enthalten auch die electrometrischen Messungen der Wirkung des Stromes der Säule, die sich auf das Maximum der Abnahme beziehen, über welche Thatsachen wir im Anhange eingehend gesprochen haben; ja die Uebereinstimmung der Theorie mit der Erfahrung geht in diesem Punkte so weit, dass wir uns bei diesem Gegenstande nicht länger aufhalten werden.

Setzen wir in der Gleichung (10) $n' = 1$, so wird

$$S' = \frac{na}{n\left(\lambda+\frac{p}{\omega}\right)+\lambda'+\frac{p'}{\omega'}}.$$

S' bedeutet nun die Grösse des Stromes, die nach der Fluctuation der Säule in jenem besonderen Falle übrig bleibt, wenn man der VOLTA'schen Säule statt einer ganzen Secundärsäule eine einzige Schicht einer chemisch veränderlichen Flüssigkeit hinzufügt. Macht

man nun in derselben Gleichung $n = 1$ und setzt man für S' S, so wird man haben

$$S = \frac{na}{n\left(\lambda + \frac{p}{\omega}\right)}.$$

S wird also die Fluctuation zu erkennen geben, wenn die Säule metallisch abgeschlossen ist. Aus den beiden letzten Gleichungen folgt

$$\frac{S'}{S} = \frac{n\left(\lambda + \frac{p}{\omega}\right)}{n\left(\lambda + \frac{p}{\omega}\right) + \left(\lambda' + \frac{p'}{\omega'}\right)}$$

oder

$$\frac{S'}{S} = \frac{1}{1 + \frac{\lambda' + \frac{p'}{\omega'}}{n\left(\lambda + \frac{p}{\omega}\right)}}.$$

Aus dieser Gleichung folgt, dass die Grösse des Stromes, die nach Einfügung der flüssigen Schichte in die Säule entsteht, umsoweniger von jenem Strome abweicht, den die metallisch abgeschlossene Säule hervorbringt, je kleiner $e'\lambda' + \frac{p'}{\omega'}$ im Vergleich zu $n\left(\lambda + \frac{p}{\omega}\right)$ ist.

Der relative Unterschied der Grösse beider Ströme hängt vor allem von der Anzahl n der Elemente der Säule ab, mit deren Zunahme derselbe sehr rasch abnimmt; aus der obigen Gleichung ergiebt sich ferner, dass jener relative Unterschied in demselben Verhältnisse wächst, in dem man den Querschnitt der eingeführten Flüssigkeit verkleinert, und dass die Natur der Flüssigkeit, entsprechend der Spannungskraft ihrer beiden Bestandtheile, so wie andere Umstände denselben ebenfalls beeinflussen. Diese Eigenschaft der galvanischen Kette war der Ursprung dessen, was verschiedene Forscher mit dem Namen Widerstand des Ueberganges bezeichneten, demzufolge die Electricität bei ihrem Uebergange von einem Körper zum anderen in der einen Richtung einen grösseren Widerstand findet, als in der entgegengesetzten, und dass dieser Uebergang um so leichter stattfindet, je mehr Ueber-

gänge sie schon bewerkstelligt hat. Es scheint indessen, dass dieser Uebergangswiderstand in der Natur nicht allgemein besteht, und folgt man der Contacttheorie, so kann man denselben ganz gut bei Seite lassen.

Es ist also bewiesen, dass die Betrachtungen unseres Anhanges, die wir zu dem Zwecke anstellten, um mit den VOLTA-schen Ideen die Wirkungsweise in sich selbst veränderlicher Säulen zu erklären, zu Ergebnissen geführt haben, die vollständig mit den zahlreichen Experimenten der ausgezeichnetsten Physiker übereinstimmen. Daraus folgt die Möglichkeit, aus der blossen Kenntniss der Spannungen und der Leitungsfähigkeit alles das zu erkennen, was man bisher Unerwartetes und Neues in der galvanischen Kette gefunden hat, ohne dass es nöthig wäre, zu neuen Hypothesen Zuflucht zu nehmen und ohne den Körpern Eigenschaften zuzuschreiben, die, wir wagen es zu sagen, wenig natürlich sind. Es erübrigt nur noch darüber zu sprechen, was in dem Anhange in seiner gegenwärtigen Gestalt nicht enthalten ist.

Dieser Anhang, zu einer Zeit geschrieben, da noch fast alle Erfahrungsdaten, die nöthig gewesen wären, fehlten, ist weit entfernt alle Fälle des galvanischen Phänomens zu umfassen und handelt nur von jenen, die bei den Experimenten am häufigsten hervortreten und die das *Wesen* der galvanischen Wirkung am klarsten darthun. So wurden z. B. in demselben jene Fälle nicht berücksichtigt, in denen die aus der Flüssigkeit ausscheidenden Bestandtheile mit den anliegenden Theilen der Kette Verbindungen eingehen, sowie jene Fälle, in denen eine Aenderung der Leitungsfähigkeit der aus der Kette ausgeschiedenen Bestandtheile im Vergleiche zu jener, die sie in ihrer Zusammensetzung besassen, eintreten kann.

Es wurde auch eine neue Classe von galvanischen Phänomenen entdeckt, deren Ursache eine starke Aenderung des Widerstandes gegen die Leitungsfähigkeit gewisser Bestandttheile ist, welche Erscheinungen also aus den obigen Gleichungen nicht abgeleitet werden können; wir sprechen von den einpoligen Leitern.

Zu dem Zwecke, um zu zeigen, dass die im Anhange ent-

wickelten Principien auch dieses Phänomen erklären, habe ich auf experimentellem Wege nachzuweisen versucht, dass die eigenthümlichen Eigenschaften der einpoligen Leiter in Wirklichkeit von einer Umbildung der Kette herrühren, der zu Folge gewisse Zersetzungsproducte, die nur eine sehr geringe Leitungsfähigkeit besitzen, sich an bestimmten Stellen der Kette vereinigen. Die Experimente, die sich darauf beziehen, habe ich in SCHWEIGGER's Jahrbuch für Chemie und Physik, 1830, Band II*, Seite 385, beschrieben, sie erstrecken sich vor allem auf die unipolaren Eigenschaften der Seife und beweisen, dass die Ursache jener Erscheinungen nicht ihren Ursprung in der Seife selbst haben, sondern dass sie durch den Strom erzeugt werden, und dass dem zu Folge das ungleiche Leitungsvermögen nicht aus einer Fähigkeit der Seife für beide Electricitäten, noch von einem eigenthümlichen Widerstande beim Uebergange von der Seife zum Metalle herrührt.

PRECHTL's Experimente, aus denen hervorgeht, dass sich auf dem Ende des Seifenstückes Pottasche abscheidet, die sich gegen den negativen Pol der Säule wendet, lassen, mit meinen Erfahrungen zusammengehalten, keinen Zweifel darüber, dass der ungewöhnlich energische Widerstand gegen die Leitungsfähigkeit nicht von der fetten Säure, die sich am Ende des Seifenstückes absondert und gegen den positiven Pol zuwendet, herrührt. Die concentrierte Schwefelsäure bietet einen einpoligen Leiter dar, deren Eigenschaften noch mannigfaltiger sind, als die der Seife.

Kann man also die einpoligen Leiter der VOLTA'schen Theorie nicht entgegenstellen, so giebt es dennoch andere Versuche, auf welche dieselbe nicht anwendbar scheint.

Bevor wir darüber sprechen, wollen wir einige vorläufige Betrachtungen vorausschicken.

Vor allem müssen wir bemerken, dass VOLTA auch den nicht metallischen Körpern die Fähigkeit zuschrieb, mit andern Körpern Spannungen zu erzeugen, soweit sich dies experimentell nachweisen lässt; dies kann ihm um so weniger abgeleugnet werden, als er, allen Anderen voran, auf bloss experimentellem Wege

---

* In der fortlaufenden Nummerierung des Journals für Chemie und Physik trägt der Band die Zahl LIX.

diese Fähigkeit bei vielen nicht metallischen, festen und flüssigen Körpern nachgewiesen hat.

Nichtsdestoweniger behaupten viele Physiker, dass, wenn die Anhänger VOLTA's die Theorie, der sie folgen, intakt erhalten wollen, sie nur die Spannungen zwischen Metallen annehmen dürfen; mich dünkt, der Umstand, dass VOLTA in der Erklärung seiner Säule die Spannungen zwischen anderen Körpern nicht erwähnt, genüge nicht, diese ihre Behauptung zu erhärten, da in jener Säule, so wie man auch heute noch annimmt, die Spannung der Metalle diejenige der anderen Körper weit überschreitet, sodass sich VOLTA bewogen fühlen konnte, die letzteren zu vernachlässigen, da durch diese Annahme seine Erklärung sehr ververeinfacht wurde.

Es deckt sich also mit den Ideen VOLTA's, die alle mit der Natur übereinstimmen, dass nicht nur viele nicht metallische Körper eine electromotorische Kraft besitzen, sondern dass es auch solche giebt, deren electromotorische Kraft die der Metalle übersteigt.

Ich habe schon seit einigen Jahren versucht (SCHWEIGGER's Annalen, 1830, Bd. III, S. 32) die Existenz dieser ungewöhnlich energischen electromotorischen Kraft zwischen Metallen und Nichtmetallen nachzuweisen, doch warte ich mit der Bekanntmachung meiner Versuche, bis sie einen höheren Grad der Vollständigkeit erreicht haben werden.

Die Contacttheorie muss also das Princip, dass ausser den Metallen auch noch andere Körper geeignet sind, Spannungen minderer Grösse zu erzeugen, wie dies VOLTA selbst festgestellt hat, unberührt aufrecht erhalten. Dieses Princip ist unabhängig von der neuerdings aufgeworfenen Frage, ob die Ursache des galvanischen Phänomens in den Spannungen oder in der chemischen Wirkung zu suchen sei.

Es ist eine Beobachtung, die seit langer Zeit gemacht wurde, dass dort, wo die Metallscheiben durch die Flüssigkeit der Kette nicht angegriffen werden, sich entweder gar keine oder doch nur eine sehr schwache galvanische Wirkung zeigt. Diese Beobachtung, die für die chemische Theorie von ihren Anhängern als besonders günstig betrachtet wird, lässt sich auch mit der unsern

ganz gut vereinen; um sich davon zu überzeugen, hat man nur den allgemeinen Gang der Wirkungsweise der Säule zu betrachten.

Setzen wir voraus, dass sich eine Salzlösung zwischen zwei Metallplatten befindet, und zwar derart zusammengestellt, dass sie eine Kette bilden, so wird sich die Salzlösung zu zersetzen beginnen und die Basis des Salzes von der negativen Metallplatte, die Säure von der positiven angezogen werden; gehen diese Bestandtheile mit den Metallen keine Verbindung ein, so werden sie an denselben zurückgehalten. Gemäss den Erfahrungen der berühmtesten Physiker wird die Säure an dem Metalle, das sie nicht angreift, negativ und unter gleichen Umständen das Alkali positiv.

Durch diese polare Vertheilung entstehen neue Spannungen, die im entgegengesetzten Sinne der in der Kette ursprünglich vorhandenen wirken, also die Wirkung ihres Stromes abschwächen. Dies ist die Ursache der Fluctuation der Säule, und im Anhange haben wir uns eben die Aufgabe gestellt, die Gesetze dieser polaren Vertheilung zu finden.

Der Verlauf des Prozesses ist genau derselbe, wenn man an Stelle einer Salzlösung eine alkalische Flüssigkeit oder eine verdünnte Säure anwendet. Das Wasser lagert sich dann an der negativen Seite ab und erregt seiner Natur nach keine neue Spannung, ändert also in keiner Weise die Wirkungsart des Stromes der Kette; die Säure lagert sich am positiven Metalle ab und erzeugt mit diesem, falls es dasselbe nicht angreift, eine Spannung, durch die die Wirkung der Kette abgeschwächt wird. Umgekehrt lagert sich in der alkalischen Lösung das Wasser gegen das positive Metall ab und beeinflusst, als nicht electromotorischer Körper, die Wirkung der Kette in keiner Weise, während das Oxyd gegen das negative Metall hingeführt wird und, falls es mit diesem keine Verbindung eingeht, eine Spannung erzeugt, die derjenigen, die ursprünglich in der Kette bestand, entgegengesetzt ist, die Wirkung derselben also abschwächt. Der Grad dieser Abschwächung hängt von der Höhe ab, die ihrer Natur nach die Spannungen erreichen können, die den ursprünglichen in der Kette bestandenen entgegenwirken, so wie von dem Punkte, bis zu dem die Zersetzung fortschreiten kann, bevor die abschwächende Kraft diejenige, die zur weiteren Trennung der

Bestandtheile benöthigt wird, aufhebt, indem nach Eintritt dieses Gleichgewichtes die weiteren Veränderungen in der Kette nothwendigerweise aufhören müssen.

Es seien z. B. die durch die Zersetzung erzeugten Spannungen derart, dass ihr Gesammtwerth die Hälfte der ursprünglich in der Kette existierenden wirksamen Spannungen nicht überschreite, so wird die Kraft der Kette nie unter die Hälfte ihres ursprünglichen Werthes sinken können. Sind jedoch die von der chemischen Zersetzung herrührenden Spannungen ihrer Natur nach derart, dass ihr Gesammtwerth die Summe der ursprünglichen Spannungen weit überschreitet, so wird die fernere Entstehung jener Spannungen dann aufhören, wenn sie den Strom der Kette so weit abgeschwächt haben, dass er keine andere Wirkung mehr zu Wege bringt, als dass er die getrennten Bestandtheile daran verhindert, sich wieder zu verbinden.

Es folgt aus diesen Betrachtungen, dass die Schwächung der Kette geringer sein muss, wenn eines der Zersetzungsproducte mit dem Metalle, bei dem sich dasselbe befindet, eine Verbindung eingeht; seine electromotorische Kraft wird dann entweder ganz oder doch grossentheils vernichtet. Daraus erklärt sich die constante Wirkung der neuerdings durch DANIEL erfundenen und nach ihm benannten galvanischen Batterie, sowie die bedeutende Kraft derjenigen GROVE's; denn in jener kann das Kupfer mit dem Kupfer keinerlei Spannung erregen, während in der letztern zweifellos die salpetrige Säure, die an dem Platinpol aus der Salpetersäure in Folge ihrer leichten Zersetzbarkeit ausgeschieden wird, mit dem Platin eine Spannung erzeugt, welche die ursprüngliche Wirkung der Säule noch verstärkt und in beiden Säulen das in der Säure aufgelöste Zink durch die Thonzelle verhindert, sich am negativen Pol abzulagern, die Wirkung des Elementes nicht nennenswerth abzuschwächen vermag.

Obwohl die schwache Wirkung, die meistens dann eintritt, wenn keiner der zwei *Erreger* sich mit der Flüssigkeit chemisch verbindet, durch jede der beiden Hypothesen erklärt werden kann, so besteht doch ein grosser Unterschied darinnen, wie man sich den Gang der Sache vorstellt, wenn man von der Contact- oder wenn man von der chemischen Theorie ausgeht.

Im ersten Falle betrachtet man die schwache Wirkung als den Rest einer stärkeren mit Beendigung der Fluctuation der Säule schon abgeschlossenen, während man im zweiten Falle annimmt, dass die Wirkung aus Mangel an Ursache gar nicht eingetreten sei. Hier könnte man voraussetzen, es sei möglich den Beweis zu erbringen, dass die von den Anhängern VOLTA's angenommene Wirkung thatsächlich bestehe. Dem stellt sich jedoch in vielen Fällen die Nothwendigkeit entgegen, die zwei durch die gut leitende Flüssigkeit nicht angreifbaren Metalle so zu wählen, dass sie in der electrischen Spannungsreihe nicht weit von einander abstehen, in welchem Falle die ursprüngliche Wirkung nicht sehr kräftig ist, von den Chemikern also einer leichten Oxydation oder der unvermeidlichen Verunreinigung der Metallscheiben zugeschrieben wird. Man kann gleichwohl den Versuch machen, ohne die Metallscheiben aus der Flüssigkeit herauszunehmen oder sie darin zu bewegen, indem man nach Eintritt der schwachen Wirkung die Kette öffnet und nach wenigen Minuten wieder schliesst; in diesem Falle zeigt sich stets die ursprünglich kräftigere Wirkung. Wie auch immer die Sache vor sich gehen mag, so ist es gewiss, dass sie mittelst der Contacttheorie sehr gut erklärt werden kann.

Dieser Theorie sind ebenso jene Erscheinungen günstig, die sich bei den DANIEL'schen und GROVE'schen Elementen zeigen, die kaum etwas von ihrer Kraft einbüssen, wenn man in ihnen die Säure durch eine gesättigte Zinklösung ersetzt, während der chemische Prozess fast vollständig aufhört. Die Erklärung des grossen VOLTA trifft auch dann zu, wenn man im GROVE'schen Elemente auf der Seite des Zinkes eine Zinklösung giebt und das Platin durch Kupfer ersetzt; es findet dann auf dieser Seite ein energischer chemischer Prozess statt, nichtsdestoweniger bleibt die Wirkung der Säule dieselbe und, was ihre Energie anbelangt, so nimmt sie nicht plötzlich ab, sondern wird vielmehr mit der Zeit immer bedeutender. Die chemische Theorie hat wohl als Auskunftsmittel die Electricité perçue und die Electricité produite gefunden, wird sich aber derselben nicht lange bedienen können.

Die mit einem einzigen Metalle hergestellten Säulen bilden jedenfalls die schwächste Seite der VOLTA'schen Theorie und

zwar wegen der geringen sichern Kenntnisse, die man über die Spannungen hat, welche die Flüssigkeiten unter sich und mit den Metallen, die sie angreifen, erregen, sowie über die Aenderungen, welche die Spannungen erleiden, wenn die Flüssigkeiten unter sich und mit den Metallen Verbindungen eingehen. Wir brauchen uns jedoch darum noch nicht besiegt zu erklären, denn bietet unsere Theorie schon einige Schwierigkeiten, so bietet die chemische dafür deren viele. Ich habe schon früherhin einige Versuche angestellt und bekannt gegeben, die zu beweisen scheinen, dass VOLTA auch in dieser Hinsicht von sichern Principien ausgegangen sei, doch sind dieselben nicht zusammenhängend und vollständig genug, um das, was uns mangelt, zu ersetzen.

Es ist mir indessen gelungen, ein Instrument zu construieren, dem ich den Namen Spannungsmesser gegeben habe und mit dessen Hülfe man die Spannungen mit einer solchen Sicherheit und Genauigkeit wird finden können, dass dadurch dem gegenwärtigen Mangel abgeholfen wird; wichtigere Arbeiten und Mangel an Zeit verhinderten mich bisher, mich weiter damit zu beschäftigen.

Endlich bemerken wir, dass von Einigen der VOLTA'schen Theorie entgegengehalten wurde, es sei unwahrscheinlich, dass eine so schwache Ursache wie die Spannung, die kaum wahrnehmbar sei, die mächtige Erscheinung des electrischen Stromes hervorzubringen vermöge.

Diesem Einwurfe ist, falls derselbe ernstlich erhoben wurde, zu entgegnen, dass VOLTA selbst die Spannung nicht als die Grundursache des Phänomens ansah, sondern als eine der Aeusserungen jener Ursache, und dass er auch zugeben konnte, die Spannung sei nur ein Differentialelement der primitiven galvanischen Kraft, welche sie erzeugt, ja er konnte sogar noch weiter gehen und behaupten, dass er die Spannung als ein ferneres Product derselben Kraft betrachte, die den chemischen Prozess zu Stande bringt und zwar konnte er dies behaupten, ohne irgend etwas von seinem Terrain zu verlieren.

Wenn wir nun zu jenen besonderen Erscheinungen übergehen, die gewissermaassen Ausnahmen von der Regel bilden und die so zuversichtlich der Contacthypothese mit dem Glauben, dieselbe dadurch zu vernichten, entgegengehalten wurden, so be-

merke ich, dass ich in meinem Werke „Die galvanische Kette mathematisch bearbeitet“ sie darum vernachlässigt habe, weil ich annahm und heute noch annehme, dass, wenn man diese speciellen Beobachtungen von Thatsachen, die von der Regel abweichen, einer genaueren Prüfung unterzöge, man, wenn auch nicht in allen, so doch in den meisten Fällen dazu gelangen würde, über das Verhalten der zu den Experimenten verwendeten Körper neue Entdeckungen zu machen, aber gewiss nicht dazu, die mit Genauigkeit und Vorsicht festgestellten Gesetze umzuändern oder gar umzustossen und weil ich überzeugt bin, dass die Theoretiker, die ihre hauptsächliche Aufmerksamkeit auf diese Sache richten, ihr Ziel verfehlen. Jene besonderen Phänomene haben dennoch von Zeit zu Zeit meine Aufmerksamkeit auf sich gelenkt und ich suchte mir zu erklären, warum Kupfer und Zink in der concentrierten Schwefelsäure, Platin und Eisen in einer Lösung von schwefelsaurem Natron oder auch in einer alkalischen Lösung und in concentrierter Salpetersäure keinen Strom erzeugen, während in allen diesen Fällen energische Spannungen auftreten und viele gute Leiter verwendet werden; insbesondere war ich überrascht, als ich die Ueberzeugung gewann, dass in vielen dieser Fälle die erste Wirkung nicht bedeutend sei, während sie immerhin fühlbar ist, wenn auch kein chemischer Prozess die Wirkung der Säule aufrecht erhält und sie gerade hier eine grössere Energie hätte aufweisen sollen. Die Thatsachen scheinen so sehr der Theorie VOLTA's zu widersprechen, dass diejenigen, die ihretwegen dieselbe verliessen, wahrlich zu entschuldigen sind.

Lange nachdem ich meine oben angedeutete Arbeit veröffentlicht hatte, kehrte ich jedoch zur Prüfung jener besonderen Erscheinungen zurück, mit der Absicht, sie einer kritischen Untersuchung zu unterziehen und zu versuchen, sie zu erklären (Poggendorf's Annalen 1844). Es gelang mir wirklich, die Ueberzeugung zu gewinnen, dass mich mein Gefühl nicht betrogen hatte, indem ich fand, dass jene Körper, die zum Versuche verwendet werden, sich in einer ganz eigenthümlichen, vorher unbekannten Weise verhielten und dass die bis zur Vernichtung gehende Schwächung des Stromes diesem Verhalten zuzuschreiben sei. Die folgenden Bemerkungen verdienen generalisiert zu werden.

1. Taucht man eine Zink- oder Kupferscheibe in concentrierte Schwefelsäure ein, so bedecken sich diese Metalle mit einer Schichte einer Substanz, die ihnen auch nach dem Trocknen das Aussehen verleiht, als wären sie, besonders das Kupfer, mit einem sehr schönen Firnis überzogen. Diese Schichte ist weder dem blossen noch dem bewaffneten Auge sichtbar, nichtsdestoweniger kann die sehr geringe Menge von dem Metalle entfernt und als ein Metalloxyd erkannt werden. Diese Metalloxydschichte ist ein so schlechter Leiter, dass, wenn man die beiden Enden einer offenen Säule mit Quecksilbernäpfchen versieht und dieselben durch einen Bogen z. B. eines Kupferdrahtes verbindet, dessen beide Enden in concentrierte Schwefelsäure getaucht und dann abgetrocknet wurden, keine Spur eines Stromes bemerkbar wird. Man muss jedoch darauf achten, dass die beiden Enden des Bogens nicht weiter in das Quecksilber der Näpfchen eingetaucht werden, als sie es in der concentrierten Schwefelsäure waren. Ritzt man mit dem Federmesser den im Quecksilber befindlichen Kupferdraht, so sieht man sogleich einen starken Strom erscheinen.

Diese Beobachtung erklärt von selbst, weshalb man in einer Kette von Zink, Kupfer und concentrierter Schwefelsäure keinen Strom erhält.

2. Taucht man eine Platte von blankem Eisen in eine Schwefelkaliumlösung, so überzieht sich dieselbe mit einer unendlich dünnen Schichte von Schwefeleisen, das dem Eisen weder den Glanz noch die Farbe nimmt, und von dem man nur eine äusserst geringe Menge mit Hilfe eines Messers abgesondert erhalten kann. Dieses Salz wird durch den Magnet angezogen und bringt man es unter dem Microscope mit einem Tropfen Vitriol in Berührung, so bleibt es regungslos und zeigt keinerlei Veränderung, während Eisenfeilspähne, die von derselben Platte herrühren, mit einem Tropfen desselben Vitriols in Berührung gebracht, sich mit einer Menge Luftblasen bedecken, unter denen sie verschwinden.

Diese Beobachtungen machen es wahrscheinlich, dass sich das Eisen in einer Schwefelkaliumlösung mit einer Schichte von Schwefeleisen überziehe und diese Wahrscheinlichkeit wird durch den Umstand zur Gewissheit erhoben, dass Schwefelkies, mit Platin und irgend einer Flüssigkeit zu einer galvanischen Kette

vereinigt, sich genau so verhält, wie das Eisen, das, nachdem es in concentrierte Schwefelsäure eingetaucht war, mit derselben Flüssigkeit und Platin zu einer Kette verbunden wird; diese Gleichartigkeit der Wirkung beobachtet man auch einige Zeit bei den Flüssigkeiten, die das Schwefeleisen zersetzen. Da jedoch die Schwefeleisenschichte sehr dünn ist, so wird es angezeigt sein, ihre Existenz noch überzeugender darzuthun. Man erkennt das Vorhandensein dieser Schichte folgenderweise. 1. Wenn man das eingetauchte, abgewaschene und abgetrocknete Ende des Eisens erhitzt, so entwickelt dasselbe einen Schwefelgeruch. 2. Oxydiert sich jenes Ende rascher an der Luft, als die andern nicht eingetauchten Theile und eine Silberscheibe, die in innigen Contact mit jenem Ende gebracht und mit ihm zugleich erwärmt wird, nimmt eine braune Färbung an. 3. Taucht man eine Fläche von 8—10 Quadratzoll ein, setzt sie 10 Stunden der feuchten Luft aus, übergiesst sie mit Salpetersäure und prüft sie mit essigsaurem oder salpetersaurem Baryt, so ergiebt sich ein Niederschlag von schwefelsaurem Baryt. 4. Reibt man mit grosser Kraft längere Zeit hindurch zwei Stücke blankes Eisen in einer Lösung von Schwefelkalium aneinander, so wird im unteren Theile der Flüssigkeit in einigen Tagen eine dunklere Färbung bemerkbar und nach 6—8 Wochen bildet sich am Grunde des Gefässes ein schön grün gefärbter Bodensatz von Schwefeleisen von der Höhe einer Linie.

Endlich beweist man einfach und überzeugend die Existenz jener Schichte von Schwefeleisen, wenn man das vorher sorgfältig gereinigte Eisenstück, nachdem man es eingetaucht, abgewaschen und abgetrocknet hat, in eine Mischung von 8 Tropfen einer concentrierten Lösung von sehr klarem salpetersaurem Quecksilberoxydul und einer Unze Wasser steckt, in welchem Falle nach einigen Secunden der in der Schwefelkaliumlösung eingetauchte Theil des Eisens erst eine gelbliche, dann eine bläuliche Färbung annimmt. Auch jener Theil des Eisens, der in die Schwefelkaliumlösung nicht eingetaucht war, zersetzt das salpetersaure Quecksilberoxydul, allein derselbe überzieht sich mit einer grauen Schichte, die als (metallisches) Quecksilber erkannt wird. Aus diesen Versuchen geht klar die Art hervor, wie sich das

Eisen, wenn es in Schwefelkaliumlösung gebracht wird, der Electricität gegenüber verhält.

3. Man tauche ein Eisenstück in eine concentrierte Salpetersäure oder in salpetrige Salpetersäure und trockne es, nachdem man es aus der Flüssigkeit herausgenommen hat, sofort mit Filtrierpapier ab, so wird man, und das viel leichter als im vorhergehenden Falle, wahrnehmen, dass das Eisen mit einer Schichte bedeckt ist, die ihm seinen Glanz lässt, dessen Farbe jedoch ein wenig mehr in das Weisse spielt. — Man kann ohne viel Schwierigkeit von der eingetaucht gewesenen Oberfläche des Eisens ein grünlichweisses sandiges Pulver ablösen, das nach wenigen Augenblicken eine bräunlich-gelbliche Färbung annimmt.

Giesst man einige Tropfen Wasser auf den in der salpetrigen Salpetersäure eingetauchten und dann abgetrockneten Theil der Eisenplatte, so entwickeln sich eine Menge von kleinen Luftbläschen.

Wenn man das eingetauchte Eisenstück schnell und ohne viel Bewegung in eine verdünnte Ammoniakflüssigkeit taucht, so überzieht sich der ganze Theil, der früher in die Säure eingetaucht war, mit einer grünen Schichte von Eisenoxydulhydrat, die sich von demselben langsam ablöst. Wäscht man das Eisenstück unmittelbar nach dem Eintauchen mit Wasser ab, so verhält es sich gegenüber den Reagenzien genau so, wie wenn es durch irgend eine andere Säure oxydiert worden wäre. Reibt man mehrere Eisenstücke, nachdem sie in salpetrige Salpetersäure eingetaucht und mit einem Leinenlappen abgetrocknet wurden, in gut rectificiertem Terpentinöl aneinander, so zeigt sich nach wenigen Tagen ein Bodensatz eines Eisenoxydsalzes. Wenn auch die soeben angeführten Versuche die Entstehung jener Schichte, die sich auf dem in salpetrige Salpetersäure eingetauchten Eisen bildet, nicht vollständig darthun, so mögen sie doch ebenso wie die vorhergehenden dazu dienen, zu zeigen, mit welchem Fleisse solche Beobachtungen anzustellen sind, bevor man sie gegen eine wohlbegründete und festgestellte Theorie in das Feld führen kann.

Ein Versuch meines Freundes LEYKAUF, der mir bei meinen Versuchen so sehr behülflich war, erregt in mir den Glauben, dass sich das auf dem Eisen eines Elementes bildende Oxyd in

ganz eigentümlicher Weise verhalte, und ich bin geneigt anzunehmen, das Eisen verhalte sich gleicherweise auch in der concentrierten Salpetersäure.

Zum Schlusse dieser Ergänzung unseres Anhanges bemerken wir, dass eine Veränderung der Spannung oder des Widerstandes irgend eines Theiles einer Säule Aenderungen in den Erscheinungen verursachen kann und dass diese Aenderungen auch durch die VOLTA'sche Theorie erklärt werden können. Selbst die Untersuchungen FECHNER's über die sogenannten galvanischen Transformationen sind der Theorie des berühmten Italieners günstig und dennoch wurden sie häufig derselben, als ihr widersprechend, entgegen gehalten.

Ich glaube indessen, dass eine experimentelle Untersuchung des galvanischen Prozesses der Chemie grössere Vortheile bringen dürfte, als der Physik und dass sie uns mehr als jede andere über die specifischen Eigenschaften der Körper aufklären werde.

12.

UEBER DEN RANG DER DETERMINANTE BEI INDUCIERTEN LINEAREN SUBSTITUTIONEN.

Von JOSEF KÜRSCHÁK, c. M.

Vorgelegt der III. Klasse der Akademie in der Sitzung vom 22. Januar 1900.

1. Eine Determinante ist vom *m-ten Range*, wenn sie wenigstens eine nicht verschwindende Subdeterminante m-ter Ordnung besitzt aber keine solche von $(m+1)$-ter Ordnung. Ist die Determinante selbst von Null verschieden, so ist ihr Rang gleich ihrer Ordnung.

Hier soll bewiesen werden, dass, *wenn die Determinante der linearen Transformation*

$$x_i = \alpha_{i_1} y_1 + \underset{(i=1,2,\ldots,k)}{\alpha_{i_2} y_2} + \cdots + \alpha_{ik} y_k \qquad (S)$$

vom m-ten Range ist, ihre inducierte Substitution n-ten Grades dann eine Determinante vom Range

$$\varrho = \binom{m+n-1}{n}$$

hat.

Bei dem Beweise benütze ich dieselben Bezeichnungen, wie Herr G. Rados in seiner Abhandlung über „Inducierte lineare Substitutionen".*

2. Die Determinante $|J_n(S)|$ der inducierten Substitution $J_n(S)$ ist bekanntlich gleich einer Potenz der Determinante $|S|$ von S.**

---

* Diese Berichte, 16. Band.

** Diesen Satz hat für specielle Fälle zuerst Herr August Scholtz bewiesen in den „Müegyetemi Lapok" (Polytechnische Blätter) 1877—78, und bemerkte auch, dass sein Beweis sich verallgemeinern lässt. Vgl. auch Rados (a. a. O.) und Hurwitz, Zur Invariantentheorie (Math. Annalen Bd. 45.)

Also wenn $m = k$, d. h. wenn $|S|$ von Null verschieden ist, so hat auch $|J_n(S)|$ einen von Null verschiedenen Werth; mit anderen Worten: der Rang von $|J_n(S)|$ ist dann gleich der Ordnungszahl:

$$\nu = \binom{n+k-1}{n}.$$

3. Es sei nun $m < k$. Wir können und wollen voraussetzen, dass gerade

$$|\alpha_{ij}| \qquad (i, j = 1, 2, \ldots, m)$$

von Null verschieden sei.

Es bedeute dann T folgende Substitution

$$y_j = A_{1j} z_1 + \cdots + A_{mj} z_m + B_{m+1\,j} z_{m+1} + \cdots + B_{kj} z_k \qquad (j = 1, 2, \ldots, k)$$

wo

$$A_{1j}, \ldots, A_{mj}, \; B_{m+1\,j}, \ldots, B_{kj}$$

die zur j-ten Säule gehörigen Subdeterminanten von

$$\tau = |\alpha_{1j}, \ldots, \alpha_{mj} \; \beta_{m+1\,j}, \ldots, \beta_{kj}| \qquad (j = 1, 2, \ldots, k)$$

sind. Hier können die β beliebig gewählt werden, mit der einzigen Bedingung, dass $\tau = 1$ sei.

Die Substitution ST ist dann

$$x_1 = z_1 \quad x_2 = z_2, \ldots, x_m = z_m \quad x_{m+1} = 0, \ldots, x_k = 0.$$

Nun lässt sich unmittelbar erkennen, dass die Determinante $|J_n(ST)|$ vom Range

$$\varrho = \binom{m+n-1}{n}$$

ist. Man hat aber stets

$$J_n(ST) = J_n(T)\, J_n(S),$$

d. h. die Determinante $|J_n(ST)|$ ist die componierte von $|J_n(S)|$ und von der Determinante $|J_n(T)|$, deren Werth gleich 1 ist. Folglich müssen $|J_n(S)|$ und $|J_n(ST)|$ denselben Rang haben.

13.

NOTES SUR LES SUBSTITUTIONS ORTHOGONALES.

Par GUSTAVE RADOS.

Dans mon travail „Sur la théorie des déterminants“ paru dans les Mathematische und Naturwissenschaftliche Berichte aus Ungarn 1886, j'ai posé et démontré (pour la première fois, à ma connaissance) un théorème de déterminants qui a été, depuis, l'object de diverses applications et de nouvelles démonstrations.*

Ce théorème, dans une conception un peu modifiée, est le suivant:

---

* Ainsi M. K. Hensel, l'éminent mathématicien berlinois, applique ce théorème dans son travail „Ueber Gattungen, welche durch Composition aus zwei anderen Gattungen entstehen“ publié en 1889 dans le Journal de Crelle. Ne connaissant pas mon travail, il s'exprime ainsi sur le théorème en question: »Nach einem Satze nämlich, den meines Wissens zuerst Herr Kronecker in seinen algebraischen Vorlesungen aufgestellt und bewiesen hat, und von dem ich einen anderen elementaren Beweis gegeben habe, besteht nämlich die folgende wichtige Determinantenrelation:

$$|\xi_{hi}\,\eta_{ik}| = |\xi_{hi}|^n\,|\eta_{ik}|^n\text{«}.$$

(Crelle-Journal, t. 105, p. 337.) Eh bien, cette relation est justement mon théorème. Et je n'en trouve aucune trace dans le cahier rédigé d'après les cours de Kronecker qu'il a revu lui-même et que je peux donc considérer comme authentique.

C'est encore M. Hensel qui a donné une nouvelle démonstration du même théorème dans son travail „Ueber die Darstellung der Determinante eines Systems, welches aus zwei anderen componiert ist“, où il mentionne déjà mon travail sur le théorème.

M. Hurwitz donne une nouvelle démonstration du théorème dans son étude „Zur Invariantentheorie“ (Math. Annalen t. 45, p. 389). A la fin M. Cyparissos-Stéphanos dans son beau travail „Sur un extension du calcul des subst. linéaires“. Journal de Math. F. 19.

En multipliant par ordre les équations des substitutions linéaires

$$x_i = a_{i1}\,x_1' + a_{i2}\,x_2' + \cdots + a_{im}\,x_m' \qquad (A)$$
$$(i = 1, 2, \ldots, m)$$

et

$$y_j = b_{j1}\,y_1' + b_{j2}\,y_2' + \cdots + b_{jn}\,y_n' \qquad (B)$$
$$(j = 1, 2, \ldots, n)$$

les équations ainsi obtenues:

$$\begin{aligned} x_i y_j = {} & a_{i1}b_{j1}x_1'y_1' + a_{i2}b_{j1}x_2'y_1' + \cdots + a_{im}b_{j1}x_m y_1' + \\ & + a_{i1}b_{j2}x_1'y_2' + a_{i2}b_{j2}x_2'y_2' + \cdots + a_{im}b_{j2}x_m y_2' + \\ & + \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \\ & + a_{i1}b_{jn}x_1'y_n' + a_{i2}b_{jn}x_2'y_n' + \cdots + a_{im}b_{jn}x_m y_n' \end{aligned}$$
$$(i = 1, 2, \ldots, m;\ j = 1, 2, \ldots, n)$$

établissent une substitution linéaire entre les produits

$$x_i y_j$$
$$(i = 1, 2, \ldots, m;\ j = 1, 2, \ldots, n)$$

et

$$x_i' y_j'$$
$$(i = 1, 2, \ldots, m;\ j = 1, 2, \ldots, n)$$

J'appellerai cette substitution linéaire relative à des indéterminés du nombre mn produit-substitutions* et je la désignerai par $(A \times B)$.

Mon travail publié en 1886 a pour objet le déterminant de cette substitution et exprime le fait que le déterminant de la produit-substitution

$$P = A \times B$$

est

$$|P| = |A \times B| = |A|^n\,|B|^m$$

où $|A|$, $|B|$, $|P|$ signifient les déterminants des substitutions linéaires (A), (B) et (P).

Le présent travail a pour but de communiquer une remarque relative aux produit-substitutions orthogonales, qui s'exprime par ce théorème:

Les produit-substitutions orthogonales sont elles-mêmes aussi orthogonales.

---

* Conformément à la terminologie déjà appliquée par M. Hurwitz, Math. Ann. 45; voir en outre à ce sujet le Mémoire déjà cité de M. Stephanos.

La démonstration de ce théorème n'exige que très peu de mots. Soient les substitutions linéaires précédentes (A) et (B) orthogonales, alors les égalités

$$\sum_{i=1}^{m} x_i^2 = \sum_{i=1}^{m} x_i'^2 \tag{1}$$

et

$$\sum_{j=1}^{n} y_j^2 = \sum_{j=1}^{n} y_j'^2 \tag{2}$$

sont identiquement satisfaites.

Pour démontrer que la substitution

$$P = A \times B$$

est aussi orthogonale, il suffit de prouver que l'égalité

$$\sum_{i=1}^{m} \sum_{j=1}^{n} (x_i y_j)^2 = \sum_{i=1}^{m} \sum_{j=1}^{n} (x_i' y_j')^2 \tag{3}$$

est juste. Mais cela est tout évident, car

$$\sum_{i=1}^{m} \sum_{j=1}^{n} (x_i y_j)^2 = \sum_{i=1}^{m} \sum_{j=1}^{n} (x_i^2 y_j^2) = \left(\sum_{i=1}^{m} x_i^2 \right) \left(\sum_{j=1}^{n} y_j^2 \right)$$

et en considérant (1) et (2), on a:

$$\sum_{i=1}^{m} \sum_{j=1}^{n} (x_i y_j)^2 = \left(\sum_{i=1}^{m} x_i'^2 \right) \left(\sum_{j=1}^{n} y_i'^2 \right) = \sum_{i=1}^{m} \sum_{j=1}^{n} x_i'^2 y_j'^2 =$$

$$= \sum_{i=1}^{m} \sum_{j=1}^{n} (x_i' y_j')^2,$$

ce qu'il fallait démontrer.

* * *

Ajoutons encore que du théorème de déterminants cité au début et de ce que nous venons de démontrer, il résulte:

1. Quand (A) et (B) sont des substitutions orthogonales droites (c'est-à-dire que leur déterminant est + 1), alors $P = A \times B$ est également une substitution orthogonale droite;

2. Quand (A) est droit et (B) gauche suivant que m est pair ou impair, $P = A \times B$ sera droit ou gauche.

3) Quand (A) et (B) sont tous deux des substitutions gauches, alors $P = A \times B$ est droite ou gauche suivant que $m + n$ est pair ou impair.

Un autre fait digne remarquable d'attention est ceci: en prenant au lieu de (A) toutes les substitutions du groupe orthogonal le plus général de la dimension m, et au lieu de (B) toutes les substitutions du groupe orthogonal le plus général de la dimension n, les substitutions orthogonales de la dimension mn résultant de $P = (A \times B)$ formeront aussi un groupe. Car il est facile de se convaincre, que les produit-substitutions de substitutions composées sont égales à la composition des produit-substitutions des composants, c'est-à-dire

$$(AA_1 \times BB_1) = (A \times B)(A_1 \times B_1)$$

ou AA_1 désignent la composition des substitutions de la dimension m A et A_1, BB_1 celle des substitutions de la dimension n B et B_1, et $(A \times B)(A_1 \times B_1)$ celle des substitutions de mn dimensions $(A \times B)$ et $(A_1 \times B_1)$. Comme en autre, de la nature orthogonale des substitutions A, A_1, B, B_1 il résulte la propriété d'orthogonalité des substitutions de la dimension mAA_1 et de celles de la dimension nBB_1; il est bien évident que la totalité des substitutions

$$P = A \times B$$

forme un groupe. Ce groupe est un sousgroupe de

$$\left[\frac{m(m-1)}{2} + \frac{n(n-1)}{2}\right]$$

termes du groupe orthogonal le plus général de la dimension mn qui est de $\frac{mn(mn+1)}{2}$ termes (c'est l'expression de LIE pour indiquer que le groupe dépend de $\frac{mn(mn-1)}{2}$ paramètres).

Qu'il me soit permis d'élucider le théorème par un exemple.

Soient données les substitutions orthogonales de deux dimensions

$$\begin{aligned} x_1' &= x_1' \cos\alpha - x_2' \sin\alpha \\ x_2' &= x_2' \sin\alpha + x_2' \cos\alpha \end{aligned} \qquad \text{(A)}$$

et

$$\begin{aligned} y_1 &= y_1' \sin\beta + y_2' \cos\beta \\ y_2 &= y_1' \cos\beta - y_2' \sin\beta \end{aligned} \qquad \text{(B)}$$

dont (A) est droite et (B) gauche alors, en raison de notre théorème, les équations

$$\begin{aligned} z_1 &= z_1' \cos\alpha \sin\beta - z_2' \sin\alpha \sin\beta + z_3' \cos\alpha \cos\beta - z_4' \sin\alpha \cos\beta \\ z_2 &= z_1' \sin\alpha \sin\beta + z_2' \cos\alpha \sin\beta + z_3' \sin\alpha \cos\beta - z_4' \sin\alpha \cos\beta \\ z_3 &= z_1' \cos\alpha \cos\beta - z_2' \sin\alpha \cos\beta - z_3' \cos\alpha \sin\beta + z_4' \sin\alpha \sin\beta \\ z_4 &= z_1' \sin\alpha \cos\beta + z_2' \cos\alpha \cos\beta - z_3' \sin\alpha \sin\beta - z_4' \cos\alpha \sin\beta \end{aligned}$$

déterminent de nouveau une substitution orthogonale, qui, suivant le théorème 3., est droite. En y admettant toutes les valeurs possibles des paramètres α et β, nous obtenons un sousgroupe de deux termes du groupe orthogonal de la dimension 4.

14.

BEITRAG ZUR THEORIE DER ALGEBRAISCHEN RESOLVENTEN.

Von GUSTAV RADOS.

Während meiner durch geraume Zeit fortgesetzten Beschäftigung mit algebraischen Fragen, drängte sich mir immer mehr und mehr die Thatsache auf, dass die Darstellung der formalen Theorie der algebraischen Gleichungen $m$ten Grades sich symmetrischer und übersichtlicher gestaltet, sobald man dieselbe nicht auf die Wurzeln der Gleichung, sondern auf gewisse mit ihnen in engem Zusammenhange stehende aus mElementen erzeugte Werthesysteme bezieht. Der Grund der eigenthümlichen Erscheinung, dass unsere Betrachtungen sich durch das Ersetzen der einfachen Zahlenwerthe durch compliciertere Gebilde, nämlich der aus mElementen bestehenden Werthesysteme, vereinfachen, wird sofort klar, wenn wir uns der geometrischen Veranschaulichung der bestehenden Verhältnisse bedienen. Da nämlich die Wurzeln geometrisch durch Punkte einer einzigen Geraden dargestellt werden, so bildet diese Gerade gewissermaassen den Schauplatz der diesbezüglichen Untersuchungen; ersetzen wir aber die Wurzeln durch $m$fache Werthesysteme, so steht uns zu deren geometrischer Interpretation nunmehr der $m$dimensionale Raum zur Verfügung, der eine erheblich grössere Freiheit der Bewegung gestattet. Diesem letzteren Umstande verdanken wir daher die bessere Uebersichtlichkeit und auch symmetrische Gestaltung der formalen algebraischen Untersuchungen.

Wir gehen von der algebraischen Gleichung $m$ten Grades

$$f(\lambda) \equiv A_0\lambda^m + A_1\lambda^{m-1} + \cdots + A_{m-1}\lambda + A_m = 0$$

aus, deren Wurzeln wir durch

$$\lambda_1, \lambda_2, \ldots, \lambda_m$$

bezeichnen. Dann kann man stets eine lineare Substitution

$$x_\alpha' = a_{\alpha 1}x_1 + a_{\alpha 2}x_2 + \cdots + a_{\alpha m}x_m$$

angeben, deren charakteristische Gleichung

$$\begin{vmatrix} a_{11} - \lambda & a_{12} & \ldots & a_{1m} \\ a_{21} & a_{22} - \lambda & \ldots & a_{2m} \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \\ a_{m1} & a_{m2} & & a_{mm} - \lambda \end{vmatrix} = 0$$

identisch ist mit der gegebenen Gleichung

$$f(\lambda) = 0.*$$

Zwischen den Doppelelementen

$$(x_1^{(i)}, x_2^{(i)}, \ldots x_m^{(i)}),$$

dieser linearen Substitution und den Wurzeln der Gleichung

$$f(\lambda) = 0$$

erzeugen die Gleichungssysteme

$$\begin{aligned} \lambda_i x_1^{(i)} &= a_{11}x_1^{(i)} + a_{12}x_2^{(i)} + \cdots + a_{1m}x_m^{(i)} \\ \lambda_i x_2^{(i)} &= a_{21}x_1^{(i)} + a_{22}x_2^{(i)} + \cdots + a_{2m}x_m^{(i)} \\ &\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ \lambda_i x_m^{(i)} &= a_{m1}x_1^{(i)} + a_{m2}x_2^{(i)} + \cdots + a_{mm}x_m^{(i)} \end{aligned}$$
$$(i = 1, 2, \ldots, m)$$

eine gegenseitig eindeutige Beziehung in der Weise, dass jeder Wurzel λ_i ein und nur ein Doppelelement entspricht und umgekehrt.** Diese Doppelelemente liefern uns nunmehr die Werthesysteme, durch die die Wurzeln der Gleichung zweckmässig ersetzt werden können.

Die Lösung des nachfolgenden Problems wird die Richtigkeit des soeben aufgestellten Prinzipes bestätigen.

---

* S. meine Abhandlung „Zur Theorie der adjungierten Substitutionen". Diese Zeitschrift, Bd. 10, pag. 105 u. 106.

** Wir schliessen im Verlaufe unserer Untersuchungen die Ausnahmsfälle, in denen unsere Gleichung $f(\lambda) = 0$ mehrfache Wurzeln besitzt, vorläufig aus. Es wird sich zeigen, dass diese Beschränkung als unwesentliche wieder fallen gelassen werden kann.

Gegeben sind die beiden algebraischen Gleichungen

$$f(\lambda) \equiv A_0\lambda^m + A_1\lambda^{m-1} + \cdots + A_{m-1}\lambda + A_m = 0,$$
$$g(\mu) \equiv B_0\mu^n + B_1\mu^{n-1} + \cdots + B_{n-1}\mu + B_n = 0,$$

wie kann man die Gleichung

$$\Phi(z) = 0$$

in expliciter Form herstellen, deren Wurzeln aus dem Ausdrucke

$$z = \lambda + \mu$$

hervorgehen, indem man für λ die sämmtlichen Wurzeln der Gleichung

$$f(\lambda) = 0,$$

für μ die der Gleichung

$$g(\mu) = 0$$

substituiert.

Auf den ersten Blick erscheint die Lösung dieses Problems sehr einfach, denn man hat weiter nichts zu thun, als aus den Gleichungen

$$f(\lambda) = 0,$$
$$g(\mu) = 0,$$
$$\lambda + \mu = z$$

λ und μ zu eliminieren. Theoretisch wäre damit die Sache erledigt, aber wirkliche Schwierigkeiten zeigen sich eben erst dann, wenn man diese Elimination praktisch durchzuführen hat. Es bleibt also die Frage zu beantworten: *Wie ist diese Elimination in Wirklichkeit durchzuführen?* Eben diese Frage wünsche ich in der gegenwärtigen Arbeit zu beantworten.

Sei wieder

$$(S) \qquad x_\alpha' = a_{\alpha 1}x_1 + a_{\alpha 2}x_2 + \cdots + a_{\alpha m}x_m \qquad (\alpha = 1, 2, \ldots, m),$$

eine der der Gleichung $f(\lambda) = 0$ entsprechenden linearen Substitutionen, deren charakteristische Gleichung daher identisch ist mit der Gleichung

$$f(\lambda) = 0;$$

sei ferner

$$y_\beta' = b_{\beta 1}y_1 + b_{\beta 2}y_2 + \cdots + b_{\beta n}y_n \qquad (\beta = 1, 2, \ldots, n),$$

eine der linearen Substitutionen, die der Gleichung

$$g(\mu) = 0$$

entsprechen.

Führen wir nun folgende Bezeichnungen ein: die aus n Reihen und n Spalten bestehende Matrix

$$\begin{pmatrix} a_{ik} & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & a_{ik} & \cdots & 0 \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ 0 & 0 & \cdots & a_{ik} \end{pmatrix}$$

werde durch A_{ik} bezeichnet; die Matrix

$$\begin{pmatrix} b_{11} & b_{12} & \cdots & b_{1n} \\ b_{21} & b_{22} & \cdots & b_{2n} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ b_{n1} & b_{n2} & \cdots & b_{nn} \end{pmatrix}$$

durch B; endlich die aus n Reihen und n Spalten enthaltende Matrix

$$\begin{pmatrix} -z & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & -z & \cdots & 0 \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ 0 & 0 & \cdots & -z \end{pmatrix}$$

durch $-z$. Dann haben wir nach der bekannten Definition der Summe von Matrizen, die Matrix

$$\begin{pmatrix} b_{11} + a_{ii} - z & b_{12} & \cdots & b_{1n} \\ b_{21} & b_{22} + a_{ii} - z & \cdots & b_{2n} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ b_{n1} & b_{n2} & \cdots & b_{nn} + a_{ii} - z \end{pmatrix}$$

durch $A_{ii} + B - z$ zu bezeichnen.

Von diesen Bezeichnungen Gebrauch machend, erhalten wir die gesuchte Gleichung

$$\Phi(z) = 0^*$$

---

* Den in dieser Gleichung enthaltenen Satz habe ich meinem hochverehrten Freunde Prof. Julius König bereits im September des Jahres 1898 mitgetheilt. Ich hebe dies darum hevor, weil in dem Hefte vom 6. März 1899 der Comptes Rendus Stephanos Cyparissos in einer vorläufigen An-

nunmehr explicit in der folgenden Gestalt

$$\Phi(z) \equiv \begin{vmatrix} A_{11}+B-z & A_{12} & \cdots & A_{1m} \\ A_{21} & A_{22}+B-z & \cdots & A_{2m} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ A_{m1} & A_{m2} & \cdots & A_{mm}+B-z \end{vmatrix} = 0$$

Im zweiten Theile dieser Arbeit sollen durch Specialisierung der Gleichung $\Phi(z) = 0$ verschiedene Resolventen in expliciter Form hergeleitet werden, unter Anderen auch diejenige, die LAGRANGE in Bezug auf die Quadrate der Wurzeldifferenzen aufstellte.

Dass das in der Einleitung aufgestellte Princip sich nicht nur bei solchen Resolventen specieller Natur als zweckmässig, sondern sich auch bei Entwickelung der allgemeinen Theorie als fruchtbar erweist, wird noch besser aus einer Arbeit hervorgehen, die ich später zu veröffentlichen gedenke. In derselben werde ich mit Hülfe dieses Principes eine Methode zur expliciten Aufstellung irgendwelcher Resolventen entwickeln, bei welcher selbst die cursorische Benutzung der aus den Wurzeln der ursprünglichen Gleichung gebildeten symmetrischen Functionen vermieden werden kann und welche die Resolventengleichung, wie es die Natur der Sache mit sich bringt, in zwar complicierter aber doch vollständig expliciter Form liefert.

I. Die wirkliche Aufstellung der Gleichung $\Phi(z) = 0$.

Seien

$$\lambda_1, \lambda_2, \cdots, \lambda_m$$

die Wurzeln der Gleichung $f(\lambda) = 0$ und entspreche das Doppelelement

$$(x_1^{(i)}, x_2^{(i)}, \cdots, x_m^{(i)})$$

der Substitution (S) der Wurzel λ_i, so dass

---

zeige die Mittheilung einer Abhandlung in Aussicht stellt, die einen ähnlichen Gegenstand behandelt und mit meinen eigenen Untersuchungen gerade in diesem Satze sich berührt.

$$\begin{aligned}
\lambda_i x_1^{(i)} &= a_{11}x_1^{(i)} + a_{12}x_2^{(i)} + \cdots + a_{1m}x_m^{(i)} \\
\lambda_i x_2^{(i)} &= a_{21}x_1^{(i)} + a_{22}x_2^{(i)} + \cdots + a_{2m}x_m^{(i)} \\
&\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \\
\lambda_i x_m^{(i)} &= a_{m1}x_1^{(i)} + a_{m2}x_2^{(i)} + \cdots + a_{mm}x_m^{(i)}
\end{aligned} \qquad (1)$$

$(i = 1, 2, \ldots, m)$

seien ferner

$$\mu_1,\ \mu_2,\ \cdots,\ \mu_n$$

die Wurzeln der Gleichung

$$g(\mu) = 0$$

und es entspreche das Doppelelement

$$(y_1^{(k)},\ y_2^{(k)} \cdots,\ y_n^{(k)})$$

der Substitution (T) der Wurzel μ_k, so dass

$$\begin{aligned}
\mu_k y_1^{(k)} &= b_{11}y_1^{(k)} + b_{12}y_2^{(k)} + \cdots + b_{1n}y_n^{(k)} \\
\mu_k y_2^{(k)} &= b_{21}y_1^{(k)} + b_{22}y_2^{(k)} + \cdots + b_{2n}y_n^{(k)} \\
&\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \\
\mu_k y_n^{(k)} &= b_{n1}y_1^{(k)} + b_{n2}y_2^{(k)} + \cdots + b_{nn}y_n^{(k)}
\end{aligned} \qquad (2)$$

$(k = 1, 2, \ldots, n)$

Wenn wir nun die α-te der Gleichungen (1) mit $y_\beta^{(k)}$, die β-te der Gleichungen (2) mit $x_\alpha^{(i)}$ multiplicieren und die Gleichungen sodann addieren, wenn wir ferner α die Werthe

$$\alpha = 1,\ 2,\ \cdots,\ m,$$

β aber die Werthe

$$\beta = 1,\ 2,\ \cdots,\ n$$

geben, so erhalten wir folgendes System von Gleichungen:

$$\begin{aligned}
&(\lambda_i + \mu_k)x_\alpha^{(i)}y_\beta^{(k)} = \\
&= 0\cdot x_1^{(i)}y_1^{(k)} + 0\cdot\lambda_1^{(i)}y_2^{(k)} + \cdots + a_{\alpha 1}x_1^{(i)}y_\beta^{(k)} + \cdots + 0\cdot x_1^{(i)}y_n^{(k)} + \\
&+ 0\cdot x_2^{(i)}y_1^{(k)} + 0\cdot x_2^{(i)}y_2^{(k)} + \cdots + a_{\alpha 2}x_2^{(i)}y_\beta^{(k)} + \cdots + 0\cdot x_2^{(i)}y_n^{(k)} + \\
&+ \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots + \\
&+ 0\cdot x_{\alpha-1}^{(i)}y_1^{(k)} + 0\cdot x_{\alpha-1}^{(i)}y_2^{(k)} + \cdots + a_{\alpha\,\alpha-1}x_{\beta-1}^{(i)}y_n^{(k)} + \cdots + 0\cdot x_{\alpha-1}^{(i)}y_n^{(k)} + \\
&+ b_{\beta 1}x_\alpha^{(i)}y_1^{(k)} + b_{\beta 2}x_\alpha^{(i)}y_2^{(k)} + \cdots + (b_{\beta\beta} + a_{\alpha\alpha})x_\alpha^{(i)}y_\beta^{(k)} + \cdots + 0\cdot b_{\beta n}y_\alpha^{(i)}y_n^{(k)} + \\
&+ 0\cdot x_{\alpha+1}^{(i)}y_1^{(k)} + 0\cdot x_{\alpha+1}^{(i)}y_2^{(k)} + \cdots + a_{\alpha\alpha+1}x_{\alpha+1}^{(i)}y_\beta^{(k)} + \cdots + 0\cdot x_{\alpha+1}^{(i)}y_n^{(k)} + \\
&+ \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots + \\
&+ 0\cdot x_m^{(i)}y_1^{(k)} + 0\cdot x_m^{(i)}y_2^{(k)} + \cdots + a_{\alpha m}x_m^{(i)}y_\beta^{(k)} + \cdots + 0\cdot x_m^{(i)}y_n^{(k)}
\end{aligned} \qquad (3)$$

$(i, \alpha = 1, 2, \ldots, m;\quad k, \beta = 1, 2, \ldots, n)$

Zu einem gegebenen Werthepaar (i, k) gehören $m \cdot n$ solcher Gleichungen, welche für die Producte

$$x_\alpha^{(i)} y_\beta^{(k)}$$
$$(\alpha = 1, 2, \ldots, m; \quad \beta = 1, 2, \ldots, n),$$

deren Anzahl $m \cdot n$ ist, ein homogenes lineares Gleichungssystem ergeben. Diese Producte können nicht sämmtlich verschwinden

Wird nämlich angenommen, dass

$$x_\alpha^{(i)} y_\beta^{(k)} = 0$$
$$(\alpha = 1, 2, \ldots, m; \quad \beta = 1, 2, \ldots, n),$$

so würde, da wenigstens ein Werth, z. B. $x_g^{(i)}$ des das Doppelelement $(x_1^{(i)}, x_2^{(i)}, \ldots, x_m^{(i)})$ repräsentierenden Werthsystems von Null verschieden ist, aus den Relationen

$$x_g^{(i)} y_1^{(k)} = 0, \quad x_g^{(i)} y_2^{(k)} = 0, \quad x_g^{(i)} y_n^{(k)} = 0, \quad x_g^{(i)} \gtrless 0$$

folgen, dass

$$y_1^{(k)} = 0, \quad y_2^{(k)} = 0, \ldots, \quad y_n^{(k)} = 0,$$

was unmöglich ist, da

$$(y_1^{(k)}, \quad y_2^{(k)}, \ldots, \quad y_n^{(k)})$$

ein Doppelelement repräsentiert und daher wenigstens ein $y^{(k)}$ von Null verschieden sein muss.

Da es also für jedes Werthepaar (ik) eine solche Lösung des Systems der homogenen linearen Gleichungen (3) giebt, in welcher nicht die Werthe sämmtlicher Unbekannten verschwinden (die Existenz einer solchen Lösung haben wir ja soeben erwiesen), muss die Determinante des Systems der Gleichungen (3) verschwinden. Schreibt man diese Determinante mit Hülfe der in der Einleitung aufgezählten Abkürzungen hin, so ergeben sich folgende Gleichungen:

$$\begin{vmatrix} A_{11} + B - (\lambda_i + \mu_k) & A_{12} & \ldots & A_{1m} \\ A_{21} & A_{22} + B - (\lambda_i + \mu_k) & \ldots & A_{2m} \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \\ A_{m1} & A_{m2} & & A_{mm} + B - (\lambda_i + u_k) \end{vmatrix} = 0;$$
$$(i = 1, 2, \ldots, m; \quad k = 1, 2, \ldots, n)$$

welche schon deutlich zeigen, dass die Summen

$$z = \lambda_i + \mu_k$$
$$(i = 1, 2, \ldots, m; \quad k = 1, 2, \ldots, n)$$

sämmtlich die Gleichung

$$\Phi(z) \equiv \begin{vmatrix} A_{11}+B-z & A_{12} & \dots A_{1m} \\ A_{12} & A_{22}+B-z & \dots A_{2m} \\ \dots & \dots & \dots \\ A_{m1} & A_{m2} & \dots A_{mm}+B-z \end{vmatrix} = 0$$

befriedigen. Da der Grad $m \cdot n$ dieser Gleichungen mit der Anzahl der als verschieden vorausgesetzten Summen $(\lambda_i + \mu_k)$ übereinstimmt, so erhalten wir damit die sämmtlichen Wurzeln der Gleichung.

Unser Satz ist natürlich auch dann richtig, wenn wir die beschränkenden Bedingungen, welche wir im Verlaufe unserer Ableitung einführten, nun fallen lassen. Dieselben hatten darin bestanden, dass die Gleichungen

$$f(\lambda) = 0$$
$$g(\mu) = 0$$

keine mehrfachen Wurzeln besitzen sollten, und dass ferner die Summen

$$\lambda_i + \mu_k \qquad (i = 1, 2, \dots, m;\ k = 1, 2, \dots, n)$$

alle voneinander verschieden seien. Wenn daher

$$\Delta_1 = \Delta_1(a_{11}, \dots, a_{mm}, b_{11}, \dots, b_{nn})$$
$$\Delta_2 = \Delta_2(a_{11}, \dots, a_{mm}, b_{11}, \dots, b_{nn})$$

die Discriminanten der Gleichungen

$$f(\lambda) = 0$$
$$g(\mu) = 0$$

bedeuten und

$$\Delta_3 = \Delta_3(a_{11}, \dots, a_{mm}, b_{11}, \dots, b_{nn})$$

das Product der aus den $(\lambda_i + \mu_k)$ zu bildenden Differenzen bezeichnet, wo die Functionalzeichen Δ rationale ganze Functionen bestimmen, so können wir die beschränkenden Annahmen in die eine Ungleichung

$$\Delta_1 \Delta_2 \Delta_3 = \Delta(a_{11}, \dots, a_{mm}, b_{11}, \dots, b_{nn}) \gtrless 0$$

zusammenfassen. Sei nun

$$\Phi(z) \equiv z^{mn} - C_1 z^{mn-1} + \cdots + (-1)^{mn} C_{mn},$$

wo die Coëfficienten

$$C_k = C_k(a_{11}, \ldots, a_{mm}, b_{11}, \ldots, b_{nn}) \quad (k = 1, 2, \ldots, mn)$$

gewisse rationale ganze Functionen der a_{iz} und b_{iz} sind, seien ferner die elementaren symmetrischen Functionen der Grössen

$$z = \lambda_i + \mu_k \quad (i = 1, 2, \ldots, m;\ k = 1, 2, \ldots, n)$$

rational ausgedrückt durch die a_{ik} und b_{ik}

$$C_k' = C_k'(a_{11}, \ldots, a_{mm};\ b_{11}, \ldots, b_{nn}), \quad (k = 1, 1, \ldots, mn)$$

so wird der oben bewiesene Satz wie folgt ausgedrückt werden können:

So oft

$$\Delta(a_{11}, \ldots, a_{mm}, b_{11}, \ldots, b_{nn}) \gtrless 0,$$

bestehen die sämmtlichen Relationen

$$C_k(a_{11}, \ldots, a_{mm}, b_{11}, \ldots, b_{nn}) = C_k'(a_{11}, \ldots, a_{mm}, b_{11}, \ldots, b_{nn}); \quad (k = 1, 2, \ldots, mn)$$

dann müssen sie aber im Sinne eines bekannten algebraischen Satzes identisch bestehen, also auch dann, wenn

$$\Delta(a_{11}, \ldots, a_{mm}, b_{11}, \ldots, b_{nn}) = 0,$$

d. h. auch dann, wenn wir unsere beschränkenden Voraussetzungen fallen lassen.

Damit ist unser Satz für alle Fälle erwiesen.

II. Die Resolventen, die aus der Gleichung $\Phi(z) = 0$ abgeleitet werden können.

1. Nimmt man an, die Gleichungen

$$f(\lambda) = 0$$
$$g(\mu) = 0$$

seien identisch, dann können auch die Substitutionen (T) den Substitutionen (S) gleich gewählt werden, so dass

$$b_{\alpha\beta} = a_{\alpha\beta} \quad (\alpha, \beta = 1, 2, \ldots, m),$$

dann ist aber die ganze Function $m\,(m-1)$-ten Grades

$$\Psi(z) = \frac{\Phi(z)}{f(2z)} = \frac{\begin{vmatrix} A_{11}+A-z & A_{12} & \dots & A_{1m} \\ A_{21} & A_{22}+A-z & \dots & A_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ A_{m1} & A_{m2} & \dots & A_{mm}+A-z \end{vmatrix}}{f(2z)} =$$

$$= \Pi\{z-(\lambda_i+\lambda_k)\}$$
$$(i \gtrless k;\quad i,k=1,2,\dots,m)$$

ein vollständiges Quadrat und wenn

$$\Psi(z) = [\psi(z)]^2,$$

dann ist die Gleichung $\frac{m\,(m-1)}{2}$-ten Grades

$$\psi(z) = 0$$

jene Resolvente der Gleichung

$$f(\lambda) = 0,$$

deren Wurzeln aus dem Ausdruck

$$t = \lambda_i + \mu_k$$

durch Anwendung der sämmtlichen $m!$ Permutationen entsteht.

2) Wenn wir die Gleichung

$$g(\mu) = 0$$

mit ihrer negativen Gleichung

$$g(-\mu) = 0$$

vertauschen wollen, so kann dies so geschehen, dass wir die Coëfficienten b_{ik} durch die Coëfficienten

$$b_{ik}' = -b_{ik}$$
$$(i,k=1,2,\dots,n)$$

ersetzen. Infolgedessen werden die Wurzeln der Gleichung

$$\Psi_1(z) = \begin{vmatrix} A_{11}+B'-z & A_{12} & \dots & A_{1m} \\ A_{21} & A_{22}+B'-z & \dots & A_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ A_{m1} & A_{m2} & \dots & A_{mm}+B'-z \end{vmatrix} = 0,$$

$$z = \lambda_i - \mu_k$$
$$(i=1,2,\dots,m;\quad k=1,2,\dots,n)$$

also die sämmtlichen Differenzen, welche aus den Wurzeln der Gleichungen

$$f(\lambda) = 0$$
$$g(\mu) = 0$$

gebildet werden können. Als interessantes Nebenresultat erwähnen wir, dass die Gleichung

$$\Psi_1(0) = \begin{vmatrix} A_{11} - B & A_{12} & \dots & A_{1m} \\ A_{21} & A_{22} - B & \dots & A_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ A_{m1} & A_{m2} & \dots & A_{mm} - B \end{vmatrix} = 0$$

wo wir B' durch $-B$ ersetzten, sich nur durch das Vorzeichen von der Resultante der beiden Gleichungen

$$f(\lambda) = 0$$
$$g(\mu) = 0$$

unterscheiden kann, wodurch wir auf eine bemerkenswerthe neue Form der Resultante gestossen sind, aus welcher man leicht das BÉZOUT'sche Theorem ableiten kann.

3. Wenn wir wieder voraussetzen, dass die Gleichungen

$$f(\lambda) = 0$$
$$g(\mu) = 0$$

identisch sind, so ist die ganze Function m^2-ten Grades

$$\Psi_2(z) \equiv \begin{vmatrix} A_{11} - A - z & A_{12} & \dots & A_{1m} \\ A_{21} & A_{22} - A - z & \dots & A_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ A_{m1} & A_{m2} & \dots & A_{mm} \end{vmatrix}$$

durch z^m theilbar. Die Gleichung $m(m-1)$-ten Grades

$$\frac{\Psi_2(z)}{z^m} \equiv X(z) = 0$$

giebt uns nun jene Resolvente der Gleichung

$$f(\lambda) = 0,$$

deren Wurzeln sämmtliche Differenzen sind, die aus den Wurzeln

$$\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_m$$

gebildet werden können; der Ausdruck

$$X(0)$$

kann sich von der Discriminante der Gleichung

$$f(\lambda) = 0$$

nur im Vorzeichen unterscheiden.

4. Sei $\Psi_2(z)$ hingeschrieben der folgende Ausdruck:

$$\Psi_2(z) \equiv \begin{vmatrix} \alpha_{11} - z & \alpha_{12} & \dots & \alpha_{1\nu} \\ \alpha_{21} & \alpha_{22} & \dots & \alpha_{2\nu} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \alpha_{\nu 1} & \alpha_{\nu 2} & \dots & \alpha_{\nu\nu} - z \end{vmatrix}_{(\nu = m^2)}$$

und

$$\beta_{ik} = \alpha_{i1}\,\alpha_{1k} + \alpha_{i2}\,\alpha_{2k} + \dots + \alpha_{i\nu}\,\alpha_{\nu k} \qquad \begin{matrix} (i, k = 1, 2, \dots, \nu; \\ \nu = m^2) \end{matrix}$$

so ist die rationale ganze Function $m(m-1)$-ten Grades

$$\Omega(z) = \frac{\begin{vmatrix} \beta_{11} - z & \beta_{12} & \dots & \beta_{1\nu} \\ \beta_{21} & \beta_{22} - z & \dots & \beta_{2\nu} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \beta_{\nu 1} & \beta_{\nu 2} & \dots & \beta_{\nu\nu} - z \end{vmatrix}}{z^m}$$

ein vollständiges Quadrat, und wenn

$$\Omega(z) = \{\omega(z)\}^2,$$

so giebt die Gleichung $\frac{m(m-1)}{2}$-ten Grades

$$\omega(z) = 0$$

in expliciter Form jene von LAGRANGE herrührende Resolventengleichung, deren Wurzeln die Quadrate der Wurzeldifferenzen der Gleichung

$$f(\lambda) = 0$$

sind.

5. Zum Schluss sei mir gestattet, die erörterten Verhältnisse durch ein Beispiel zu illustrieren. Seien

$$f(\lambda) \equiv \begin{vmatrix} a_{11} - \lambda & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} - \lambda \end{vmatrix} \equiv \lambda^2 - (a_{11} + a_{22})\,\lambda + a_{11}\,a_{22} - a_{12}\,a_{21} = 0$$

und

$$g(\mu) \equiv \begin{vmatrix} b_{11}-\mu & b_{12} & b_{13} \\ b_{21} & b_{22}-\mu & b_{23} \\ b_{31} & b_{32} & b_{33}-\mu \end{vmatrix} = 0$$

die gegebenen Gleichungen, dann sind die Wurzeln der Gleichung

$$\Phi(z) \equiv$$

$$\equiv \begin{vmatrix} b_{11}+a_{11}-z & b_{12} & b_{13} & a_{12} & 0 & 0 \\ b_{21} & b_{22}+a_{11}-z & b_{23} & 0 & a_{12} & 0 \\ b_{31} & b_{32} & b_{33}+a_{11}-z & 0 & 0 & a_{12} \\ a_{21} & 0 & 0 & b_{11}+a_{22}-z & b_{12} & b_{13} \\ 0 & a_{21} & 0 & b_{21} & b_{22}+a_{22}-z & b_{23} \\ 0 & 0 & a_{21} & b_{31} & b_{32} & b_{33}+a_{22}-z \end{vmatrix} = 0$$

$$\lambda_1+\mu_1,\ \lambda_1+\mu_2,\ \lambda_1+\mu_3,\ \lambda_2+\mu_1,\ \lambda_2+\mu_2,\ \lambda_2+\mu_3.$$

Wenn wir in Bezug auf die Gleichung $f(\lambda) = 0$ den Ausdruck $\Psi_2(z)$ bilden, so muss derselbe im Sinne unserer allgemeinen Ausführungen durch z^2 theilbar sein. In der That ist

$$\Psi_2(z) \equiv \begin{vmatrix} -z & a_{21} & -a_{12} & 0 \\ a_{12} & a_{22}-a_{11}-z & 0 & -a_{12} \\ -a_{21} & 0 & a_{11}-a_{22}-z & a_{21} \\ 0 & -a_{21} & a_{12} & -z \end{vmatrix} =$$

$$= z^2[z^2 - (a_{11}-a_{22})^2 - 4a_{12}a_{21}],$$

so dass

$$X(z) = \frac{\Psi_2(z)}{z^2} = z^2 - (a_{11}-a_{22})^2 - 4a_{12}a_{21}$$

und hieraus

$$X(0) = -(a_{11}-a_{22})^2 - 4a_{12}a_{21} = 4(a_{11}a_{22} - a_{12}a_{21})^2 - (a_{11}+a_{22})^2,$$

welcher Ausdruck in der That mit der Discriminante der Gleichung

$$f(\lambda) = 0$$

übereinstimmt.

Bemerkung. Meine „Die Theorie der inducierten linearen Substitutionen" betitelte Abhandlung war bereits erschienen (in den Sitzungsberichten der Ungarischen Academie der Wissenschaften Bd. XVI, S. 278), als ich durch ein Referat „Jahrbuch für Fortschritte der Mathematik" erfuhr, dass ein Satz dieser Arbeit, der sich auf die Wurzeln der charakteristischen Gleichung der inducierten Substitutionen bezieht, schon in einer Notiz von F. Franklin „Note on Induced linear Substitutions" enthalten ist, welche im „American Journal of Mathematics" vom Jahre 1894 erschienen war. Indem ich die Priorität Franklin's betreffs der Aufstellung dieses Satzes gern anerkenne, will ich nur noch bemerken, dass die von mir gegebene Ableitung von der Franklin'schen durchaus verschieden ist und über dieselbe hinausgehend als wichtiges Resultat auch noch die Zusammensetzung der Doppelelemente der inducierten Substitutionen aus denjenigen der Inductorsubstitutionen enthält.

15.

JOHANN BOLYAI'S „BEMERKUNGEN UEBER NICOLAUS LOBATSCHEWSKY'S GEOMETRISCHE UNTERSUCHUNGEN ZUR THEORIE DER PARALLELLINIEN".

Ein Bericht erstattet von
JOSEF KÜRSCHÁK in Budapest und PAUL STÄCKEL in Kiel.

Vorgelegt der Ungarischen Akademie in der Sitzung vom 20. Januar 1902.

Einleitung.

Bekanntlich haben LOBATSCHEWSKY's Schriften die verdiente Anerkennung erst gefunden, nachdem im Jahre 1863 in dem fünften Bande des Briefwechsels GAUSS-SCHUMACHER ein Brief GAUSSens vom 28. November 1846 veröffentlicht worden war, in dem der Princeps mathematicorum die *Geometrischen Untersuchungen* vom Jahre 1840 als das meisterhafte Werk eines echten Geometers bezeichnet hatte. Es verdient jedoch bemerkt zu werden, dass schon im Jahre 1851 von anderer Seite auf LOBATSCHEWSKY hingewiesen worden war, freilich ohne Erfolg, nämlich von WOLFGANG BOLYAI, der in seinem *Kurzen Grundriss eines Versuches* (S. 43—47) auf die *Geometrischen Untersuchungen* eingegangen war und ihre wunderbare Uebereinstimmung mit dem 1832 veröffentlichten *Appendix* seines Sohnes JOHANN hervorgehoben hatte; „beiden", sagt er, „ist, da keiner den anderen gesehen hat, dasselbe Original der Wahrheit nach Jahrtausenden erschienen."

Der im Jahre 1899 von FRANZ SCHMIDT und PAUL STÄCKEL herausgegebene Briefwechsel GAUSS-BOLYAI hat gezeigt, dass BOLYAI durch GAUSS von jener Schrift LOBATSCHEWSKY's Kenntniss erhalten hatte. Am 18. Januar 1848 fragt WOLFGANG bei seinem

Jugendfreunde an, was der Titel des russischen mathematischen Werkes sei, welches viel Aehnlichkeit mit dem seinigen habe, und GAUSS antwortet am 20. April 1848: „Die Arbeiten des russischen Geometers stehen grössten Theils in den russischen Denkschriften der Universität Kasan. Ich vermuthe aber, dass Du leichter erhalten kannst die kleine treffliche Schrift: Geometrische Untersuchungen zur Theorie der Parallellinien von NICOLAUS LOBATSCHEWSKY. Berlin 1840 in der Finckeschen Buchhandlung." Hiermit war jedoch nur ein Theil des Räthsels gelöst, es blieb übrig zu ermitteln, was W. BOLYAI veranlasst hatte, bei GAUSS nach dem russischen Mathematiker zu fragen. Einen Anhalt hierfür giebt ein Brief, den er am 10. September 1844 an seinen Sohn JOHANN in Domáld gerichtet hat und von dem ein schlecht erhaltenes Concept in der Bibliothek des Ev. ref. Collegiums zu Maros Vásárhely vorhanden ist. Mittheilungen daraus hat bereits 1898 Herr BEDÖHÁZI in seiner Biographie der beiden BOLYAI gebracht. WOLFGANG schreibt: „In der Zeitung (dem Gesellschafter) erschien MENTOVICH's Unterredung mit GAUSS. GAUSS habe die Arbeit eines (ungenannten) russischen Mathematikers, die er unter den Büchern in der Nähe des Tisches neben dem meinigen hatte, mit der Aeusserung gezeigt, dass sie bis auf [unleserliche Worte] ähnlich ist dem Werke der BOLYAI, obwohl es keiner von dem anderen nehmen konnte."

Der Zeitungsartikel, von dem WOLFGANG spricht, hat den Titel *„Tagebuch-Fragmente"* und befindet sich in der am 30. August 1844 erschienenen Nummer des Klausenburger Journals *Nemzeti Társalkodó* (Nationaler Gesellschafter*). Ehe wir die auf GAUSS bezügliche Stelle mittheilen, möchten wir bemerken, dass FRANZ MENTOVICH (1819—1879) in Nagy-Enyed, Wien und Berlin Mathematik und Physik studiert hat. Auf der Heimreise kam er im September 1843 durch Göttingen, wo er GAUSS besuchte. Später ist er in Nagy-Körös, seit 1856 als Nachfolger WOLF-

* Bei unseren Bemühungen, den von W. BOLYAI erwähnten Zeitungsartikel ausfindig zu machen, hat uns Herr Prof. JOSEF KONCZ in Maros Vásárhely in liebenswürdiger Weise unterstützt, wofür wir ihm auch an dieser Stelle unseren Dank sagen.

GANG BOLYAI's in Maros Vásárhely Professor der Mathematik und Physik gewesen. Die Aufzeichnungen über seine Unterredung mit GAUSS hatte er sogleich am 1. September 1843 in sein Tagebuch eingetragen, sie können daher auf Glaubwürdigkeit Anspruch machen.

MENTOVICH äussert sich nach einer längeren Einleitung folgendermaassen: „Als ich sagte, dass ich ein Siebenbürger sei, fragte er (GAUSS) sogleich mit Interesse, ob ich über seinen Siebenbürger Freund, Professor BOLYAI, nicht neuere Nachrichten habe, als mein Siebenbürger Landsmann, Professor SZÁSZ, der ihn einige Zeit vor mir besucht hatte. Hierauf antwortete ich, dass ich ihm nur mit noch älteren Nachrichten dienen könne, indem ich bereits vor $1^1/_2$ Jahren meine Heimath verlassen hätte. Obwohl diese meine Antwort durchaus nicht zur Fortsetzung des Gespräches über den begonnenen Gegenstand geeignet war, wurde damit der Wortwechsel über unseren BOLYAI bei weitem nicht abgebrochen; es war ersichtlich, dass GAUSS an einem Lieblingsgegenstande festhielt, den man im Gespräche nicht leicht verlässt. 'Wie kann wohl mein Freund gleich mir grau und alt geworden sein! Es wäre mir keine geringe Freude, wenn wir uns noch einmal begegnen könnten, denn im späteren Alter, wenn unsere guten Freunde und Bekannten allmählig aussterben, hängen wir mit gesteigerter Innigkeit an unseren wenigen übriggebliebenen Lieben'. So seufzte der Gelehrte, und es war eine kurze Zeit seinem ganzen Aeusseren ein Nachsinnen über die gemeinsam verlebten Tage der Jugendzeit anzusehen. Bald wieder heiterer geworden, erhob er sich von seinem Sitze und zog ein ganz neu aussehendes Buch hervor, von dem er sagte, dass er es vor einiger Zeit von einem russischen Mathematiker erhalten habe und dass es ihn darum interessiere, weil es in Betreff der darin enthaltenen Ideen genau mit den selbständigen mathematischen Ideen der BOLYAI übereinstimme; gleichwohl sei er überzeugt, dass sie nicht das Geringste von einander wissen und ihre Ideen nicht austauschen konnten, indem die Gegenden, in denen sie wohnen, so weit von einander gelegen sind. 'Diese Arbeit,' fuhr er fort, 'verdient beachtet zu werden, und einem Ungarn kann sie wegen der wunderbaren Verwandtschaft der An-

sichten doppelt interessant sein, da sie in russischer Sprache geschrieben ist.' Aus dieser Aeusserung ersieht man, dass auch GAUSS, obwohl er einen ungarischen Freund hat, dennoch die sehr falsche Ansicht hegt, die übrigens bei den deutschen Gelehrten, welche keine Philologen sind, allgemein verbreitet ist, die ungarische Sprache sei, wie die polnische, slowakische, böhmische u. s. w. ein verwandter Zweig des slavischen Sprachstammes."

„BOLYAI's mathematisches Werk erblickte ich in der kleinen Bibliothek neben GAUSSens Arbeitstisch, wo allem Anschein nach nur von ihm lieberen Schriftstellern verfasste und mehr als Handbücher gebrauchte Werke standen. Aus jedem Worte dieses vorzüglichen Mannes war ersichtlich, dass er unseren BOLYAI nicht nur als seinen Freund verehrt, sondern auch seine wissenschaftlichen Verdienste hochschätzt. Als ich Abschied nahm, trug er mir auf in seinem Namen seinen alten Freund zu grüssen und ihm zu sagen, dass es ihn sehr freuen würde, wenn er über sein Befinden durch einen Brief von ihm selbst das Neueste und Sicherste erführe. Das zu thun versprach ich."

Wie ist es aber gekommen, wird man jetzt fragen, dass WOLFGANG BOLYAI sich erst mehr als drei Jahre später, im Januar 1848, nach dem Titel des russischen mathematischen Werkes erkundigt hat? Wahrscheinlich hat er es zunächst für überflüssig gehalten, sich ein Werk zu verschaffen, das in einer Sprache geschrieben war, die nicht nur ihm selbst, sondern wohl auch allen, an die er sich wenden konnte, unverständlich war. Dass er trotzdem darauf zurückgekommen ist, hat sein Sohn JOHANN veranlasst. In JOHANN's Nachlass befinden sich umfangreiche *„Bemerkungen über NICOLAUS LOBATSCHEWSKY's Geometrische Untersuchungen zur Theorie der Parallellinien"*, über deren Inhalt noch genauer zu berichten sein wird. Am Schlusse erzählt JOHANN, was ihn dazu veranlasst habe, LOBATSCHEWSKY's Werk zu kritisieren. „GAUSS," sagt er, „hat zwar meine Arbeit wiederholt gelobt, wenn auch nur indirect, wie unter anderem mit dem Ausdrucke seiner Ueberraschung. Dennoch ist es nach der Aussage eines ausgezeichneten Landsmannes, der ihn später besuchte, geschehen, dass der bis dahin ruhige und an der Gesellschaft nur

gleichgültig theilnehmende Coloss, als mein Landsmann anfing von den Parallelen zu sprechen, auf einmal mit erheitertem Gesichte und mit feuriger Begeisterung in das Lob von LOBATSCHEWSKY's Werk ausbrach, als einer gediegenen und mit seinen Ansichten übereinstimmenden Arbeit, hingegen sich des Appendix mit Unrecht und zu seiner Schande garnicht erinnern wollte, obwohl er schon früher seine Verwunderung über die sonderbare Uebereinstimmung beider Werke ausgesprochen hatte. Nun habe ich aber bewiesen, dass LOBATSCHEWSKY, wenn er auch besonders von § 35 an, bei der Ableitung der antieuklidischen ebenen Trigonometrie, sich als ein wahrhaft originaler, klassischer Autor zeigt und auf den ersten Blick dem Ziele sehr nahe zu kommen scheint, dennoch sehr weit von dem Resultate des Appendix und des Additamentum am Ende des zweiten Bandes des Tentamen entfernt war."

Dass bei dem Berichte des „ausgezeichneten Landsmannes", dessen Namen festzustellen uns leider noch nicht gelungen ist, ein Missverständniss obgewaltet hat, ist höchst wahrscheinlich, denn Briefe von GAUSS an SCHUMACHER und GERLING aus den Jahren 1848 und 1849 (vgl. Briefwechsel GAUSS-BOLYAI, S. 198—199) zeigen, welch' herzlichen Antheil er noch damals an allem nahm, was seinen Jugendfreund betraf. Dass aber JOHANN, für den bereits GAUSSens Brief vom 6. März 1832 eine grosse, niemals verwundene Enttäuschung gewesen war, sich dadurch aufs heftigste gekränkt fühlte, ist, besonders in Anbetracht seines unglückseligen, reizbaren und misstrauischen Wesens, sehr begreiflich. Gewaltige Stürme müssen damals JOHANN's leidenschaftliche Seele durchtobt haben. Vor dem Jahre 1848 sehen wir ihn, nachdem er 1838 bei der Bewerbung um den Preis der JABLONOWSKY'schen Gesellschaft zu Leipzig eine Niederlage, die zweite und desshalb um so tiefer schmerzende, erlitten hatte, ein Leben in Müssiggang und Ausschweifungen führen. Mit dem Jahre 1848 beginnt eine Zeit intensiver Arbeit. Er will der Welt zeigen, was er zu leisten vermöge, und versucht seine Raumlehre und seine Theorie der imaginären Grössen in ausführlicher Darstellung für den Druck zu bearbeiten; fast alle Aufzeichnungen seines Nachlasses stammen aus der Zeit von 1848 bis 1860. Leider war es zu

spät, die Kraft productiven Schaffens war ihm verloren gegangen, und an die Stelle der kernigen Kürze und Originalität des Appendix trat weitschweifige Ausspinnung alter Gedanken, die es zu keinem Abschlusse kommen liess.

Bevor jedoch JOHANN die Raumlehre und die Theorie der imaginären Grössen wieder vornahm, erleichterte er sein Herz durch eine Kritik der *Geometrischen Untersuchungen* LOBATSCHEWSKY's, die er, wie eine Notiz in seinem Nachlasse zeigt, am 17. October 1848 von seinem Vater erhalten hatte. Das umfangreiche Manuscript seiner *Bemerkungen*, das sich wenigstens Anfangs durch saubere Schrift als eine Redaction früherer Entwürfe erweist, stammt aus dem Ende des Jahres 1850 oder dem Anfange des Jahres 1851, denn es wird darin erwähnt, dass WOLFGANG BOLYAI, der am 9. Februar 1775 geboren war, nahezu 76 Jahre alt sei. Während JOHANN sich für Aufzeichnungen mathematischen Inhalts sonst fast ausschliesslich der deutschen oder lateinischen Sprache bedient, hat er hier seine Muttersprache gewählt, vielleicht weil diese seine Aeusserungen, wie er einmal sagt, nicht für die Oeffentlichkeit bestimmt waren.

Die Lektüre der *Bemerkungen* wird dadurch erschwert, dass JOHANN sich einer besonderen Schrift bedient, nämlich einer dem Charakter der magyarischen Sprache angepassten Modification des lateinischen Alphabetes, die sein Vater erfunden hatte (vergl. *Arithmetika eleje kezdönek*, M. Vásárhely 1850). Dazu kommt, dass er ganz ungewöhnliche, ja zuweilen von ihm selbst oder seinem Vater neu gebildete Worte gebraucht. Die mühsame Aufgabe der Herstellung einer lesbaren Uebertragung hat JOSEF KÜRSCHÁK übernommen, der auch für die Beschaffung des in der vorstehenden Einleitung veröffentlichten Materials thätig gewesen ist, während die Redaction der Abhandlung von PAUL STÄCKEL herrührt.

Von einem vollständigen Abdrucke der *Bemerkungen* glaubten wir absehen zu sollen. Einmal ist JOHANN's Darstellung so breit und an Citaten aus den *Geometrischen Untersuchungen* so reich, dass Kürzungen geboten erschienen. Dann aber finden sich bei ihm ausführliche Nachrichten über die Entdeckung der absoluten Geometrie, die, zum Theil auf Grund fast gleichlautender Aufzeichnungen in deutscher Sprache, bereits an anderer

Stelle* veröffentlicht worden sind. Endlich schien auch eine Wiedergabe der ausführlichen Erörterungen nicht erforderlich, durch die JOHANN mit dem Aufgebote von viel Scharfsinn und nicht ohne Spitzfindigkeit beweisen will, dass in Wahrheit nicht LOBATSCHEWSKY, sondern GAUSS der Verfasser der *Geometrischen Untersuchungen* gewesen sei; denn dass diese Behauptung weiter nichts ist als ein gänzlich unbegründeter Verdacht, das ist für jeden Kundigen selbstverständlich. Wir werden daher im Folgenden nur diejenigen Stücke der *Bemerkungen* ausführlich mittheilen, die als wichtig und neu gelten können, sie aber durch Berichte über die weggelassenen Theile in der Weise verbinden, dass der Leser eine Uebersicht über den Gedankengang des Ganzen erhält.

Bemerkungen über Nicolaus Lobatschewsky's Geometrische Untersuchungen zur Theorie der Parallellinien.

1.

„Wenn auch in diesem merkwürdigen Werke vielfach andere Wege eingeschlagen sind", so beginnt JOHANN seine *Bemerkungen über NICOLAUS LOBATSCHEWSKY's Geometrische Untersuchungen zur Theorie der Parallellinien*, „so gleicht doch der Geist und das Resultat so sehr dem Appendix des im Jahre 1832 zu Maros Vásárhely erschienenen *Tentamen matheseos*, dass man es nicht ohne Verwunderung erblicken kann. War GAUSS nach seiner Aeusserung zuerst durch den Appendix und kürzlich durch das merkwürdige Zusammentreffen des magyarischen und russischen Mathematikers auf das Aeusserste überrascht, so bin ich es nicht weniger."

„Das Wesen der reinen Wahrheit kann zwar in Maros Vásárhely wie in Kamschatka und auf dem Monde, kurz auf der ganzen Welt, nur dasselbe sein; und was ein vernünftiges Wesen erfindet, dessen Erfindung kann auch einem anderen nicht unmöglich sein. Auch pflegt für Geistesproducte wie für Naturproducte — je

* BEDÖHAZI, *A két Bolyai*. Maros Vásárhely 1898, und STÄCKEL, *Die Entdeckung der nichteuklidischen Geometrie durch Johann Bolyai;* diese Berichte. Bd. XVII. Leipzig und Budapest 1901.

nach der Entwickelungsstufe der Menschheit — gewissermaassen ihre Zeit zu kommen; sodass mitunter auf dem Lande und in dem Meere derselbe Gegenstand zu gleicher Zeit untersucht wird und verwandte Ideen erwachen, wie das z. B. im Falle der Differential- und Integralrechnung geschehen ist. Endlich ist dieser Gegenstand an sich gar nicht besonders schwierig und verborgen. Jedoch wenn man bedenkt, wie wenige scharf denkende Mathematiker, selbst unter den besseren, Sinn dafür hatten, dieser Lücke gewahr zu werden und nach ihrer Ausfüllung zu streben, und dass seit Euklides oder gar seit dem Dasein der Menschheit trotz vieler schönen, geistreichen Untersuchungen — unter denen, was Strenge, Klarheit und Tiefe betrifft, unstreitig die diesbezüglichen, unmittelbar dem *Appendix* vorausgehenden Untersuchungen des *Tentamen* den ersten Platz verdienen — in dieser Sache wenigstens öffentlich beinahe garnichts geschehen ist, und dass der übrigens tüchtige ETTINGSHAUSEN nicht einmal den Werth des fertigen *Appendix* begreifen konnte: dann kann man es kaum für wahrscheinlich halten, dass zwei oder gar drei Leute, von einander nichts wissend, fast zu derselben Zeit auf eigenen Wegen die Sache beinahe vollständig erledigt haben sollen."

„Nach diesen Ueberlegungen halte ich den Verdacht nicht für unbegründet — obwohl ich nur ungern diese nicht für die Oeffentlichkeit bestimmte Aeusserung thue — dass LITTROW, als Ehrenmitglied der Kasaner Universität oder vielleicht gar ihr ehemaliger Professor Matheseos, mit LOBATSCHEWSKY in Verbindung sein konnte und ihm das *Tentamen*, das mein Vater an ETTINGSHAUSEN in Wien gesandt hatte, überlieferte*, und LOBATSCHEWSKY, der als unstreitig geistreicher Mann dessen Ziel und Werth erkannte, auch in anderer Weise das Ziel zu erreichen suchte. Für noch wahrscheinlicher aber halte ich, dass der ohnedem an Schätzen so reiche, colossale GAUSS es nicht ertragen konnte, dass ihm jemand in dieser Sache zuvorgekommen sei, und,

* LITTROW (1781—1840) ist in der Zeit von 1810 bis 1816 Professor der Astronomie in Kasan gewesen. Sein Nachlass, dessen Durchsicht Frau Prof. VON LANG in Wien, LITTROW's Enkelin, mit dankenswerter Bereitwilligkeit gestattet hat, zeigt, dass er zwar mit anderen Collegen in Kasan, aber nicht mit LOBATSCHEWSKY selbst in Briefwechsel gestanden hat.

da er dies durchaus nicht mehr verhindern konnte, unter LOBATSCHEWSKY's Namen das Werk selbst bearbeitet hat."

Nachdem JOHANN diese Annahme ausführlich begründet und GAUSS' Verhalten ihm gegenüber scharf kritisiert hat, bemerkt er, dass dem *Appendix* die Priorität zukomme, wenn nicht etwa LOBATSCHEWSKY schon 1829 in seiner Abhandlung im Kasan'schen Boten dieselben Lehren vorgetragen habe. Freilich habe er selber schon im Jahre 1823 das Wesentliche der Sache gefunden, nämlich den Satz des § 29 des *Appendix*, und im Jahre 1826 habe er seinem damaligen Vorgesetzten und früheren Lehrer an der Genie-Academie, dem Genie-Hauptmann WOLTER, einen Entwurf seiner Raumlehre vorgelegt. Von Einfluss auf die Entwickelung seiner Ideen sei sein Verkehr mit KARL SZÁSZ während seiner Studienzeit auf der Academie gewesen, viel verdanke er auch seinem Vater, der seinem Leben die standhaft eingehaltene Hauptrichtung gegeben habe*.

2.

Nach dieser ausführlichen Einleitung wendet sich JOHANN zu der Besprechung der *Geometrischen Untersuchungen*, indem er von § 16 an den Inhalt der weiteren Paragraphen theils wortgetreu, theils mit kleinen Aenderungen wiedergiebt und seine Bemerkungen daran knüpft.

Bei § 22 heisst es: „Es sei bemerkt, dass der Name *Imaginäre Geometrie* so wenig angemessen und zweckmässig ist, wie jener der *Imaginären Grössen*; denn beide Geometrien sind gleich imaginable, und es bleibt ewig unentscheidbar, welche eigentlich die reale ist."

Hinter § 25, mit dem die Lehre von den Parallellinien (die JOHANN Asymptoten nennt) abgeschlossen wird, setzt JOHANN auseinander, wie er in seinem geplanten *Vollständigen Systeme der Raumlehre* diesen Gegenstand vorzutragen gedenke.

„Vorerst § 1 des *Appendix* in drei Theile getrennt, deren erster die Erklärung der Asymptoten enthält".

---

* Vergl. hierüber das Buch von BEDÖHAZI und die schon angeführte Abhandlung von STÄCKEL.

„§ 1. *Wenn* $bn \parallel am$ *und* c *wo immer in* $\widetilde{ma}$ *angenommen wird, so ist* $bn \parallel cm$. Auf das Genaueste bewiesen.

Es kann dann folgen:

§ 2. *Wenn* $bn \parallel am$, *und* c *wo immer in* $\widetilde{bn}$ *angenommen wird, so ist* $cn \parallel am$.

Oder aber dies:

Wenn $bn \parallel am$, *und* c, d *in* $a\widetilde{m}$ *liegen, endlich* $cd = cb$ *und* $ac \curvearrowright \infty$, *so folgt hieraus* $adb \curvearrowright 0$.

Dann:

§ 3. *Wenn* $bn \parallel am$, *so ist auch* $am \parallel bn$."

JOHANN will für diesen Satz den Beweis von LOBATSCHEWSKY benützen und dann die bisherigen Resultate in den Satz § 6 des *Appendix* zusammen fassen. Dann folge:

„*Wenn* $bn \parallel am$ *und* $cp \parallel am$, *so ist* $bn \parallel cp$ *(und* $cp \parallel bn$*)*.

Oder es wird vorausgeschickt:

Ist $bn \parallel am$, *und liegt* c *nicht in der Ebene* $\widetilde{bam}$, *so ist der Schnitt von* mac *und* nbc *auch* $\parallel am$ *und* bn.

Und dann erst folgt des erwähnten Satzes

I. Fall, wenn c nicht in $\widetilde{bam}$ liegt,

II. Fall, wenn c darin liegt.

Dann:

§. *Ist* $bn \parallel \triangleq am$, *bedeutet* c *die Mitte von* ab, *und ist in* bam $cp \perp ab$, *so ist* $am \parallel cp \parallel bn$.

Zu jedem am *giebt es immer ein solches* bn, *dass* $\parallel \triangleq am$ *ist.*

Dies kurz in folgender Weise:

Ist $cp \perp de$, *ist in* $de : cd = ce$, *und ist* $dq \parallel cp \parallel er$, *so hat man* $dq \parallel \triangleq er$.

§. *Ist* $bn \parallel am$ *und* $\widetilde{map} \perp \widetilde{mab}$, *liegen* c *und* p *auf gleicher Seite von* bam *und bilden die Ebenen* cbn *und* nba *einen räumlichen Winkel, der* $< R$ *ist, so schneiden sich* map *und* nbc."

3.

Eine scharfe Kritik übt JOHANN an § 27 der *Geometrischen Untersuchungen.* Wir geben zunächst seine Ausführungen wieder, werden ihnen aber einige Bemerkungen hinzufügen, da JOHANN über das Ziel hinausschiesst und seine Behauptung, LOBATSCHEWSKY

habe „einen groben Fehler begangen", uns nicht berechtigt erscheint.

„Am Anfange des § 27 vergleicht LOBATSCHEWSKY die Seiten des sphärischen Dreiecks mit π, und sagt sie seien $< \pi$. Daraus ersieht man, dass er darunter eine mit den Seiten *gleichartige* Grösse versteht, also entweder eine *Länge*, oder aber ein blosses *Verhältnis*, eine *abstracte Grösse*; ich sage nicht *Zahl*, da dieses Wort auf irrationale Grössen nicht anwendbar ist, ja sogar für Brüche unzweckmässig erscheint, und am besten nur für *ganze* Grössen benutzt wird. Dass er nun π im *letzteren* Sinne, d. h. als blosses Verhältnis, benutzt, das ist aus der Mitte der Seite 28 ersichtlich, wo er von den dortigen sphärischen Dreiecken behauptet, sie seien zusammen gleich π; Längen und Flächen können nämlich nur in diesem Sinne einander gleich sein. Ja! aber sobald man concrete Grössen wie Verhältnisse behandelt, so muss man für sie eine *Maasseinheit* bestimmen. Dann kann man freilich Flächen mit Linien vergleichen. Soll aber zum Beispiel der Flächeninhalt des Parallelogrammes auf F gleich dem Product der Seiten sein, so muss man zur Flächeneinheit jenes Quadrat nehmen, dessen Seite gleich der Längeneinheit ist. Da der Verfasser über dieses alles zu sprechen versäumt hat, so sieht man, dass er π und $2R$ verwechselt und über sie keinen klaren Begriff giebt. Aus seiner Betrachtung folgt aber nur so viel: Versteht man unter einem von zwei halben Hauptkreisen bestimmten zweieckigen Winkel den kleineren der von beiden eingeschlossenen Kugelsectoren, so ist der Flächeninhalt des sphärischen Dreiecks gleich der Hälfte der um die Halbkugel verminderten Winkelsumme. Von Zahlen oder Verhältnissen ist hier noch keine Rede."

JOHANN meint aber, es sei einfacher und einzig richtig, unter dem Winkel, der von zwei Geraden oder mehreren durch einen Punkt gehenden Ebenen gebildet wird, den von diesen begrenzten Theil der Ebene oder des Raumes zu verstehen. „Dann kann bewiesen werden, dass auf jeder überall gleichmässigen Fläche der Flächeninhalt des von drei Hauptlinien begrenzten Dreiecks gleich ist der Winkelsumme weniger $2R$, sagen wir ε, multipliciert mit der zweiten Potenz des Strahles (Radius) jener Fläche. Also ist auf der Kugel, deren Strahl (Radius) gleich dem L-Bogen

der Länge 1 ist, der Flächeninhalt des Dreiecks gleich z, und der Flächeninhalt des ebenen Dreieckes ist (da z negativ und der Strahl gleich $\pm\sqrt{-1}$ ist) ebenfalls gleich dem absoluten Werthe von z"*.

„LOBATSCHEWSKY vergleicht die Winkel schon in § 16 mit π, und da man unter Winkeln nur den zwischen den unendlichen Schenkeln befindlichen unendlichen Theil der Ebene oder aber ein Verhältnis verstehen kann, so ergiebt sich daraus im Verein mit dem Uebrigen, dass er unter jeder Grösse ein Verhältnis versteht. Und er kann dies, wenn er zur Winkeleinheit jenen Winkel wählt, bei dem sich der um den Scheitelpunkt zwischen den Schenkeln beschriebene Kreisbogen zu dem Halbkreise mit gleichem Radius so verhält wie 1 zu dem unabhängig von der Geometrie bestimmten π. Wenn er dann aber meint, dass auf der Kugel in diesem Sinne der *Kugel-Sector* oder *zweieckige Winkel* gleich sei dem bei dem Scheitelpunkt befindlichen Ebenenwinkel, also die Halbkugel gleich π, so ist diese Behauptung theils unbegründet und unbestimmt, theils geradezu falsch. Der Winkel in dem genannten Sinne ist nämlich unabhängig vom Radius. Da nun also der Sector sich mit dem Radius ändert, so fehlt hier augenscheinlich etwas Wichtiges, nämlich die Angabe des Radius jener Kugel, auf welcher der Sector zu nehmen ist. Von diesem Radius lässt sich *erst später* zeigen, wie er zu nehmen ist, und dass es am einfachsten ist, ihn gleich der senkrechten Ordinate des mit i gleichen L-Bogens zu nehmen. Dann kann man aber beweisen, dass nicht der *ganze* Sector, sondern dessen *Hälfte* dem genannten Winkel gleich ist. Also hat LOBATSCHEWSKY hier einen groben Fehler begangen, es sei denn er habe, was man kaum voraussetzen kann, als Kugelradius die senkrechte Ordinate des $2i$ gleichen L-Bogens genommen." —

An einer späteren Stelle ist JOHANN — in Gestalt einer längeren Anmerkung — auf die Winkelmessung zurückgekommen. „Einen Winkel", sagt er, „kann man am directesten dadurch bestimmen, dass man ihn — indem er an sich eine unendliche

* Vergl. hierzu die Abhandlung von STÄCKEL, *Untersuchungen JOHANN BOLYAI's aus der absoluten Geometrie*, die demnächst in diesen Berichten erscheinen wird.

Grösse ist — mit einem anderen Winkel in der Weise vergleicht, dass man ihre Scheitelpunkte zusammenfallen lässt. Auf diese Weise betrachtet man ihn als relative Grösse und vergleicht ihn mit $4R$; der Winkel R, gewöhnlich ein rechter genannt, kann dann mit Recht Haupt-, Grund- oder Viertelwinkel genannt werden. Diese erste *synthetische* oder *directe* Art ist die einfachste."

„Als zweite, aber verwickeltere und tiefere Einsicht benötigende Art bietet sich die folgende. Da F jedenfalls existiert und auf F der Kreisbogen zwischen den Schenkeln eines Winkels ein constantes Verhältnis zu seinem Radius hat, so gebe man dieses Verhältnis an und bestimme daraus das Verhältnis des Winkels zu $4R$, da allein dieses eine klare Vorstellung von der Grösse des Winkels giebt."

„In S ist natürlich auch das eine Bestimmung des Winkels, dass man in der Ebene den Kreisradius und den zwischen den *geraden* Schenkeln enthaltenen Kreisbogen durch Zahlen angiebt. Dies ist aber mit noch mehr Umständlichkeit verbunden, sodass als einzige natürliche, einfache und praktische Art nur die *erste* bleibt."

Was würde LOBATSCHEWSKY auf diese Auseinandersetzungen erwidert haben? Versuchen wir, um die Pflicht der Gerechtigkeit zu erfüllen, seine Vertheidigung zu führen! Allerdings, müsste er zugeben, habe er in den *Geometrischen Untersuchungen*, die er möglichst kurz gestalten wollte, nicht ausdrücklich gesagt, was er unter π verstehe, allein aus S. 9 gehe doch deutlich hervor, dass bei ihm π nur ein Zeichen für $2R$ sein solle. In § 27 aber handle es sich darum, zu zeigen, dass ein dreiseitiger *Körperwinkel* gleich der halben Summe der Flächenwinkel weniger einem Rechten sei, und dafür bedürfe es keineswegs der Angabe des Radius der Kugel; die Halbkugel bedeute hier weiter nichts als einen Ebenenwinkel von $2R$. Das werde bestätigt durch die ausführlichere Darstellung, die er bereits in der Abhandlung vom Jahre 1829 gegeben habe, dort heisse es*: „Die Grösse eines Kreisbogens wird durch dessen Vergleichung mit dem Umfange be-

* ENGEL, N. J. LOBATSCHEWSKY, *Zwei geometrische Abhandlungen*. Leipzig 1898—99. S. 8.

stimmt, von dem der Bogen ein Theil ist. Dieses Verhältnis hängt nicht von der Grösse des Halbmessers ab, sondern von der gegenseitigen Lage der beiden Halbmesser, die durch die Enden des Bogens gehen. Um willkürlich zu lassen, welcher Bogen als Einheit benutzt wird, werden wir den Umfang mit 2π bezeichnen*. Ein so dargestellter Bogen heisst *geradliniger Winkel*, oder Winkel der beiden Geraden, die durch die Enden des Bogens gehen und im Mittelpunkte des Kreises zusammentreffen. Ebenso werden wir mit 2π auch die Kugelfläche bezeichnen, wenn wir die Ausschnitte auf dieser im Vergleich mit ihr bestimmen. Wenn der Ausschnitt durch zwei Ebenen entsteht, die durch den Mittelpunkt gehen, so ist seine Grösse ein *Ebenenwinkel*, bei anderen Ausschnitten ein körperlicher Winkel. Ebenenwinkel und körperliche Winkel hängen nicht von dem Halbmesser der Kugelfläche ab, sondern von der gegenseitigen Lage der Ebenen, die von dem Mittelpunkte der Kugelfläche ausgehen."

Wenn man aber den ungewöhnlichen Gebrauch der Zahl π tadeln will, so ist zu bemerken, dass auch der *Appendix* manche ungewöhnliche Bezeichnung enthält und vielfach verlangt, dass der Leser zwischen den Zeilen liest, z. B. wenn in § 26 ohne jede weitere Erklärung von dem Sinus der Seite eines sphärischen Dreiecks geredet wird.

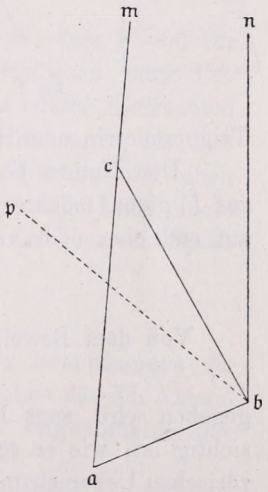


Fig. 1.

4.

Zum Schlusssatze von § 32 bemerkt JOHANN:

„Die Bemerkung, F sei eine Kugel und L ein Kreis von unendlichem Radius, ist in dem Sinne, dass Kugel und Kreis

* In den *Neuen Anfangsgründen* (1836) sagt LOBATSCHEWSKY sogar (ENGEL a. a. O. S. 112): „Die Zahl π nimmt man zuweilen gleich 200 an, häufiger jedoch gleich 180, je nachdem man der neuen decadischen Theilung oder der alten Sechzigtheilung folgt . . . Zuweilen versteht man unter π eine Zahl, die man nur näherungsweise finden kann, und die sich sehr wenig von dem Bruche 355 : 113 unterscheidet."

einen Mittelpunkt haben, falsch. Man kann aber den Begriff von Kugel und Kreis so verallgemeinern, dass darin nicht nur F und L, sondern auch die *Hypersphären* und *Hypercyklen* enthalten sind."*

„Für F und L kann man dies sogar rein geometrisch erreichen, wenn man folgende Definition aufstellt: $\mathfrak{bc}$ *liegt an* $\mathfrak{ac}$, wenn alle Punkte von $\mathfrak{ac}$ auf derselben Seite von $\widetilde{\mathfrak{bc}}$ liegen, jedoch jede Gerade $\mathfrak{bp}$, die durch $\mathfrak{b}$ in $\Lambda\,\mathfrak{abc}$ gezogen wird, $\mathfrak{ac}$ schneidet. Hier können $\mathfrak{ac}$ und $\mathfrak{bc}$ auch unendliche Geraden sein."

„Analytisch kann die Verallgemeinerung nicht nur für F und L, sondern auch für die Hypersphären und Hypercykel dadurch erfolgen, dass man bei den überall gleichmässigen Flächen jene Länge einen Strahl (Radius) nennt, mit der man die auf dieser Fläche gelegenen Dreiecksseiten zu messen hat, damit man die Formeln der sphärischen Trigonometrie unmittelbar anwenden kann."

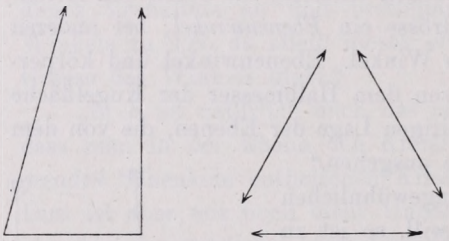


Fig. 2.

„Den Namen *Grenzdreiecke*, den LOBATSCHEWSKY Dreiecken auf F giebt, möchte ich zweckmässiger für ein Paar Asymptoten auf endlicher oder unendlicher Basis gebrauchen."

5.

Von dem Beweise, der in § 33 für die Gleichung

$$s' = se^{-x}$$

gegeben wird, sagt JOHANN mit Recht, dass er „nicht so durchsichtig ist, wie er sein sollte"; auch HOÜEL hat in seiner französischen Uebersetzung der *Geometrischen Untersuchungen* hier eine erläuternde Anmerkung unter dem Texte für erforderlich gehalten. Uebrigens lässt die Herleitung, die LOBATSCHEWSKY im Jahre 1837 in § 117 der *Neuen Anfangsgründe* gegeben hatte, an Klarheit nichts zu wünschen übrig, und nur das Streben nach Kürze

* [Ueber die Definitionen von Hypersphäre und Hypercykel vergleiche die eben angeführte Abhandlung von STÄCKEL.]

hat der Fassung des § 33 geschadet. Aus diesem Streben erklären sich auch verschiedene andere Mängel der *Geometrischen Untersuchungen*, die ohne Zweifel, was die Kunst gedrängter und doch deutlicher Darstellung betrifft, hinter dem Appendix erheblich zurückstehen.

Aber JOHANN hat gegen LOBATSCHEWSKY's Ausführungen noch weitere Einwendungen gemacht.

„Es ist bei LOBATSCHEWSKY ein schlechter Ausdruck, wenn er sagt: e (wie er J bezeichnet) sei eine *unbekannte* Zahl, also nicht einmal Grösse, die der einzigen Bedingung unterworfen sei, dass sie grösser als eins ist*, und er reisst hastig und unvorbereitet, wenn auch nicht unrichtig, die Idee heran, es sei das Einfachste, J gleich der Basis der natürlichen Logarithmen zu setzen, sodass alsdann

$$x = l(X)$$

wird."

„Auch das ist NEWTON'schen Geschmackes, dass $s' = 0$ für $x = \infty$. Es liegt doch im Begriff des Endlosen oder Unendlichen, dass es kein Ende hat, d. h. dass ein letzter *End*zustand unmöglich ist. Vom Unmöglichen aber mehr zu sagen, als dass es *unmöglich* sei, das ist ein Missbrauch des Wortes, und einen solchen Sprachgebrauch würde schon der vernünftige Ungebildete belächeln, um damit zu zeigen, dass er solche Rede nur für Spass und Neckerei hält."

6.

Von besonderem Interesse sind JOHANN's Bemerkungen zu § 35, in dem LOBATSCHEWSKY zeigt, wie man, ohne das XI. Axiom zu benutzen, zu den Formeln der sphärischen Trigonometrie gelangen kann.

„Wie im Appendix dessen § 29 gewiss einer der wesentlichsten Punkte ist, so beginnt hier LOBATSCHEWSKY's bedeutendste Originalität und seine wichtigste Abweichung vom Appendix. Und man muss zugeben, dass sein Werk, besonders von hier an, ein

* Den Ausdruck „unbekannt" hat LOBATSCHEWSKY in seiner Abhandlung vom Jahre 1829 (Engel a. a. O. S. 20) so erklärt: „weil es unbekannt ist, welche Linie bei der Messung der Geraden als Einheit genommen wird."

schöpferisches Genie verrät und dass der Weg, den er befolgt, besonders von hier an, und das Ergebniss, zu dem er geführt wird, ihn ohne Zweifel leicht auf einmal zu den Mathematikern ersten Ranges erheben."

„Seine Hauptidee ist klassisch. Mit feinem Tacte sucht und findet er am richtigen Ort, in einem wohlversteckten Winkel die Wahrheit, und wenn er auch an manchen Stellen langwierig-verwickelt sich abmüht und zurückbleibt hinter der Vollkommenheit, die ich erreichte, so muss man seine Arbeit doch als ein Meisterwerk anerkennen."

„Sein Werk gereicht ihm zu um so grösserer Ehre sowohl darum, weil er bei einem verborgen gewesenen Gegenstand bemerkte, dass er verdiene zu Tage befördert zu werden, als auch darum, weil er das Gebiet des Gegenstandes durch neue Ansichten bereicherte, indem bei wichtigen, besonders aber bei verborgenen Gegenständen eine mehrseitige Beleuchtung immer werthvoll ist, wie auch eine politische oder sociale Wahrheit durch mehrere Beweise und durch Controle gewinnt."

„Um nicht im Finstern herumzutasten wird es gut sein, das Wesen des Zieles, wohin wir streben, zu bezeichnen. Es ist nichts anderes, als die zur vollständigen Darlegung der sphärischen und der ebenen Trigonometrie nöthigen Formeln aufzufinden, und zwar vorerst nur die einfachsten, aus denen die übrigen folgen."

„Es ist bekannt, dass mit Ausnahme einiger Fälle, in denen die trigonometrischen Aufgaben *zweideutig* lösbar sind, aus drei Elementen [Seiten und Winkeln] sowohl das ebene wie auch das sphärische Dreieck vollkommen bestimmt ist, also ein R-iges Dreieck ausser durch R durch zwei Elemente."

„Demnach müssen stets $3 + 1 = 4$ Elemente in jeder zur Lösung von Dreiecken dienenden Formel vorkommen. Es sind also viererlei Formeln zu allen solchen Aufgaben genügend, nämlich die Relationen:

1. zwischen drei Seiten und einem Winkel, $abcA$,
2. zwischen zwei Seiten und den beiden Winkeln, die an einer dieser Seiten liegen, $bcAB$,

3. zwischen zwei Seiten und den gegenüberliegenden Winkeln, $abAB$,

4. zwischen drei Winkeln und einer Seite, $aABC$."

„Die Gleichungen, die wir erhalten werden, enthalten Kreisfunctionen, und wir bemerken schon jetzt, dass eine Zweideutigkeit bei der Auflösung von Dreiecken immer nur daraus entsteht, dass das gesuchte Element nur durch seinen Sinus bestimmt wird."

„Aber gehen wir weiter. Dass zwischen einem Bogen und seinen Kreisfunctionen keine *allgemeine algebraische* Relation bestehen kann, das habe ich — soweit ich weiss und wie ich glaube auf Erden als erster — mit voller Strenge an anderer Stelle bewiesen, wie auch folgende Lehren von ähnlicher Natur: wann man einen Kreis aus einem Quadrat und überhaupt Figuren aus einander zusammenlegen, also ihre Endlich-Gleichheit darlegen kann; dass man irrationale dritte und höhere Wurzeln nicht durch Quadratwurzeln ausdrücken, also nicht geometrisch construieren kann; die algebraische Radicallehre mit einer gründlichen Theorie der algebraischen Gleichungen, durch die vollkommene Ergänzung des scharfsinnigen zehnten Buches von EUKLID. Eine solche Lehre ist auch der strenge Beweis, dass es unmöglich ist, über die Richtigkeit des XI. Axioms zu entscheiden. — Mit dem Gesagten will ich aber nicht behaupten, dass man nicht bei einigen besonderen Bögen, sagen wir bei dem Bogen $\sqrt{2}$, eine algebraische Relation mit dem Sinus finden könne, nicht einmal soviel behaupte ich, dass man π nicht algebraisch ausdrücken könne, da es ja nicht einmal entschieden ist, ob π rational sei oder nicht. Aber das behaupte ich, dass man die oben erwähnten vier trigonometrischen Gleichungen nicht durch algebraische Relationen ausdrücken könne."*

„Untersuchen wir nun, bevor wir noch jene vier Gleichungen kennen, ihren Inhalt und wie weit die eine in den anderen enthalten ist; dabei beschränken wir uns auf das sphärische Dreieck, da dessen Trigonometrie in dem antieuklidischen Raume nicht nur

* [Nachträglich hat JOHANN mit Bleistift hinzugesetzt: „Aber auch das ist fraglich. Adhuc sub iudice lis est." Man wird hiernach auch die vorhergehenden Behauptungen nur als Vermuthungen zu betrachten haben.]

mit der ebenen Trigonometrie übereinstimmt, sondern sich daraus auch die F-Trigonometrie ergiebt, indem man den Radius unendlich wachsen lässt."

„Aus der *ersten* Gleichung [also aus $abcA$] ergiebt sich durch Vertauschung von a und A mit b und B eine ähnliche Gleichung $bacB$ oder $abcB$. Vertauscht man hingegen a und A mit c und C, so gewinnt man $abcC$. Sehen wir nun, was aus zwei solchen Gleichungen folgt. Wenn wir aus $abcA$ und $abcB$ einmal a, ein andermal c eliminieren, so gewinnen wir $bcAB$ und $abAB$. Diese müssen mit der zweiten bez. dritten Gleichung identisch sein, denn sonst könnte man eine Grösse eliminieren und würde eine Gleichung zwischen *drei* Elementen erhalten, was unmöglich ist, da drei Elemente zwischen gewissen Grenzen beliebig gewählt werden können. Aus $bcAB$ fliesst die ähnliche Gleichung $bcAC$, und wenn wir b eliminieren, so erhalten wir $cABC$. Also enthält die erste Gleichung auch die übrigen in sich."

„Aus der *zweiten* Gleichung $bcAB$ fliesst — wie schon gesagt — $cABC$. Diese *vierte* Gleichung unterscheidet sich von der ersten nur dadurch, dass, wo in der einen grosse Buchstaben stehen, in der anderen kleine sind. Also fliessen aus der vierten Gleichung und folglich auch aus der zweiten alle übrigen."

„Nur die Gleichungen $abAB$, $acAC$, $bcBC$ der dritten Art haben die Eigenschaft, dass durch Elimination aus je zweien immer die dritte herauskommt. Man gewinnt also auf diese Weise nie etwas Neues."*

JOHANN betrachtet nunmehr das rechtwinklige Dreieck, bei dem, wenn C ein rechter Winkel ist, nur die 6 Gleichungen abc, abA, acA, acB, aAB, cAB (und die durch Vertauschung der Buchstaben daraus entstehenden) auftreten und untersucht ihre Abhängigkeit von einander. Da er den Umstand übersehen hat, dass in den durch Elimination erhaltenen Relationen zwischen

---

* In verschiedenen Aufzeichnungen hat JOHANN versucht, aus dem Sinussatze $abAB$ die erste Gleichung, und damit alle, zu erhalten, indem er das Dreieck durch eine Transversale in zwei theilt und den Sinussatz auf die Theildreiecke anwendet; die wirkliche Durchführung der Rechnung zeigt aber, dass man auf diese Weise immer nur zu dem Sinussatze für das ursprüngliche Dreieck zurückgelangt.

vier Elementen eins von selbst herausfallen kann, sind seine Deductionen nicht stichhaltig und sollen daher unterdrückt werden.

Nachdem er dann LOBATSCHEWSKY's Herleitung der Gleichungen zwischen den Seiten und Winkeln eines rechtwinkligen sphärischen Dreiecks (G. U. S. 45—50) mit einigen unerheblichen Aenderungen wiedergegeben hat, bemerkt er:

„So mit den Zehen auf Kanten balancierend, bringt LOBATSCHEWSKY wunderbar und geschickt in der Weise der grössten Artisten die Selbständigkeit der sphärischen Trigonometrie heraus."

„Aber *dieser* Theil der Sache kann auch *ohne* alle solche Vorbereitungen auf folgendem Wege erledigt werden. Wenn der Radius der Kugel $\backsim 0$, dann sind auf der Kugel die Verhältnisse entweder dieselben als in Σ oder aber — um mich kurz auszudrücken — sie nähern sich diesen. Nun aber sind diese Verhältnisse bei jedem Radius dieselben, also [kann nur der erste Fall eintreten]."

„Auch der folgende Weg führt zum Ziele. Es ist Σ die Grenze von S für $i \backsim \infty$. Da nun in Σ die bekannten Formeln der sphärischen Trigonometrie bestehen, so kann in S die sphärische Trigonometrie nur so beschaffen sein, dass sie entweder stets mit der in Σ übereinstimmt oder aber wenigstens beim Grenzübergang zu den in Σ gültigen Relationen führt. Da aber im sphärischen Dreieck alle Bestandtheile [auch die Seiten eigentlich] nur Winkel sind, so sind die Formeln der sphärischen Trigonometrie stets dieselben. Folglich kann von beiden Fällen nur der erste gelten."

7.

In § 36 bestimmt LOBATSCHEWSKY die Function $\Pi(x)$ und findet die Gleichung

$$\operatorname{tg} \tfrac{1}{2} \Pi(x) = e^{-x},$$

„wo e jede beliebige Zahl sein kann, die grösser als die Einheit ist, weil $\Pi(x) = 0$ für $x = \infty$". Indem er glaubt, hier den schwachen Punkt in der Stellung seines Feindes gefunden zu haben, führt JOHANN gegen diese zwei Zeilen der *Geometrischen Untersuchungen* einen wuchtigen Angriff. In der That lässt sich nicht leugnen, dass hier ein Mangel vorliegt, der freilich nicht

so gross ist, als es JOHANN behauptet. Da seine Auseinandersetzungen an Klarheit zu wünschen übrig lassen, indem gerade der Kernpunkt nicht mit ausdrücklichen Worten ans Licht gestellt wird, so sei es gestattet, die betreffenden Aufzeichnungen JOHANN's zu unterdrücken und lieber den Sachverhalt in Kürze darzustellen.

In § 33 war gezeigt worden, dass für zwei Grenzbögen s und s' zwischen denselben Axen, die den Abstand x haben, die Gleichung

$$\frac{s'}{s} = e^{-x}$$

gilt, wo „e eine unbekannte Zahl und nur der Bedingung $e > 1$ unterworfen ist." In § 36 beweist LOBATSCHEWSKY, dass der Ausdruck

$$(\cot \tfrac{1}{2} \Pi(x))^{\frac{1}{x}}$$

von x unabhängig, also eine Constante ist; welchen Werth diese Constante habe, bleibt dabei noch ganz unentschieden. Gegen diesen Beweis, den JOHANN mit Recht „versteckt, schwer zu finden, grossartig und brillant" nennt, lässt sich nichts einwenden, allein es ist ein Mangel, dass LOBATSCHEWSKY seine Constante wiederum mit e bezeichnet, denn wenn er auch ausdrücklich sagt, dass „e jede beliebige Zahl sein kann, die grösser als die Einheit ist", so gilt das ebenfalls von der im § 33 auftretenden Zahl e. Dass der russische Geometer selbst ein Gefühl hierfür gehabt hat, zeigt seine 1855 erschienene *Pangéométrie*, dort schreibt er nämlich zuerst (*Oeuvres*, t. II, S. 621):

$$\frac{s'}{s} = E^{-x}$$

und alsdann (S. 633):

$$\operatorname{tg} \tfrac{1}{2} \Pi(x) = e^{-x}$$

und beweist später (S. 643), dass

$$E = e$$

ist; allerdings findet er diese Gleichung gewissermaassen als Nebenergebniss von Rechnungen, die bei der Aufstellung der allgemeinen Gleichung der geraden Linie durchzuführen sind.

Ein Fehler würde bei LOBATSCHEWSKY nur dann vorliegen, wenn er ohne Beweis die Gleichheit der beiden Constanten behauptet oder *gleichzeitig* die beiden Gleichungen

$$\frac{s'}{s} = e^{-x}, \quad \operatorname{tg} \tfrac{1}{2} \Pi(x) = e^{-x}$$

mit demselben Werthe der Constanten e, also etwa beide Male mit e als Basis der NEPER'schen Logarithmen, angewandt hätte. Das ist jedoch, wie man sich leicht überzeugt, nicht der Fall, vielmehr tritt in § 36 allein die zweite Gleichung auf (S. 55 und implicite S. 60—61), dann aber ist es an und für sich gleichgültig, welchen Werth man der Constanten e beilegt, und daher erlaubt, den für die Durchführung der Rechnungen bequemsten Werth zu nehmen.

Hierin liegt wohl auch der Grund, dass LOBATSCHEWSKY, dessen Endziel war, da „der Umfang seiner Arbeiten vielleicht seine Landsleute gehindert habe, dem Gegenstande zu folgen", allein das „Wesentliche seiner Untersuchungen darzulegen", die Frage nach der Beziehung zwischen den beiden in den §§ 33 und 36 auftretenden Constanten nicht erörtert hat, *obwohl ihm ihre Gleichheit sehr wohl bekannt war;* er brauchte diese eben nicht zur Ableitung der Gleichungen zwischen den Seiten und Winkeln eines Dreiecks, deren Aufstellung den Abschluss seiner *Geometrischen Untersuchungen* bilden sollte.

Dass LOBATSCHEWSKY jene Gleichheit 1840 schon kannte, zeigt seine Abhandlung: *Ueber die Anfangsgründe der Geometrie* vom Jahre 1829. Dort leitet er nämlich zuerst die Gleichung für $\Pi(x)$ her (ENGEL, a. a. O. S. 20) und beweist erst später (S. 33), dass alsdann $s' : s = e^{-x}$ ist, „eine Gleichung, die man auch unmittelbar erhalten kann, indem man sich auf die Eigenschaften der Grenzkreise stützt". Hiermit ist augenscheinlich die Herleitung gemeint, die er 1836 in den *Neuen Anfangsgründen* (§ 117, ENGEL, S. 189—190) gegeben und daraus 1840 in die *Geometrischen Untersuchungen* herübergenommen hat*. Hierdurch wird die

* In den *Neuen Anfangsgründen* wird, genau wie in den *Geometrischen Untersuchungen*, die Gleichung für $\Pi(x)$ erst nachher abgeleitet (§ 137, S. 212—214), ohne dass über die Beziehung zwischen den beiden Constanten etwas gesagt würde. Wenn ENGEL in der Anmerkung zu S. 33 (S. 265)

Behauptung JOHANN's, dass der Verfasser dieses Werkes den *Appendix* gekannt haben müsse, in dem die Gleichheit der beiden Constanten bewiesen wird, widerlegt, und damit fällt gleichzeitig die Folgerung, die er daraus zieht, dass nämlich „hier wahrscheinlich eine sowohl moralisch als auch wissenschaftlich makelhafte Sache vorliege". Ebensowenig ist es richtig, dass LOBATSCHEWSKY „zufällig" oder weil er „durch den Appendix irregeführt wurde", darauf gekommen sei, die beiden Constanten einander gleich zu setzen. Es wird daher genügen, von JOHANN's Bemerkungen zu § 36 nur den Beweis für die Gleichheit der beiden Constanten mitzutheilen, der noch heute von Interesse ist*.

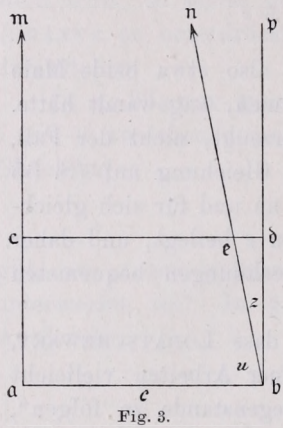


Fig. 3.

Um den unvollendeten Beweis zu ergänzen, „sei $\mathfrak{am} \perp \mathfrak{ab}$, $\mathfrak{bn} \parallel \mathfrak{am}$, dann in der Ebene $\mathfrak{bam}: \mathfrak{bp} \perp \mathfrak{ab}$, $\angle \mathfrak{abn} = u$, $\angle \mathfrak{pbn} = z$, $\mathfrak{ac} = \mathfrak{ab} = c$, $\mathfrak{cd} \perp \mathfrak{bp}$, und $\mathfrak{cd}$ schneide $\mathfrak{bn}$ im Punkte $\mathfrak{e}$. Dann ist:

$$\operatorname{cotg} \tfrac{1}{2} u = \operatorname{cotg} (\tfrac{1}{2} R - \tfrac{1}{2} z) = \frac{1 + \operatorname{tg} \frac{1}{2} z}{1 - \operatorname{tg} \frac{1}{2} z}$$
$$= 1 + 2 \operatorname{tg} \tfrac{1}{2} z + w,$$

wo w [sogar im Verhältnisse zu z] sich der 0 nähert, wenn $c \rightsquigarrow 0$."

„Andererseits ist dann [nach § 23 des Appendix]

---

bemerkt, „in § 137 zeige sich, dass diese Wahl der Längeneinheit mit der früher getroffenen übereinstimme", so beruht das, wie er selbst zugesteht, auf einem Irrthume.

* Ein einfacher Beweis der Gleichheit ist bereits von F. ENGEL in der Abhandlung: *Zur nichteuklidischen Geometrie* (Berichte, Leipzig 1898, S. 188—190) gegeben worden; ENGEL zeigt sogar, wie man ohne weitere Grenzübergänge von der Gleichung $s' = s \cdot e^{-x}$ unmittelbar zu der Gleichung

$$\operatorname{tg} \tfrac{1}{2} \Pi(x) = e^{-x}$$

gelangen kann. Der Beweis JOHANN BOLYAI's setzt dagegen die Gleichung $(\operatorname{cotg} \frac{1}{2} \Pi(x))^{\frac{1}{x}} = \text{const.}$ schon als bewiesen voraus.

$$C \overset{\circ}{=} \frac{\mathfrak{ab}}{\mathfrak{ce}}*,$$

d. h.

$$\frac{1}{C}\frac{\mathfrak{ab}}{\mathfrak{ce}} \backsim 1.$$

Es ist aber $\mathfrak{ce} = \mathfrak{cd} - \mathfrak{ed}$, und nach § 27 des Appendix:

$$\frac{\mathfrak{cd}}{\mathfrak{ab}} : \frac{1}{\sin u} \backsim 1, \qquad \frac{\mathfrak{ac}}{\mathfrak{bd}} \backsim 1,$$

und nach einem unabhängig von der fraglichen Gleichung beweisbaren Satze werden sich auf jeder Fläche in einem Dreiecke, das $\backsim 0$, die Verhältnisse der Elemente allmählich jenen in F nähern. Also ist

$$\frac{\mathfrak{de}}{c} \backsim \operatorname{tg} z,$$

und man hat:

$$\frac{\mathfrak{de}}{c \operatorname{tg} z} \backsim 1, \qquad \frac{\mathfrak{de}}{cz} \backsim 1.$$

Daraus folgt, um die einzelnen Punkte des Beweises nur kurz zu erwähnen:

$$\mathfrak{cd} \overset{\circ}{=} \frac{c}{\sin u}, \qquad \mathfrak{de} \overset{\circ}{=} cz, \qquad \mathfrak{ce} \overset{\circ}{=} \frac{c}{\sin u} - cz,$$

$$\frac{c}{\frac{c}{\sin u} - cz} = \frac{\sin u}{1 - z \sin u} \overset{\circ}{=} C \overset{\circ}{=} \frac{\cos z}{1 - z \cos z} = \frac{1 - \frac{1}{2}z^2 + \cdots}{1 - z + \cdots}$$

$$= 1 + z + \tfrac{1}{2}z^2 + \cdots.$$

Hieraus ist [wenn man $\operatorname{tg} \frac{1}{2}\Pi(c) = \mathfrak{C}$ setzt]:

$$\frac{\log \text{nat } C}{\log \text{nat } \mathfrak{C}} = 1$$

und damit

$$\operatorname{tg}\left(\tfrac{1}{2}\Pi(c)\right) = C$$

wirklich bewiesen, nicht nur im Traume."

8.

Auch an dem Schlussparagraphen der *Geometrischen Untersuchungen*, § 37, hat JOHANN verschiedene Ausstellungen zu machen. Er tadelt, dass der Uebergang von der imaginären zur gewöhnlichen Geometrie „leichtsinnig und oberflächlich" gemacht

* [Das Zeichen $\overset{\circ}{=}$ bedeutet, dass die linke Seite der rechten gleich wird, wenn $c \backsim 0$ ist.]

werde, und vermisst die wichtigen Bemerkungen, dass „die Verhältnisse in der ebenen Trigonometrie von S auch dann denen in Σ sich nähern, wenn $i \backsim \infty$", dass „die S-Geometrie, wenn man für den Fall von Σ die $i \backsim \infty$ entsprechenden Grenzwerthe nimmt, als Grenze auch Σ in sich enthält, sodass Σ *in diesem Sinne* — wenn auch ohne festen Grund gebaut — doch selbständig und unabhängig richtig ist", und dass, wenn „man das $\backsim 0$-seitige Dreieck mit dem endlichen F-Dreieck vergleicht, durch Grenzübergang aus der ebenen Trigonometrie auch jene von F erhalten werden kann." In der That ist es ein wichtiger Vorzug des Appendix, dass die Formeln der Trigonometrie die Constante i enthalten, sodass man, in der modernen Ausdrucksweise, das Krümmungsmaass des Raumes variieren kann, während diese Formeln bei LOBATSCHEWSKY abgeleitet werden, indem von vornherein $i = 1$ gesetzt wird.

Von grösserer Bedeutung ist die Kritik des Ausspruches LOBATSCHEWSKY's, dass die gewonnenen Formeln der ebenen Trigonometrie 'für sich selbst schon eine hinreichende Grundlage gewähren, um die Voraussetzungen der imaginären Geometrie als möglich anzusehen'. „Um dies behaupten zu können", bemerkt JOHANN, „dazu wäre ein strenger Beweis nothwendig, den ich in aller mathematischer Strenge führen werde, um jeden Zweifel, jede Unklarheit und jeden eitlen Hoffnungsstrahl auf ewig zu entfernen". Wenn er hiermit gemeint hat, dass aus der Widerspruchslosigkeit der Formeln der ebenen Trigonometrie noch nicht folge, dass das XI. Axiom nicht durch *räumliche* Constructionen bewiesen werden könne, so ist dieser Einwand ohne Zweifel berechtigt. In der That hat JOHANN's Nachlass gezeigt, dass er hier über LOBATSCHEWSKY's Standpunkt hinausgekommen ist, ohne dass ihm freilich die wirkliche Durchführung des „strengen Beweises" geglückt wäre*.

Weiter erklärt LOBATSCHEWSKY, dass es demnach kein anderes Mittel gebe, um über die Genauigkeit zu urtheilen, die den Berechnungen der gewöhnlichen Geometrie zukomme, als die astro-

* Ausführliche Angaben findet man in der schon erwähnten Abhandlung von STÄCKEL.

nomischen Beobachtungen zu Hülfe zu nehmen; aus diesen folge aber, wie er in einer seiner Abhandlungen gezeigt habe, dass 'in Dreiecken, deren Seiten unseren Ausmessungen zugänglich sind, die Summe der drei Winkel noch nicht um den hundertsten Theil einer Secunde von zwei Rechten verschieden ist'. In Wirklichkeit folgt sogar, da ein Rechenfehler vorliegt, dass die Abweichung weniger als ein hunderttausendstel einer Secunde beträgt.

Ueber die Frage der *praktischen Entscheidung* äussert sich JOHANN folgendermaassen: „Unser Auge ist unser edelstes und schärfstes Wahrnehmungsorgan. Jedoch wird sich jeder Beobachter, besonders wegen der atmosphärischen Strahlenbrechung, über den Ort des Gegenstandes irren, wenn er nicht diesen Fehler mit Hülfe diesbezüglicher Untersuchungen zu vermeiden strebt. Denn seien auch unsere Instrumente noch so fest, und mögen wir auch mit der grössten Sorgfalt messen und von wie immer Grossem zu dem Kleineren übergehen: so kann trotzdem niemand versichern, dass zwei von der Natur oder künstlich erzeugte Gegenstände ihre Lage gegeneinander nicht, etwa durch ein Erdbeben, merklich änderten. Jedoch können wir uns durch controlierende Messungen über die genügende Genauigkeit beruhigen. Die Aberration des Lichtes wird nur für das Licht der Himmelskörper eintreten."

„Weil beim Uebergange vom Kleineren zum Grösseren sich die Fehler ansammeln, hingegen beim Uebergange vom Grösseren zum Kleineren weniger bemerkbar werden, so nehmen wir ein möglichst grosses, wenigstens ungefähr zugängliches (um mindestens eine Centrierung benutzen zu können) und vom gleichseitigen nicht sehr verschiedenes Dreieck, dessen Spitzen möglichst hohe Berge mit weiter Aussicht bilden, und messen dessen Seiten und Winkel mit dem besten, freilich auch theuersten und complicirtesten Apparate, mit dem Multiplicationstheodoliten oder gar mit dem Multiplicationskreise von REICHENBACH." Welches ist die grösste Genauigkeit, die wir erhoffen können?

„Setzen wir den Erdradius, um nur ungefähr zu rechnen, auf 1000 geographische Meilen und die Höhe des *Dhvalagiri* auf eine Meile, so ist die Tangente von hier an die Erdkugel

$$\sqrt{1001^2 - 1000^2} = \sqrt{2001} = 44{,}7 \text{ Meilen.}$$

Also ist die grösste Entfernung auf Erden, von deren einem Ende zum andern gesehen werden kann, höchstens etwa 45 Meilen; aber sie wird wegen der localen Hindernisse kaum mehr als 30 Meilen sein. Bei den katastralischen Messungen in Oesterreich war die grösste Seite des gewonnenen Dreiecks $6\frac{1}{2}$ Meilen. Auch darf man nicht vergessen, dass bei grösserer Entfernung mehr Gelegenheit zu atmosphärischer Strahlenbrechung vorhanden ist; wenn man also durch grosse Entfernungen auch etwas gewinnt, so werden dadurch in anderer Hinsicht unberechenbare Zweifel entstehen."

„Nunmehr setzen wir voraus, dass, wie bei der österreichischen Feldmessung, die Längen und Längenunterschiede der Messruthen bis auf $\frac{1}{100000}$ alte Pariser Klafter bestimmt werden."

„Mit dem HERSCHEL'schen Fernrohre kann man die Theile des ungefähr 51000 Meilen von der Erde entfernten Mondes so sehen, als wären sie 17 Meilen entfernt, d. h. mit 3000facher Vergrösserung. Im Vergleich hierzu könnte das Rosshaar, das man mit blossem Auge auf 10 Klafter sieht, noch auf 30000 Klafter, also $7\frac{1}{2}$ Meile gesehen werden. Da nun der Kreis mit einem solchen Durchmesser einen Umfang von

$$\tfrac{22}{7} \times 30000 \times 100000\, p = \tfrac{66}{7} \text{ tausendmillionen } p,$$

also ungefähr zehntausendmillionen p hat, wo

$$p = \tfrac{1}{100000} \text{ Klafter,}$$

und da der Kreisumfang aus

$$360 \times 60^2 = 1296000 \text{ Secunden}$$

besteht, so ist die erreichbare Genauigkeit höchstens

$$\frac{1296000}{10000000000},$$

also ungefähr $\frac{1}{8}$ Secunde*, und wenn statt $7\frac{1}{2}$ Meilen 30 Meilen genommen werden, so wird die Genauigkeit erst $\frac{1}{32}$ Sec. Aber nehmen wir an, dass man mit der Zeit durch noch schärfere Fernröhre $\frac{1}{100}$ Sec. erreichen könne."

* [Das richtige Resultat ist $\frac{1}{8003}$ Secunde.]

„Wenn wir aber auch die Winkel und damit die Winkelsumme möglichst genau abmessen und genau $2R$ bekommen, wer kann nun versichern, dass die atmosphärische Strahlenbrechung keine erheblichen Fehler verursacht? Umgekehrt, wenn, sagen wir um 16 Minuten, weniger gefunden wird — ein Unterschied, den bei der Entfernung von 30 Meilen schon eine Declination von 1 Klafter verursachen kann — wer kann dann behaupten, dass ein *solches*, oder dass überhaupt *irgend* ein S richtig sei und nicht Σ? Ja es kann sogar bei den Messungen das ganz naturwidrige Resultat herauskommen, dass die Summe $> R$."

„Mithin kann durch irdische Messungen nicht entschieden werden, ob Σ oder irgend ein S gilt."

Man könnte dazu aber den Unterschied benutzen, der in unseren Rechnungen eintritt, wenn wir den Ort der Himmelskörper einmal unter der Voraussetzung berechnen, „dass die Winkelsumme des Dreiecks gleich $2R$ und die Anziehungskraft zweier Körper *immer* in umgekehrtem Verhältnisse mit der Kugeloberfläche sei, deren gerader Radius die Entfernung der beiden Körper ist" und dann die Rechnung für „immer grössere Abweichungen von $2R$" wiederholt. „Wenn so, um die schönen Worte meines Vaters zu gebrauchen, die Zeit ihrem ewigen Verwandten, dem Raume, zu Hülfe kommt*, so kann man sich überzeugen, dass man mit einer im ganzen Gebiete unserer praktischen Untersuchungen ausreichenden Genauigkeit Σ annehmen kann, aber freilich nie mit theoretischer Genauigkeit. Also — denn nur auf diesem Wege konnte LOBATSCHEWSKY zum Ziele kommen — wenn man im grössten irdischen Dreieck die Winkelsumme $= 2R - \frac{1}{100}$ Sec. setzt und dann die bis dahin beobachtete Uebereinstimmung der wirklichen und der berechneten Bewegung der Himmelskörper aufhört und der Widerspruch mit dem Unterschiede von $2R$ eine Weile wächst, so kann man daraus mit Recht schliessen, dass in dem genannten Dreieck die Winkelsumme weniger als $^1/_{100}$ Sec. von $2R$ verschieden ist. Wenigstens ist dies so lange berechtigt, bis die gewonnenen Ergebnisse nicht durch Verbesserung der optischen Instrumente geändert werden."

* [*Tentamen*, t. I, S. 489: *tempus ab aeterno connata spatii soror ei auxilio venit.*]

Den Schluss der *Geometrischen Untersuchungen* bildet die Bemerkung, dass 'die Gleichungen der ebenen Trigonometrie in die Gleichungen für sphärische Dreiecke übergehen, wenn man statt der Seiten a, b, c setzt $a\sqrt{-1}$, $b\sqrt{-1}$, $c\sqrt{-1}$.' Denn alsdann müsse man

$$\sin \Pi(a) \text{ durch } \frac{1}{\cos a}, \quad \cos \Pi(a) \text{ durch } \sqrt{-1}.\ \operatorname{tg} a,$$

$$\operatorname{tg} \Pi(a) \text{ durch } \frac{1}{\sqrt{-1}\sin a}$$

ersetzen und auf ähnliche Weise auch bei den Seiten b und c verfahren. Dies ins Reine zu bringen hat LOBATSCHEWSKY allerdings dem Scharfsinn des Lesers überlassen, und insofern darf seine Darstellung als zu knapp bemängelt werden, allein einen Fehler, wie JOHANN meint, hat er damit nicht begangen.

Von erheblicherer Bedeutung ist es, wenn JOHANN sagt, dass LOBATSCHEWSKY nur „wahrgenommen" habe, dass durch Einsetzung „von $\frac{1}{\cos a}$ für $\sin \Pi(a)$" die Formeln der ebenen Trigonometrie in die der sphärischen übergehen, und dass ihm die „tiefere Einsicht zu ermangeln scheine". In der That war JOHANN hier dem Wesen der Sache näher gekommen, ohne freilich ganz durchzudringen, nämlich den Zusammenhang zwischen der absoluten Geometrie und der Geometrie der geodätischen Linien auf den Flächen constanten negativen Krümmungsmaasses zu erkennen*.

Jene „tiefere Einsicht" hat JOHANN mit folgenden Worten formuliert:

„Wie man [in den Formeln der sphärischen Trigonometrie] die Seiten des Dreiecks durch jenen L-Bogen theilen muss, dessen senkrechte Ordinate gleich dem *geraden* Radius jener Kugel ist, ebenso muss man in der Ebene, um jene Formeln anwenden zu können, die Seitenlängen mit $i\sqrt{-1}$ getheilt einsetzen. Ist also der Kugelradius so gross, wie die Ordinate des L-Bogens, der gleich einer beliebig gewählten Einheit ist, so kann man mit den Seiten selbst rechnen. In diesem Sinne kann man sagen, die

* Genauere Angaben über JOHANN's diesbezügliche Untersuchungen findet man in der schon erwähnten Abhandlung von STÄCKEL.

Ebene sei eine Hypersphäre vom L-förmigen Radius $i\sqrt{-1}$ oder einem geraden Radius

$$a = \tfrac{1}{2}\pi i\sqrt{-1} + 2m\pi i,$$

wo m eine beliebige ganze Zahl bedeutet." Dass beide Ausdrucksweisen dasselbe besagen, „erhellt aus der in § 30 des Appendix enthaltenen und auch mit Hülfe der Integralrechnung leicht beweisbaren Gleichung

$$z = i \operatorname{cotg} u$$

und der Gleichung

$$z = \sqrt{-1} \sin \frac{a}{i\sqrt{-1}},$$

die aus der obigen Formel

$$\operatorname{tg} u = \frac{1}{\sqrt{-1} \sin \dfrac{a}{i\sqrt{-1}}}$$

fliesst."

„Da die imaginären L-förmigen oder geraden Radien bisher noch nirgends definiert waren, so können diese Ausdrücke nicht missverstanden werden."

„Das Gesagte kann man auch leicht auf die zur Ebene äquidistanten Flächen ausdehnen, und man gewinnt so eines der schönsten, wichtigsten und interessantesten Resultate in der ganzen Geometrie und überhaupt im ganzen Bereiche des Denkens."

Die Einsicht, dass in der Ebene die Hypercykeln zu dem Systeme der Kreise, Grenzkreise und Geraden, im Raume die Hypersphären zu dem Systeme der Kugeln, Grenzkugeln und Ebenen gehören und dass die Geometrie auf den Hypersphären mit der absoluten Geometrie der Ebene im wesentlichen identisch ist, scheint JOHANN BOLYAI eigentümlich zu sein, denn bei LOBATSCHEWSKY findet sich nur ein einziges Mal die Linie der Punkte gleichen Abstandes von einer Geraden erwähnt (*Ueber die Anfangsgründe* 1829, ENGEL a. a. O. S. 34).

16.

UNTERSUCHUNGEN AUS DER ABSOLUTEN GEOMETRIE.

Aus Johann Bolyai's Nachlass
herausgegeben von PAUL STÄCKEL, Professor an der Universität Kiel,
auswärtigem Mitgliede der Ungarischen Akademie der Wissenschaften.

Der Akademie vorgelegt in der Sitzung vom 18. November 1901.

Einleitung.

„Alle uns subjectiv möglichen Systeme allgemein umfassend," sagt Wolfgang Bolyai*, „hat der *Verfasser des Appendix* mit einzigartigem Scharfsinn eine für jeden Fall unbedingt wahre Geometrie aufgestellt; freilich enthält der Appendix dieses Bandes aus der grossen Menge nur das Allernothwendigste, und es ist der Kürze wegen Vieles fortgelassen worden, z. B. die allgemeine Auflösung des Tetraeders und mehrere andere elegante Untersuchungen." Dass Johann über das im Appendix Gegebene hinausgegangen war, berichtet Wolfgang auch in dem Briefe an Gauss vom 20. April 1835: „Am Ende des zweiten Bandes ist, nebst der Erleuchtung mancher im ersten gegebenen Begriffe, auch eine gewisse Einigkeit beider Trigonometrien**, nach dem Gedanken meines Sohnes. Gern hätte ich auch die Auflösung des Tetraeders drucken lassen, welche mein Sohn noch ein Jahr vor der Herausgabe des Appendix fand: aber die Formeln, die ich sah, waren zu verwickelt, und ich weiss sie nicht. Und über alles hätte ich den Beweis davon drucken lassen, dass es absolut unmöglich sei dem menschlichen Auge es einzusehen, ob das

* Tentamen, t. I, Maros Vásárhely 1832, S. 489—490.

** Tentamen, t. II, Maros Vásárhely 1833, S. 380—383.

XI. Axiom wahr sei oder nicht: mein Sohn behauptet den evidenten Beweis davon zu haben."*

Aus diesen Aeusserungen geht hervor, dass JOHANN BOLYAI sich in der Zeit von 1830 bis 1835 mit der Beantwortung der folgenden drei Fragen beschäftigt hat:

1. In welchem Zusammenhange steht die absolute Trigonometrie mit der sphärischen Trigonometrie?

2. Lässt sich in aller Strenge beweisen, dass es unmöglich ist, das elfte Euklidische Axiom aus den übrigen Axiomen herzuleiten?

3. Welches Volumen hat in der absoluten Geometrie ein von vier Ebenen begrenztes Raumstück?

Von den Aufzeichnungen, die JOHANN hierüber in der Zeit von 1830 bis 1835 gemacht hat, habe ich trotz sorgfältiger Nachforschungen in seinem Nachlasse, den mir das Ev.-ref. Collegium zu Maros Vásárhely mit dankenswerther Bereitwilligkeit zugänglich gemacht hat, nur wenige Blätter finden können. Eine werthvolle Ergänzung sind daher Bemerkungen, die JOHANN in Aufzeichnungen aus den letzten Jahren seines Lebens (1851 bis 1860) über seine „ältesten Ideen" gemacht hat; freilich sind sie nur mit Vorsicht zu benutzen.

In den drei Abschnitten dieser Abhandlung findet man der Reihe nach zusammengestellt, was sich über JOHANN's Untersuchungen in Betreff jener drei Fragen aus der absoluten Geometrie hat ermitteln lassen. Die wichtigsten Notizen sind dabei in extenso wiedergegeben worden, die minder wichtigen auszugsweise. Dass aus unfertigen Entwürfen mit zahlreichen Wiederholungen, Einschaltungen (zum Theil auf beigelegten Zetteln), Aenderungen, Streichungen erst ein lesbarer Text gestaltet werden musste, möge ausdrücklich festgestellt und dabei versichert werden, dass Nichts, was irgendwie erheblich schien, weggelassen worden ist (vergl. auch meine Abhandlungen: *Johann Bolyais Theorie der imaginären Grössen* und *Die Entdeckung der nichteuklidischen Geometrie durch Johann Bolyai*, diese Berichte Bd. XVI (1899) und Bd. XVII (1901)).

---

* Briefwechsel GAUSS-BOLYAI. Leipzig 1899. S. 115—116.

I. Abschnitt.

Sphärische und hypersphärische Trigonometrie.

Unter den Nachträgen, die WOLFGANG BOLYAI dem zweiten Bande des *Tentamen* beigefügt hat, findet sich auch (S. 380—383) ein Zusatz zu dem Appendix des ersten Bandes.

„Endlich sei es erlaubt", beginnt WOLFGANG, „als Zugabe etwas beizufügen, was von dem Verfasser des *Appendix* des früheren Bandes herrührt; der allerdings entschuldigen möge, wenn ich etwas nicht so scharf wie er aufgefasst habe ... Die Sache lässt sich in wenigen Worten so darstellen: *Die Formeln der sphärischen Trigonometrie* (die in dem genannten Appendix unabhängig vom XI. Euklidischen Axiom bewiesen worden sind) *stimmen mit den Formeln der ebenen Trigonometrie überein, wenn man* (auf eine sogleich zu erklärende Art) *die Seiten eines sphärischen Dreiecks als reell, die eines geradlinigen aber als imaginär ansieht*, sodass die Ebene hinsichtlich der trigonometrischen Formeln als imaginäre Kugel angesehen werden darf, wenn man als die reelle Kugel diejenige annimmt, in der $R = 1$ ist." Es folgt eine ausführliche Begründung dieser Behauptung, deren Wiedergabe hier nicht erforderlich erscheint.

In Aufzeichnungen, die noch aus der Zeit vor dem Erscheinen des zweiten Bandes stammen, berichtet JOHANN, dass er seinen Vater „nach vollendetem Drucke (des Appendix) schriftlich aus Lemberg* darauf aufmerksam gemacht [habe], dass, wenn man sämmtliche Seiten des geradlinigen Dreiecks, auf i als Einheit der Länge bezogen**, als ebenso grosse imaginäre Grösse ansieht, alle Relationen in geradlinigen Dreiecken denen in Kugeldreiecken vollkommen analog seien, z. B. in einem rechtwinkeligen Dreieck, worin a, b Katheten, c Hypotenuse ist, wenn das Dreieck sphärisch ist:

$$\cos c = \cos a \cdot \cos b,$$

* Der Appendix ist Anfang 1831 gedruckt worden. JOHANN war 1831 nach Lemberg versetzt worden, wo er bis zum 5. Mai 1832 geblieben ist; dann kam er nach Olmütz.

** Vergl. § 30 des *Appendix*, dessen Kenntnis zum Verständnis des Folgenden erforderlich ist.

und also, wenn es geradlinig ist:

$$\cos \dotplus c = \cos \dotplus a \cdot \cos \dotplus b.$$

Und so werden die beiden Trigonometrien höchst einfach in eine zusammengezogen. Und ich bedauere es doch, es nicht wenigstens angezeigt zu haben, da es jeder sogleich bemerken muss. Es war mir auch, seit ich diese Formeln zuerst fand, keineswegs entgangen, allein damals nur vorzüglich die Materie der Parallelen als Hauptsache im Auge haltend und die allgemeine Unvollkommenheit und Unbegreiflichkeit der Lehre von den imaginären Grössen erwägend, konnte ich mich — ungeachtet des Versuches, diese Idee nicht fallen zu lassen — nicht entschliessen, eine so unvollkommene Lehre, als die Imaginäre bis dahin war, aufzunehmen, und, da die damals durch die Umstände gebotene Kürze nicht erlaubte, sich darauf einzulassen, so beschloss ich, obschon sehr ungern, es auf eine andere Gelegenheit aufzusparen."

Eine solche Gelegenheit bot sich im Jahre 1837, als JOHANN, durch eine von der Fürstlich JABLONOWSKI'schen Gesellschaft zu Leipzig gestellte Preisaufgabe veranlasst, seine „im Wesentlichen im Jahre 1831 ausgedachte" Theorie der imaginären Grössen ausarbeitete. In § 9 seiner *Responsio* heisst es:

„In dem Anhange des ersten Theiles des Werkes: *Tentamen* ... werden die Formeln der ebenen Trigonometrie für den Fall gegeben, dass der Lehrsatz, den EUKLID (nach dem Urtheil aller scharfsinnigeren Geometer) irrthümlich unter der Form des XI. *Axioms* aufgeführt hat, falsch sein sollte (nachdem vorher die Raumlehre unabhängig von dem genannten Axiome aufgebaut worden ist). Ohne Mühe folgt aus diesen Formeln, dass

$$\sin \dotplus \frac{a}{i} = \sin \alpha \cdot \sin \dotplus \frac{c}{i},$$

$$\cos \dotplus \frac{c}{i} = \cos \dotplus \frac{a}{i} \cdot \cos \dotplus \frac{b}{i}$$

ist, wenn a, b, c die Katheten und die Hypotenuse, α den der Kathete a gegenüberliegenden Winkel bezeichnet, und endlich i eine gewisse Gerade, die eben daselbst erklärt wird (und die bei der vorliegenden Annahme an und für sich bestimmt ist); aus diesen *beiden* Gleichungen ergeben sich alle übrigen der ebenen

Trigonometrie. Die Betrachtung dieser Gleichungen zeigt, dass die rechtwinkligen ebenen Dreiecke und daher die ganze Ebene sowie die von ihr gleichweit abstehenden Flächen, die ich, ebenfalls auf diese Theorie verfallend, schon vor vielen Jahren *hypersphärische Flächen* genannt habe*, genau auf dieselbe Art wie die Kugelfläche in der Rechnung behandelt werden können. Nennt man dabei diejenige Grösse r, durch die die Seiten eines [rechtwinkligen]** Dreiecks auf einer gewissen, überall gleichförmigen Fläche zu theilen sind, damit man

$$\cos\frac{c}{r} = \cos\frac{a}{r}\cdot\cos\frac{b}{r}$$

setzen darf, z. B. den *Parameter* der Fläche, so werden die Parameter der Kugelflächen *reelle*, die Parameter der von der Ebene gleich weit abstehenden Flächen *imaginäre* Grössen (d. i. Grössen, die wirklich existieren, aber mit den Zeichen $+$, $-$ behaftet sind); der Parameter der Ebene wird $-i$ (oder ebensogut $+i$).“

„Man kann die Sache jedoch auch anders auffassen. Man könnte die Ebene als zum Parameter i gehörend betrachten und die *Geraden*, die in der Ebene an die Stelle der Bogen der grössten Kreise treten, *selbst als imaginäre Bogen* in Bezug auf den Parameter i ansehen; auf diese Art entsprechen jedoch (wie sich zeigen lässt) den Parametern, die kleiner als i sind, keine solchen gleichförmigen Flächen, deren Bogen, zu dem soeben angegebenen Zwecke, als imaginär angesehen werden dürfen.“

Auf einem Zettel, der dem Entwurfe der *Responsio* beigelegt ist, findet sich eine ausführlichere Fassung des § 9, die ich, ebenfalls in deutscher Uebersetzung, hier wiedergeben möchte.

„Es darf jedoch die folgende, sehr interessante Bemerkung um so weniger mit Stillschweigen übergangen werden, als sie höchst elegant ist, eine ausgezeichnete Anwendung der sogenannten imaginären Grössen*** giebt, und es ermöglicht, die ganze vom

* Gemeint ist mit dieser Anspielung Gauss, der in dem Briefe an Wolfgang vom 6. März 1832 (*Briefwechsel Gauss-Bolyai*. S. 109) die Namen Parasphäre und Hypersphäre vorgeschlagen hatte.

** [Die eckigen Klammern bedeuten überall, dass der Herausgeber die darin eingeschlossenen Worte dem Urtexte als Ergänzung hinzugefügt hat.]

*** Die höchst wirkliche Wissenschaft der Wahrheit darf nicht durch

XI. Axiom unabhängige Raumlehre höchst einfach und bequem darzustellen; worauf schon in § IV hingewiesen wurde."

„Schreibt man der Kürze und Einfachheit wegen $\dot{+}$ für $+\sqrt{-1}$, $\dot{-}$ für $-\sqrt{-1}$, sodass $\overset{\dot{+}}{\dot{-}}1 \cdot \overset{\dot{+}}{\dot{-}}1 = -1$ und $\overset{\dot{+}}{\dot{-}}1 \cdot \overset{\dot{-}}{\dot{+}}1 = +1$ wird, und wählt i, gemäss § III, als Einheit, so überzeugt man sich leicht durch Vergleichung mit den bekannten eleganten Formeln in § 31 I [des Appendix], dass

$$1 : \sin \alpha = \sin \dot{+} c : \sin \dot{+} a$$

ist, oder, wenn man zu noch grösserer Vereinfachung nicht die positiv, sondern die mit dem Zeichen $\dot{+}$ genommenen Seiten mit a, b, c bezeichnet oder bloss c, a statt $\dot{+} c$, $\dot{+} a$ schreibt:

$$1 : \sin \alpha = \sin c : \sin a,$$

und ebenso ergiebt sich aus II:

$$\cos \alpha : \sin \beta = \cos a,$$

aus III:

$$\cos c = \cos a \cdot \cos b \quad \text{und} \quad \cot \alpha \cdot \cot \beta = \cos c,$$

aus § 30:

$$\operatorname{tg} z = \dot{-} \sin \dot{+} y \quad \text{und} \quad \dot{+} \bigcirc y = 2\pi \sin \dot{+} y,$$

oder wenn man festsetzt, dass ein für alle Male bei jeder Rechnung jede Gerade in der Ebene mit dem Zeichen $\dot{+}$ genommen werden soll, wobei bloss y für $\dot{+} y$ und bloss $\bigcirc y$ für $\dot{+} \bigcirc y$ (indem das ganze Zeichen $\bigcirc y$ eine Linie bezeichnet) geschrieben werden darf, ist einfach:

$$\operatorname{tg} z = \dot{-} \sin y, \qquad \bigcirc y = 2\pi \sin y;$$

ferner folgt sogleich aus § 32, III:

$$\frac{r}{p} = \cos q, \qquad s = p \cdot \sin q,$$

---

die Betrachtung nicht existierender Dinge befleckt werden. Welchen Sinn hat $\sqrt{-1} \cdot \sqrt{-1}$, wenn $\sqrt{-1}$ keinen hat? Alles wird sonnenklar, wenn man sorgfältig beachtet, dass die Vorsetzung der Zeichen $+$, $-$, $\dot{+}$, $\dot{-}$ gar nichts Anderes bedeutet, als die Art und Weise, wie die absoluten Grössen in der algebraischen Rechnung behandelt werden sollen, nach einer Verabredung, die man zu treffen hat. [Anmerkung JOHANN BOLYAI's]

aus IV:

$$\odot x = 2\pi \cos x - 2\pi = -2\pi \operatorname{sin\,vers} x$$

u. s. w.“

„Die grösste Aehnlichkeit oder vielmehr die vollständige Uebereinstimmung der Ausdrücke für die Grössen derselben Art auf der Kugelfläche in Σ springt in die Augen. Denkt man sich eine Kugel des L-förmigen Halbmessers $r = 1$ (deren *gerader* Halbmesser nach § 30 gleich $\log \operatorname{nat}(1 + \sqrt{2})$ ist), so ist ihre Oberfläche gleich der der Kugel vom Halbmesser 1 in Σ, und alle vorher erhaltenen Ausdrücke stimmen vollständig überein mit den Ausdrücken für dieselben Grössen auf dieser Fläche.“

„Es lässt sich allgemein beweisen, dass, wenn in irgend einer überall gleichmässigen Fläche — eine solche kann, abgesehen von F, nur sphärisch, eben oder einer Ebene parallel sein — jede kürzeste Linie a (oder Schnittlinie mit einer durch eine Axe gehende Ebene), wenn die Fläche sphärisch ist, durch eine Zahl, nämlich den entsprechenden Bogen in dem Winkel bei dem Mittelpunkte von a, ausgedrückt wird, wenn aber die Fläche eben oder einer Ebene parallel ist, durch die Maasszahl des Stückes einer Geraden, in dem ersten Falle in derselben Ebene, sonst in der parallelen Ebene p*, sodass das Stück zwischen die Fusspunkte der Lothe [von den Endpunkten von a] auf p fällt, und falls in dem früheren Falle alle Linien in derselben Fläche mit dem Zeichen $+$, in dem späteren aber mit dem Zeichen $+$ genommen werden, — dass, sage ich, die Theorie aller dieser Flächen ganz allgemein von denselben Formeln umfasst wird und von ihnen allen ganz entsprechende Lehrsätze gelten. So darf man z. B., wenn die Formeln der sphärischen Trigonometrie bekannt sind, aus ihnen ohne jede weitere Untersuchung schliessen, dass auch für geradlinige rechtwinklige Dreiecke die Formeln gelten:

$$\cot \alpha = \cot a \cdot \sin b, \qquad \cot c = \cot a \cdot \cos \beta, \text{ u. s. w.,}$$

und in gleicher Weise kann man aus allen Eigenschaften der Ebene, in dem angegebenen Sinne, sogleich auf Eigenschaften der Kugel schliessen.“

---

* [Vergl. *Appendix* § 32, III. Die Bezeichnung *parallel* gebraucht Johann immer in dem Sinne von *äquidistant*, während er Lobatschewsky's Parallelen *Asymptoten* nennt.]

„Hier möge es genügen, nur einige besonders wichtige Eigenschaften zu streifen, um zu zeigen, in welcher Weise diese *Uebertragung* zu geschehen hat und wie man mit ihrer Hülfe die Raumlehre, ohne zu wissen, ob das System Σ oder S wirklich existiere, aufs bequemste analytisch behandeln kann."

„*Erstens* möge bemerkt werden, dass der Kürze wegen (um die Schaffung eines neuen Wortes zu vermeiden) die Bezeichnungen *Kugel* (und *Kreis*) in einem erweiterten Sinne verstanden werden sollen, sodass einer jeden überall gleichförmigen Fläche (und Linie) dieser Name beigelegt werde. Im erweiterten Sinne oder analytisch heisst *Strahl* [Radius] jeder überall gleichförmigen Fläche oder gleichförmigen Linie in der Ebene eine algebraischen Grösse, die augenscheinlich ganz und gar nicht der Euklidische Strahl ist, sondern die aus den soeben gefundenen Ausdrücken auf eine sogleich darzulegende Art hervorgeht, Strahl einer gleichförmigen Linie auf der Kugel aber ein Stück einer gleichförmigen, die Kugel in zwei congruente Theile theilenden Linie, das die Krümmung misst. Jeder Kreis hat unendlich viele Strahlen, während nur ein einziger oder gar kein Euklidischer Strahl vorhanden ist, ihr Ausdruck ist:

$$y \overset{\circ}{-} 2n\pi,$$

wo n eine ganz beliebige ganze Zahl bezeichnet, mit dem Zeichen $+$ oder $-$. Auch ist

$$\bigcirc(y \overset{\circ}{-} 2n\pi) = \bigcirc y,$$

wo das Zeichen $\overset{\circ}{-}$ für die Ebene und die ihr parallelen Flächen zu nehmen ist, das Zeichen $-$ aber für eine sich schliessende Kugel gilt."

Die Fortsetzung dieses Manuscriptes hat sich leider nicht finden lassen, als Ergänzung können jedoch einige Randbemerkungen dienen, die JOHANN einer in deutscher Sprache abgefassten Bearbeitung der ersten 33 Paragraphen des Appendix beigefügt hat; während die Bearbeitung selbst aus der Zeit zwischen 1833 und 1835 stammt, scheinen die Randbemerkungen niedergeschrieben worden zu sein, als JOHANN sich um den Preis in Leipzig bewarb. Zu § 30 des Appendix wird dort bemerkt:

„[Es ist]

$$\circ y = 4\pi i \frac{e^{\frac{y}{i}} - e^{-\frac{y}{i}}}{2} = \dot{+}\, 4\pi i \sin \dot{-} \frac{y}{i} = \dot{-}\, 4\pi i \sin \dot{+} \frac{y}{i}\ ^{*}.$$

Auf einer Kugel, deren Strahl die senkrechte Ordinate (Höhe) eines der i gleichen *paracyklischen*** Bogens ist, ist aber der $\circ$ eines y gleichen *cyklischen* Strahles

$$= 4\pi i \sin \frac{y}{i}.$$

Auf einer zur Ebene parallelen Hypersphäre aber ist

$$\circ y = n \circ \left(\frac{y}{n}\right) \text{ (in Ebene)} = \dot{-}\, 4\pi i n \sin \dot{+} \frac{y}{ni} = \dot{-}\, 4\pi i' \sin \dot{+} \frac{y}{i'},$$

wenn $ni = i'$ gesetzt wird (nämlich i' jene hypercyklische Länge ist, auf derselben Hypersphäre, deren $I' = e$ ist). Und ebenso wird auf einer Kugel, deren Strahl die senkrechte Ordinate eines paracyklischen Bogens $= i'$ ist, allgemein

$$\circ y = 4\pi i' \sin \frac{y}{i'},$$

woraus der Ausdruck auf einer Hypersphäre sogleich erhalten wird, sobald man nur sowohl dem Strahle als auch dem Kreise $\dot{+}$ (oder beiden $\dot{-}$) vorsetzt. Und um den Ausdruck auf der Parasphäre*** abzuleiten, darf man nur ($i' \backsim \infty$) die Grenze nehmen von $i' \sin \frac{y}{i'}$, da diese gleich y ist, also auf diese Art den wahren Ausdruck von $\circ y$ auf der Parasphäre wirklich darbietet. Es kann hierbei i' der Hauptstrahl der Kugel (von L, $= \infty$) heissen und $\underset{\dot{-}}{\dot{+}}\, i'$ jener der Hypersphäre heissen . . .†“

„Man kann auch eine allgemein auf alle (auch auf die sich nicht schliessenden) gleichförmigen Linien auf beliebigen gleichförmigen Flächen anwendbare Definition von Strahl oder, wenn man will, *Parameter* auf derselben Fläche geben. Denn der gerade Strahl des senkrechten Entwurfes jener Linien auf der mit der Fläche parallelen Ebene ist vorher definiert, und offenbar ist das Product

---

* [Hierbei bedeutet, wie auch in der Schrift über die imaginären Grössen, 4π den Umfang des Euklidischen Kreises vom Halbmesser 1.]

** [Paracyklisch = L-förmig.] *** [Parasphäre = F.]

† [Hier folgen einige unleserliche Worte.]

der geraden Strahlen beider Linien der zu definierende Strahl der fraglichen Linie *auf* der Fläche."

Im Jahre 1851 hat JOHANN eine neue Darstellung dieser Gedanken ausgearbeitet. Sie bildet einen Abschnitt einer Kritik der „*Geometrischen Untersuchungen*" von N. LOBATSCHEWSKY, die ich in Gemeinschaft mit Herrn Professor J. KÜRSCHÁK demnächst herausgeben werde. Bei LOBATSCHEWSKY erscheint nämlich der Zusammenhang zwischen der sphärischen und der „imaginären" Trigonometrie lediglich als eine analytische Thatsache, und dieser formalistischen Auffassung gegenüber wollte JOHANN den höheren geometrischen Gesichtspunkt zur Geltung bringen. Da seine Ausführungen inhaltlich nicht über das bereits Mitgetheilte hinausgehen, während allerdings die neue Fassung den Vorzug verdient, so möge es genügen auf jene Publication zu verweisen.

Man muss sich auf der anderen Seite davor hüten, JOHANN's Leistung zu überschätzen. Das zu sagen liegt deshalb Veranlassung vor, weil seine Ausdrucksweise von modernen Geometern leicht missverstanden werden kann. Wenn man von „überall gleichmässigen Flächen" hört, die die Kugeln als besonderen Fall unter sich fassen, wenn man (auf einem Zettel) liest: „Auf jeder gleichförmigen Fläche haben jede zwei ebene gleichförmige Linien entweder Nichts oder 1 oder 2 Punkte gemeinsam. Im ersten Falle lässt sich zeigen, dass eine gemeinsame Senkrechte da sei", so könnte man auf die Vermutung kommen, dass JOHANN, die Entdeckung BELTRAMI's vorausnehmend*, den Zusammenhang der absoluten Geometrie der Ebene mit der Geometrie auf den (im Euklidischen Raum liegenden) Flächen von constantem negativen Krümmungsmaass erkannt hätte. Wenn man, um diese Vermuthung zu prüfen, JOHANN's Aufzeichnungen durchgeht, so stösst man bald auf Widersprüche. Die überall gleichmässigen Flächen (deren Begriff übrigens auf WOLFGANG BOLYAI zurückgeht) sind, wie JOHANN wiederholt ausspricht, entweder Kugeln oder Grenzflächen (Parasphären) oder Ebenen oder einer Ebene parallele Flächen (Hypersphären), die im absoluten Raume liegen. Es werden also

* *Interpretazione di geometria non-Euclidea.* Giornale di mat. 6 (1868). Vergl. auch GAUSS' Werke. Bd. VIII, S. 254.

allerdings, wie JOHANN einmal sagt, „die Dreiecksformeln der Kugel, auf imaginäre Seiten angewendet, im hypersphärischen Dreiecke realisiert", allein diese von der Kugel und der Ebene verschiedenen Flächen existieren nur, wie er an einer anderen Stelle ausdrücklich constatiert, „wenn das XI. Axiom falsch ist".

II. Abschnitt.

Die Unbeweisbarkeit des elften euklidischen Axioms.

JOHANN BOLYAI schliesst den *Appendix* mit den Worten: „Es bliebe endlich übrig (um den Gegenstand ganz zu erschöpfen) zu beweisen, dass es (ohne irgend eine Voraussetzung) unmöglich ist zu entscheiden, ob Σ oder ein gewisses (und welches) S existiert: das möge jedoch für eine geeignetere Gelegenheit aufgespart werden". Ausführlicher äussert er sich hierüber in § 33 der schon erwähnten deutschen Bearbeitung des Appendix. Dort heisst es:

„I. Ob an sich eigentlich Σ oder S bestehen kann, bleibt hier (und, wie der Verfasser beweisen kann, für immer) unentschieden."

„II. Man hat nunmehr eine absolut wahre (d. i. von aller Voraussetzung freie) *ebene Trigonometrie*, worin jedoch die Grösse i und, ob sie vorhanden sei, durchaus unbestimmt bleibt, bis auf diese einzige Unbekannte aber alles bestimmt ist. Die *sphärische Trigonometrie* aber wurde in § 26 absolut gerechtfertigt; sodass die gewöhnliche bekannte sphärische Trigonometrie vom XI. Axiom garnicht abhängig und unbedingt wahr ist."

„III. Mittels dieser beiden Trigonometrien und einiger (in der Druckschrift § 32 angegebenen) Hülfssätze wird man der Auflösung aller Aufgaben der Raumlehre und Mechanik, welche die Analysis bei ihrer jetzigen Höhe in ihrer Gewalt hat, (in dem nunmehr keiner Erläuterung bedürfenden Sinne) mächtig, und die ganze Raumlehre lässt sich in besagtem Sinne von nun an nach der (zwischen gehörigen Schranken mit Recht gepriesenen) analytischen Methode der Neueren abhandeln."

„IV. Tritt nun auch der Beweis der Unmöglichkeit je zwischen Σ und S zu entscheiden hinzu (den der Verfasser gleichfalls be-

sitzt), so ist das Wesen des XI. Axioms vollends ergründet, die intricate Materie der Parallelen vollkommen durchdrungen und die bis zur Stunde (für die nach Wahrheit dürstenden Geister) so unglückselig geherrscht habende, die Lust zur Wissenschaft benommen und Zeit und Kräfte so vielen geraubt habende totale Sonnenfinsterniss für immer verschwunden. Und es *lebt* in dem Verfasser die vollkommen geläuterte Ueberzeugung, dass durch Aufklärung dieses Gegenstandes einer der *allerwichtigsten* und *allerglänzendsten* Beiträge zur wahren Bereicherung der Wissenschaft und somit zur Hebung des menschlichen Schicksals gemacht werde".

Leider haben sich Niederschriften der beiden Beweise, nämlich *erstens*, dass es *an sich* (durch logische Schlüsse) für immer unentschieden bleibe, ob Σ oder S bestehen kann, und *zweitens*, dass man auch nicht *praktisch* feststellen könne, ob in Wirklichkeit Σ oder S besteht, im Nachlasse nicht finden lassen. Mittheilungen über den zweiten Beweis hat JOHANN in der Kritik der *Geometrischen Untersuchungen* von LOBATSCHEWSKY gegeben, die in diesen Berichten veröffentlicht werden wird. Was den ersten Beweis angeht, so ist uns der Anfang eines Entwurfes erhalten, der folgendermaassen lautet:

„*Beweis der Unmöglichkeit das XI. Euklidische Axiom zu beweisen oder umzustossen.*"

„*Lehrsatz.* Ob, wenn $bn \parallel am$ ist, $bam + abn =$ oder $< 2R$ sei; ob für jede endliche Länge x das zugehörige X (§ 23 [des Appendix]) $=$ oder > 1 sei; ob, wenn bnn in bam liegt, jede zwei Gerade amm, bnn, aus den Endpunkten einer dritten ab, in einer Ebene, innere Winkel bam, abn mit ab bildend, deren Summe $< 2R$ ist, sich schneiden, oder auch dabei ein Nichtschnitt statthaben könne, kurz, ob die EUKLID'sche Raumlehre oder irgend ein antieuklidisches System in der Wirklichkeit bestehe, lässt sich durch keine logischen Schlüsse entscheiden. Nur so viel lässt sich bei $bn \parallel am$ herausbringen, dass die Summe $bam + abn$ nicht $> 2R$, ferner jedes X nicht < 1. Ob (im Sinne des § 20) i endlich oder unendlich sei, bleibt jedem Verstande, welchem es nicht unmittelbar klar ist, ein unenthülltes Geheimniss. Da jedoch eine solche axiomatische Anschauung keinem mensch-

lichen Verstande einleuchtend ist und je sein kann, so bleibt es ewig ein Räthsel."

Ferner ist ein Briefumschlag mit JOHANN's Adresse vorhanden, auf dessen Innenseite dieser, der Briefumschläge oft zu Notizen verwendete, folgende Bemerkung eingetragen hat:

„Durch die Trigonometrie geht es also nicht: bei aller Anwendung derselben findet man nur Gereimtheiten im unbestimmten Systeme, nie erfolgt die Bestimmung des Systems daraus. Womit denn der Beweis der Unmöglichkeit i zu bestimmen, vollendet ist."

„Kann man sich bei diesem Umstande beruhigen? Gar sehr wohl! Und schön genug bleibt die Raumlehre doch. Es liegt eben in der Natur der Sache, dass dieses nicht durch logische Schlüsse, [sondern] nur durch unmittelbare Anschauung erkannt werden könne. Ja, selbst auch für Engel ist es unzugänglich, wenn sie es nicht unmittelbar erschauen. Es giebt nur ein Wesen, dessen Anschauung die ganze Natur offen steht: Gott, den Raummeister."

Hieraus wird man schliessen dürfen, dass JOHANN seinen Beweis der Unmöglichkeit das XI. Axiom zu beweisen darauf gegründet hat, dass *die Anwendung der nichteuklidischen Trigonometrie auf keinen Widerspruch führe.* Diese Vermuthung wird durch verschiedene Aeusserungen JOHANN's bestätigt, die allerdings erst aus einer späteren Zeit, wohl aus den Jahren nach 1851, stammen.

„Man erhält", so heisst es einmal, „bei der Analyse eines Systems [von Punkten] in der Ebene offenbar ganz dieselben Formeln wie auf der Kugel, und da nun auf der Kugel bei vollständiger Analyse stets Consequenz gefunden werden muss, da die Kugeltrigonometrie *absolut* gilt: so ist klar, dass ebenso in der Ebene bei jeder Betrachtung von Punktsystemen ewig Consequenz bestehen müsse. Daraus ist denn evident, dass aus S in einer Ebene nie [ein Widerspruch hergeleitet werden kann]. Auch direct kann man nicht zur Bestimmung von i gelangen. Denn welchen Weg man auch immer in der Ebene befolgen mag, welchen Theil der Ebene immer betrachten, so kann man denselben sofort *absolut* vollständig ausdrücken, was oft das Meiste ist, was man bisher leisten kann, und es erfolgt keine Bestimmung von i daraus. Aber i bleibt ja doch nicht *völlig* unbestimmt.

Es lässt sich vielmehr zeigen, dass, *wenn* der Ausdruck des ebenen Dreiecks so aussieht:

$$\sin \frac{b}{r} : \sin \frac{c}{r} \backsim \sin ac^*,$$

bei $r \backsim i$, dann i weder ein gemischter Stand, noch 0, sondern ein glatter Stand** sein müsse. Denn u. s. w. Aber ob i endlich oder unendlich sei, bleibt bei Betrachtung in einer Ebene ewig unentschieden."

Wenn JOHANN hinzufügt: „Nun ist aber die Frage, ob nicht etwa Betrachtungen im Raume doch zur Rechtfertigung von Σ verhelfen könnten", so formuliert er damit einen Einwand, den er später gegen seinen alten Beweis erhoben hatte. „Bei der lateinischen Herausgabe der Grundzüge der neuen selbständigen Raumlehre hoffte der Verfasser noch die Unmöglichkeit etc. zeigen zu können. Bei näherer Untersuchung zeigte sich vielmehr, dass sowohl eine Möglichkeit da sei, für das EUKLID'sche System zu entscheiden, als auch eine des Unentschiedenbleibens, und dass man (solange die Sache noch unentschieden ist) weder von einer Entscheidbarkeit, noch von einer Unentscheidbarkeit a priori einen Beweis geben könne, sodass ein weiterer Versuch zu entscheiden einem Schatzgräber gliche . . . Das XI. Axiom ist entweder erweislich oder unerweislich. Eine Unerweisbarkeit lässt sich durchaus nicht beweisen, und auch ein Beweis davon könnte nur durch die That selbst, d. i. durch einen wirklichen Beweis, nachgewiesen werden."

Wann JOHANN dazu gelangt ist, die Unvollständigkeit seines Beweisversuches zu erkennen, hat sich nicht mit Sicherheit feststellen lassen. Es scheint, dass ihm schon um 1837 Bedenken gekommen sind, denn in Randbemerkungen zu der deutschen Bearbeitung des Appendix, die ungefähr aus dieser Zeit stammen, äussert er sich so:

„Ob entschieden werden und die Raumlehre auch in dieser Hinsicht vollendet werden könne, welches von beiden statthabe,

* [Dabei bedeuten a, b, c die Seiten des Dreiecks, ac bezeichnet den Winkel zwischen a und c, und der Winkel zwischen a und b wird als Rechter angenommen.]

** [Glatter Stand = reelle Zahl, gemischter Stand = complexe Zahl.]

ob i endlich oder unendlich, ist bis jetzt unbekannt. Soviel ist gewiss, dass eine Entscheidung, wenn sie möglich ist, nur auf dem hier angedeuteten Wege errungen werden kann*. Insofern jedoch, wenn S logisch denkbar ist, auch Σ [es ist] (als besonderer Fall), nicht aber umgekehrt S, scheint Σ mehr für sich zu haben, obschon keineswegs ausgemacht."

Die Untersuchung, ob es möglich sei, Σ durch Betrachtungen im *Raume* zu beweisen, hat JOHANN in folgender Weise durchgeführt. Da *drei* Punkte stets in einer Ebene liegen, betrachtet er zunächst ein *System von vier Punkten im Raume*, die die Ecken eines Tetraeders $\mathfrak{a}\,\mathfrak{b}\,\mathfrak{c}\,\mathfrak{d}$ bilden. Durch die 6 Kanten a, b, c, d, e, f sind zunächst die 12 Winkel ab, ac, .. bestimmt, und daraus ergeben sich dann die 6 „zweiebnigen" Winkel des Tetraeders, jedoch jeder Winkel auf zwei verschiedene Arten. „Es ist also zu untersuchen, ob daraus eine Bestimmung von i erfolge oder nicht". Indem JOHANN zur Abkürzung $\cos \dotplus a$ mit a, $\sin \dotplus a$ mit A bezeichnet, erhält er zunächst die Gleichungen:

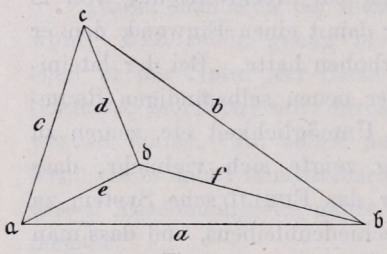


Fig. 1.

$$\cos ac = \frac{b - ac}{AC}, \qquad \cos df = \frac{b - df}{DF}$$

$$\cos ae = \frac{f - ae}{AE}, \qquad \cos de = \frac{c - de}{DE}$$

$$\cos ce = \frac{d - ce}{CE}, \qquad \cos fe = \frac{a - fe}{FE},$$

und hieraus folgen für den Winkel zwischen den durch a und e, e und c bestimmten Ebenen, den er aec nennt, die beiden Gleichungen:

$$\text{I.}\quad \cos aec = \frac{\cos ac - \cos ae \cos ce}{\sin ae \sin ce} = \frac{\dfrac{b - ao}{AC} - \dfrac{f - ae}{AE} \cdot \dfrac{d - ce}{CE}}{\sqrt{\left[1 - \left(\dfrac{f - ae}{AE}\right)^2\right]\left[1 - \left(\dfrac{d - ce}{CE}\right)^2\right]}}$$

* [Indem nämlich die absolute Raumlehre vollständig durchgeführt und untersucht wird, ob schliesslich ein Widerspruch herauskommt.]

$$\text{II. } \cos aec = \frac{\cos df - \cos de \cos fe}{\sin de \sin fe} = \frac{\frac{b-df}{DF} - \frac{c-de}{DE} \cdot \frac{a-fe}{FE}}{\sqrt{\left[1-\left(\frac{c-de}{DE}\right)^2\right]\left[1-\left(\frac{a-fe}{FE}\right)^2\right]}},$$

deren rechte Seiten übereinstimmen müssen, wenn S auf keinen Widerspruch führen soll. Die Ausführung der Rechnung ergiebt in der That die Identität beider Ausdrücke. Das Entsprechende gilt für die fünf anderen Winkel, sodass demnach „durch Betrachtung von 4 die Spitzen eines Tetraeders bildenden Punkten sich nichts ergiebt, da auch dann Consequenz herrscht, man möge wie immer dieselben dadurch bestimmten Grössen ausdrücken aus das Ganze bestimmenden Grössen".

„Ver- und untersuchen wir also", fährt JOHANN fort, „ein *System von fünf Punkten.*" Wird zu den Punkten $\mathfrak{a}, \mathfrak{b}, \mathfrak{c}, \mathfrak{d}$ ein fünfter $\mathfrak{e}$ hinzugefügt, der nicht mit je dreien von ihnen in einer Ebene liegt, so ist die Lage von $\mathfrak{e}$ durch die Länge der Verbindungslinien $\mathfrak{ae}, \mathfrak{be}, \mathfrak{ce}$, die JOHANN mit k, h, i bezeichnet, vollständig bestimmt, und es müssen sich daher durch die 9 Grössen $a, b, c, d, e, f, h, i, k$ die Länge g der Verbindungslinie $\mathfrak{de}$ und die in der Figur vorhandenen 30 Dreiecks- und 30 Ebenenwinkel ausdrücken lassen. Dabei stellt sich wiederum heraus, dass manche dieser Stücke sich auf zwei und mehr verschiedene Arten berechnen lassen, und es fragt sich daher, ob alsdann unter Anwendung der absoluten Trigonometrie stets derselbe Werth herauskomme; im Besonderen ergiebt sich eine dreifache Bestimmung von g, da, sobald die 60 Winkel bekannt sind, je zwei der Winkel eg, dg, fg dazu hinreichen.

Mit diesem *System von 5 Punkten* hat sich JOHANN aufs eingehendste beschäftigt, wie es scheint, in der sicheren Erwartung, auf diesem Wege einen Beweis des XI. Axioms zu erlangen. Eine Zeit lang hat er sogar geglaubt, das Ziel erreicht zu haben, indem er einmal keine Identität erhielt. „Somit ist S falsch", ruft er triumphierend aus und beginnt mit der Abfassung einer Schrift, deren Titel lautet:

„Beweis des bis nun auf der Erde immer noch zweifelhaft gewesenen, weltberühmten und, als der gesammten Raum- und Bewegungslehre zum Grunde dienend, auch in der That allerhöchst-

wichtigsten 11. Euklid'schen Axioms. Von Johann Bolyai von Bolya, k. k. Génie-Stabshauptmann in Pension."

Die Einleitung — weiter ist er nicht gekommen — enthält interessante biographische Notizen über seinen Vater und ihn selbst; da JOHANN dabei sagt, dass sein Vater „die Briefe von GAUSS soeben an die Universität Göttingen zurückgesandt" habe, so ergiebt sich als Abfassungszeit Juli 1856.

Später erkannte JOHANN, dass er sich getäuscht hatte, indem ein Rechenfehler vorlag, und dass also „in dem System von 5 Punkten Consequenz herrsche". „Auf diese Weise kann man," meint er, „zu einem System von 6 Punkten übergehen, allein die Mühseligkeit der Arbeit bei der Auflösung eines Systems von 6 Punkten ist wohl im Stande, selbst den muthigsten Rechner stutzig zu machen".

Es ergiebt sich somit, dass JOHANN BOLYAI niemals zu einer Gewissheit darüber gelangt ist, ob *S im Raume* auf einen Widerspruch führe oder nicht. In der That liegt hier eine Schwierigkeit vor, die zu überwinden ganz andere Mittel erforderlich gewesen sind, als sie JOHANN zu Gebote standen*. Dass jedoch JOHANN die Frage, ob sich das XI. Axiom durch räumliche Constructionen beweisen lasse, überhaupt aufgeworfen hat, macht seinem Scharfsinn Ehre und verdient um so mehr anerkannt zu werden, als er dadurch über LOBATSCHEWSKY hinausgegangen ist, der zwar bemerkt, dass die imaginäre Geometrie auf keinen Widerspruch führen könne, da die Gleichungen zwischen den Winkeln und Seiten eines Dreiecks in die Gleichungen der sphärischen Trigonometrie übergehen, wenn man die Seiten als imaginär ansieht**, der sich aber — auch in seinen späteren Veröffentlichungen — bei der Frage der Widerspruchslosigkeit stets auf die Ebene beschränkt hat.

---

* Die Widerspruchslosigkeit von *S im Raume* hat wohl zuerst Herr F. KLEIN (auf Grund der Untersuchungen von CAYLEY) nachgewiesen: *Ueber die sogenannte Nicht-Euklidische Geometrie,* Math. Ann. Bd. 4 (1871), S. 573—625, Bd. 6 (1873), S. 112—145.

** *Anfangsgründe der Geometrie,* Kasaner Bote (1829), S. 634—635 (vgl. F. ENGEL, *Nikolaj Lobatschefskij,* Leipzig 1898. S. 65).

III. Abschnitt.

Die Cubierung des Tetraeders.

Die uns erhaltenen Aufzeichnungen, in denen JOHANN BOLYAI von seinen in dem Jahre 1830 beginnenden* Untersuchungen über die Cubierung des Tetraeders berichtet, stammen — mit einer Ausnahme — aus der Zeit um 1856. Ihre Entzifferung wurde dadurch erheblich erschwert, dass er sich einer grossen Anzahl von Abkürzungen und neuen Bezeichnungen bedient, deren Bedeutung erst zu ermitteln war. Da diese Neuerungen nicht nachahmenswerth erscheinen, ist der Text in die übliche Formelsprache übertragen worden.

JOHANN hatte zwar seinem Vater versichert, dass er die *allgemeine* Auflösung des Tetraeders gefunden habe, in seinen Aufzeichnungen beschränkt er sich jedoch auf eine spezielle Art von Tetraedern, die entstehen, wenn in dem Eckpunkte c eines in b rechtwinkligen Dreiecks abc auf dessen Ebene eine senkrechte cd errichtet wird**, ohne anzugeben, wie man daraus die allgemeine Cubierung der Tetraeder gewinnen könne. Es verdient übrigens bemerkt zu werden, dass Tetraeder dieser besonderen Art auch bei LOBATSCHEWSKY*** und GAUSS† auftreten.

Nach diesen Vorbemerkungen gehe ich dazu über, die vier Methoden anzugeben, die JOHANN für die Cubierung von Specialtetraedern vorgeschlagen hat.

Erste Methode.

Zerlegung mittels Ebenen, die auf ab senkrecht stehen.

Auf einem halben Foliobogen, dessen Rückseite den Entwurf einer militärischen Meldung, datiert Lemberg, den 5. Mai 1832,

---

* *Briefwechsel Gauss-Bolyai.* S. 115.

** Jedes Specialtetraeder $abcd$ ist auf doppelte Art ein Specialtetraeder, es entsteht nämlich auch, wenn in dem Eckpunkte b des in c rechtwinkligen Dreiecks bcd auf dessen Ebene die Senkrechte ba errichtet wird.

*** *Anfangsgründe der Geometrie.* Kasaner Bote (1829), S. 594 (bei ENGEL a. a. O. S. 53).

† C. F GAUSS, *Werke* Bd. VIII. Göttingen 1900. S. 228.

enthält, findet sich folgende augenscheinlich aus derselben Zeit stammende Aufzeichnung:

„**Aufgabe.** Um in S den Inhalt des Tetraeders (von vier Ebenen begrenzten Körpers) $abcda = T$ zu bestimmen, sei zuerst

$$cd \llcorner (cba = R),$$
$$ab \llcorner (bcd = R).$$

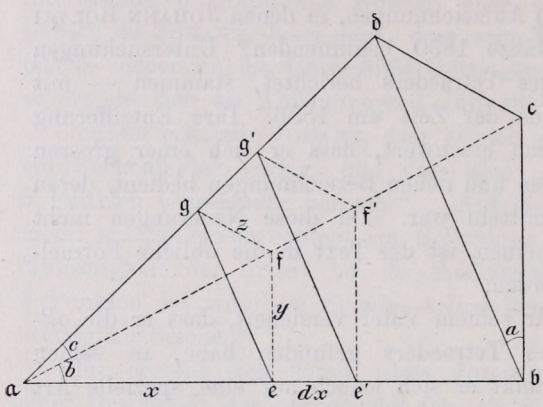


Fig. 2.

Das Stück ae von ab oder die Abscisse ae heisse x, die auf $x \llcorner$te Ordinate ef y und die auf af $\llcorner$te zweite Ordinate fg, z.“

„Bewegt sich $\triangle efg$ längs ab so fort, dass stets $ef \llcorner ab$ und in $abcc$ bleibt, so ist, wenn der Weg von e, dx heisst, der durch $\triangle efg$ erzeugte Körper

$$K = \mp \tfrac{1}{2} dx \cdot \sin \pm y \cdot z.“*$$

„Nun ist [aus den rechtwinkligen Dreiecken efg und aef für $i = 1$:]

$$(1) \qquad \sin \pm y = \frac{\cot a}{\cot \pm z} = \frac{\alpha}{\cot \pm z},$$

$$(2) \qquad \sin \pm x = \frac{\cot b}{\cot \pm y} = \frac{\beta}{\cot \pm y},$$

$$\left(\text{und aus (1)} \qquad \cot \pm y = \frac{\sqrt{\cot^2 \pm z - \alpha^2}}{\alpha}\right), \quad \text{also}$$

$$x = \mp \operatorname{arc\,sin} \frac{\alpha\beta}{\sqrt{\cot^2 \pm z - \alpha^2}},$$

$$dx = \mp \frac{\alpha\beta \cot \pm z\, d \pm z}{\sin^2 \pm z\,(\cot^2 \pm z - \alpha^2) \sqrt{1 - \dfrac{\alpha^2\beta^2}{\cot^2 \pm z - \alpha^2}}\ \sqrt{\cot^2 \pm z - \alpha^2}}$$

$$= \mp \frac{\beta \cdot d \pm z \cdot \cos \pm z \cdot \operatorname{tg} a}{\left(\dfrac{\cos^2 \pm z}{\cos^2 a} - 1\right) \sqrt{\cos^2 \pm z \left(1 + \dfrac{\alpha^2}{\sin^2 b}\right) - \dfrac{\alpha^2}{\sin^2 b}}}.$$

* [Die Herleitung dieser Formel, die Johann auf einem besonderen Zettel verzeichnet hat, wird nachher mitgetheilt werden.]

Aber [aus dem rechtwinkligen Dreikant $\mathfrak{a} - \mathfrak{bcd}$:]

$$\cot a = \cot c \cdot \sin b, \qquad \frac{\alpha}{\sin b} = \cot c,$$

mithin

$$dx = -\frac{\operatorname{tg} a \cdot \operatorname{tg} c \cdot \beta \cdot d \dotplus z \cdot \cos \dotplus z}{\left(\frac{\cos^2 \dotplus z}{\cos^2 a} - 1\right) \sqrt{\frac{\cos^2 \dotplus z}{\cos^2 c} - 1}},$$

folglich [unter Benutzung von (1):]

$$K = -\frac{\frac{1}{2}\beta \cdot \operatorname{tg} c \cdot z \cdot d \dotplus z \cdot \sin \dotplus z}{\left(\frac{\cos^2 \dotplus z}{\cos^2 a} - 1\right) \sqrt{\frac{\cos^2 \dotplus z}{\cos^2 c} - 1}}.$$

Lässt man $\mathfrak{ba}$ von $\mathfrak{b}$ an $\sim \infty$ wachsen, so ist $b, c \sim 0$, also [$\cos b$,] $\cos c \sim 1$ und

$$\beta \cdot \operatorname{tg} c = \frac{\cos b}{\sin b} \cdot \frac{\sin c}{\cos c} \sim \frac{c}{b} \left(\text{da } \frac{\sin c}{\sin b} \sim \frac{c}{b}\right) = \operatorname{tg} a,$$

also

$$K \sim \frac{\dotplus \frac{1}{2} \operatorname{tg} a \cdot z d \dotplus z}{\frac{\cos^2 \dotplus z}{\cos^2 a} - 1} = \frac{\frac{1}{2} \operatorname{tg} a \cdot \dotplus z d \dotplus z}{\frac{\cos^2 \dotplus z}{\cos^2 a} - 1}.$$ «*

Auf einem beiliegenden Zettel, dessen Rückseite den Anfang eines zweiten Entwurfes derselben militärischen Meldung enthält, findet sich (neben anderen Notizen) eine Herleitung der Formel für K angedeutet, die in folgender Weise dargestellt werden kann.

Auf der Geraden $\mathfrak{ab} = u$ mögen in derselben Ebene die Geraden $\mathfrak{ac} = \mathfrak{bd} = v$ senkrecht stehen. In $\mathfrak{c}$ und $\mathfrak{d}$ sollen die Lothe $\mathfrak{ce} = \mathfrak{df} = w$ auf der Ebene $\mathfrak{abcd}$ errichtet und alsdann die Ebenen durch $\mathfrak{ace}$, $\mathfrak{bdf}$, $\mathfrak{abef}$ gelegt werden. So entsteht ein durch fünf Ebenen begrenzter Körper, dessen Inhalt mit K bezeichnet werde.

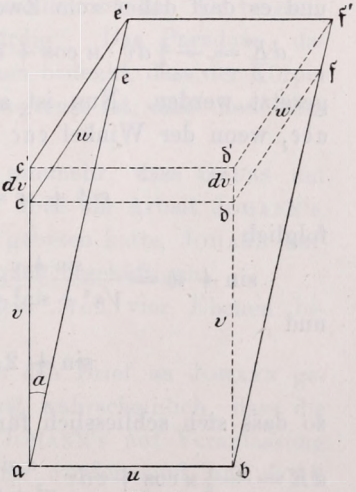


Fig. 3.

* Es folgt noch der Anfang eines Ansatzes zur directen Bestimmung eines solchen „asymptotischen Tetraeders", der jedoch nicht erkennen lässt, worauf Johann hinaus wollte.

Jetzt möge v um dv wachsen, indem $\mathfrak{ac}$ und $\mathfrak{bd}$ um $\mathfrak{cc}' = \mathfrak{dd}' = dv$ verlängert werden. Errichtet man in $\mathfrak{c}'$ und $\mathfrak{d}'$ Lothe $\mathfrak{c}'\mathfrak{e}'$, $\mathfrak{d}'\mathfrak{f}'$, die die Ebene $\mathfrak{abef}$ in $\mathfrak{e}'$ und $\mathfrak{f}'$ schneiden, so erfährt der Inhalt einen Zuwachs dK, der, bis auf unendlich kleine Grössen zweiter Ordnung, gleich dem Inhalt des Körpers ist, der entsteht, wenn auf der Grundfläche $\mathfrak{cdc}'\mathfrak{d}'$ lauter Lothe der Länge w errichtet werden. Wenn aber auf einer ebenen Grundfläche des Inhaltes p lauter Lothe der Länge q errichtet werden, so entsteht ein Körper, für dessen Inhalt J in § 32 III des Appendix die leicht zu beweisende Formel:

$$J = -\tfrac{1}{4} p \sin + 2q + \tfrac{1}{2} pq$$

angegeben ist; dabei hat man wie im Vorhergehenden $i = 1$ zu setzen. Im vorliegenden Falle unterscheidet sich der Inhalt der Grundfläche $\mathfrak{cdc}'\mathfrak{d}'$ nur um eine unendlich kleine Grösse zweiter Ordnung von dem Producte

$$dv \cdot \mathfrak{cd} = dv \cdot u \cos + v,$$

und es darf daher zum Zwecke der Integration

$$dK = -\tfrac{1}{4} dv \cdot u \cos + v \cdot \sin + 2w + \tfrac{1}{2} dv \cdot w \cdot u \cos + v$$

gesetzt werden. Nun ist aber aus dem rechtwinkligen Dreieck $\mathfrak{ace}$, wenn der Winkel $\mathfrak{eac}$ mit a bezeichnet wird:

$$\cot + w = \frac{\cot a}{\sin + v} = \frac{\alpha}{\sin + v},$$

folglich

$$\sin + w = \frac{\sin + v}{\sqrt{\alpha^2 + \sin^2 + v}}, \qquad \cos + w = \frac{\alpha}{\sqrt{\alpha^2 + \sin^2 + v}}$$

und

$$\sin + 2w = \frac{2\alpha \sin + v}{\alpha^2 + \sin^2 + v},$$

so dass sich schliesslich für dK der Ausdruck ergiebt:

$$dK = -\tfrac{1}{2} u \cos + v dv \frac{\alpha \sin + v}{\alpha^2 + \sin^2 + v} - \tfrac{1}{2} u \cos + v dv \operatorname{arctg}\left(\frac{\sin + v}{\alpha}\right)$$

$$= -\tfrac{1}{4} \alpha u \cdot \frac{2 \sin + v d(\sin + v)}{\alpha^2 + \sin^2 + v} - \tfrac{1}{2} u \cdot d(\sin + v) \operatorname{arctg}\left(\frac{\sin + v}{\alpha}\right).$$

Hieraus findet man durch Integration nach v von 0 bis v:

MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA KÖNYVTÁRA

$$K = \Big[-\tfrac{1}{4}\alpha u \log(\alpha^2 + \sin^2 + v) - \tfrac{1}{2} u \cdot \sin + v \operatorname{arctg} \frac{\sin + v}{\alpha} \Big]_0^v$$
$$+ \tfrac{1}{2} u \int_0^v \sin + v\, dv \operatorname{arctg}\left(\frac{\sin + v}{\alpha}\right) = -\tfrac{1}{2} u \sin + v \operatorname{arctg}\left(\frac{\sin + v}{\alpha}\right),$$

wofür man auch schreiben kann

$$K = -\circ \tfrac{1}{2} u \sin + v \cdot w.$$

Alles das gilt für beliebiges u. Ist aber u unendlich klein, wie es bei dem vorher betrachteten Körper K der Fall ist, so wird der Inhalt der Grundfläche $\mathfrak{abcd}$ des Körpers K

$$= -\circ u \sin + v,$$

während $w = \mathfrak{ce}$ als seine Höhe angesprochen werden kann. „Der Körper K ist also *(absolut)* = dem halben Producte aus der Grundfläche und der Höhe."

JOHANN hat noch eine Bemerkung hinzugefügt, die von Interesse ist. Wenn man die Höhe w über alle Grenzen wachsen lässt, so wächst auch der Inhalt K über alle Grenzen, während der Inhalt der begrenzenden Flächen endlich bleibt. Er bezeichnete diese Erscheinung als „merkwürdig". Das Paradoxe, das darin liegt, verschwindet aber, wenn man bedenkt, dass der Körper zwar von Flächen endlichen Inhalts begrenzt ist, dass diese aber sich ins Unendliche erstrecken.

Soweit JOHANN. Bedenkt man nunmehr, dass GAUSS am 6. März 1832 an WOLFGANG BOLYAI über die Arbeit JOHANN's, den Appendix, geschrieben und jenen gebeten hatte, JOHANN aufzufordern, er möge sich mit der Aufgabe beschäftigen:

„den Cubikinhalt des Tetraeders (von vier Ebenen begrenzten Raumes) zu berechnen",

beachtet man ferner, dass WOLFGANG den Brief an JOHANN gesandt hat*, so erscheint es als äusserst wahrscheinlich, dass die soeben mitgetheilten Aufzeichnungen JOHANN's auf Veranlassung des Briefes von GAUSS niedergeschrieben worden sind, und damit stimmt auch vortrefflich das Datum des 5. Mai 1832.

Höchst merkwürdig ist, dass *die Methode, deren sich* GAUSS *zur Cubierung des Tetraeders bedient hatte, genau dieselbe ist wie*

* *Briefwechsel Gauss-Bolyai.* S. 154.

die von JOHANN. Das zeigt eine aus dem März 1832 stammende Notiz, die aus GAUSS' Nachlass in den Werken (Bd. VIII, S. 228) abgedruckt ist: GAUSS hat genau dasselbe Specialtetraeder (das bei ihm nur 3142 statt $\mathfrak{abcd}$ heisst), genau dieselbe Zerlegung durch Ebenen senkrecht zu $\mathfrak{ab}$ (31).

In den späteren Aufzeichnungen JOHANN's finden sich noch Umgestaltungen der Formel

$$T = \tfrac{1}{2}\beta \operatorname{tg} c \cdot \int_0^z \frac{z\, d(\cos \dotplus z)}{\left(\frac{\cos^2 \dotplus z}{\cos^2 a} - 1\right)\sqrt{\frac{\cos^2 \dotplus z}{\cos^2 c} - 1}},$$

deren Zweck die Ausführung der Integration mittelst elementarer Functionen („in endiger Form") ist. Da die hierauf gerichteten Bemühungen der Natur der Sache nach vergeblich bleiben mussten, soll von ihrer Mittheilung abgesehen werden.

Zweite Methode.

Zerlegung mittels Ebenen, die durch $\mathfrak{ab}$ *oder* $\mathfrak{cd}$ *gehen.*

Auf dem bereits erwähnten Zettel, der der Aufzeichnung über die Cubierung des Tetraeders aus dem Mai 1832 beigelegt ist, findet sich auch noch folgende Bemerkung:

„Dreht sich $\triangle \mathfrak{abc}$ [Fig. 2] um $\mathfrak{ab}$, so ist das Differential dK des durch dasselbe erzeugten rechten Kegels

$$= -2\pi dx \sin^2 \dotplus y^*;$$

aber

$$x = -\operatorname{arc\,sin} \frac{\beta}{\cot \dotplus y},$$

$$dx = -\frac{d\frac{\beta}{\cot \dotplus y}}{\sqrt{1 - \frac{\beta^2}{\cot^2 \dotplus y}}} = -\frac{\beta \cdot -d \cot \dotplus y}{\cot \dotplus y \sqrt{\cot^2 \dotplus y - \beta^2}};$$

also

---

* [Gemeint ist die Scheibe, die durch Rotation von $\mathfrak{ee'ff'}$ um die Axe $\mathfrak{ab}$ entsteht. Die angegebene Formel findet sich im Appendix § 32 VII, Errata; jedoch soll hier wieder π den *Quadranten* bedeuten.]

$$dK = + \frac{2\pi\beta d + y \cdot \sin^2 + y}{\cos + y \sqrt{\cos^2 + y - \beta^2 \sin^2 + y}}$$
$$= - \frac{2\pi \cdot d \cos + y \cdot \sin + y}{\cos + y \sqrt{\frac{\cos^2 + y}{\cos^2 b} - 1}}.$$

Setzt man, um den einfachsten und zugleich merkwürdigsten Fall zu haben, $b \backsim 0$, so wird

$$dK \backsim \frac{2\pi d \cos + y}{\cos + y}$$

und

$$K = 2\pi \log \cos + y + (C = 0)$$

$= 2\pi \cdot$ Abscisse von y in L.

Wächst nun bei dem rechtwinkligen asymptotischen Tetraeder T a um da, so ist offenbar

$$dT = \frac{da}{4\pi} \cdot 2\pi \log \cos + \mathfrak{eg}$$

und [in dem rechtwinkligen Dreieck $\mathfrak{efg}$:]

$$\cot + \mathfrak{eg} = \cot + y \cdot \cos a,$$

also

$$\cos + \mathfrak{eg} = \frac{\cot + y \cdot \cos a}{\sqrt{1 + \cot^2 + y \cdot \cos^2 a}}$$

und

$$T = \tfrac{1}{2} \int da \log \frac{\cot + y \cdot \cos a}{\sqrt{1 + \cot^2 + y \cdot \cos^2 a}}.$$

„

In Aufzeichnungen, die ungefähr aus dem Jahre 1856 stammen, hat JOHANN diesen Gedanken weiter ausgeführt. Nachdem er die im Vorhergehenden mitgetheilte erste Methode auseinandergesetzt hat, sagt er:

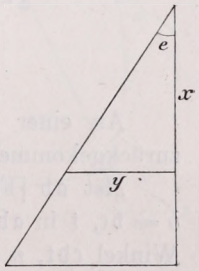


Fig. 4.

„Den Inhalt des Tetraeders in S zu bestimmen, eröffnet sich noch ein schöner Weg, wenn man zuerst den rechten Kegel ausdrückt: was (unter den unendlich vielen möglichen) auf zwei einfachere Arten geschehen kann; nämlich einmal mit der Grundfläche parallele Schnitte*; zweitens durch die Axe senkrechte Ebenen. Auf letztere Art ist:

* [Parallel bedeutet hier äquidistant.]

$$\cot \dotplus y = \frac{\cot c}{\sin \dotplus x}; \qquad d(\text{Kegel}) = -\frac{dx \cdot \pi \cdot \sin^2 \dotplus x}{\sin^2 \dotplus x + \cot^2 e}.$$

(Appendix S. 18. VII. Errata). Dann das Tetraeder durch die cd enthaltenden Ebenen geschnitten."

Daneben findet sich eine der hier als Figur 5 bezeichneten ähnliche Figur (jedoch ohne Bezeichnung der Punkte u. s. w. durch Buchstaben). Der von JOHANN angedeutete Zusammenhang mit dem geraden Kegel besteht darin, dass das Volumenelement $ctt'd$ des Tetraeders auch als Element eines Kreiskegels mit der Axe cd angesehen werden kann, der durch Drehung des rechtwinkligen Dreiecks cdt erzeugt wird.

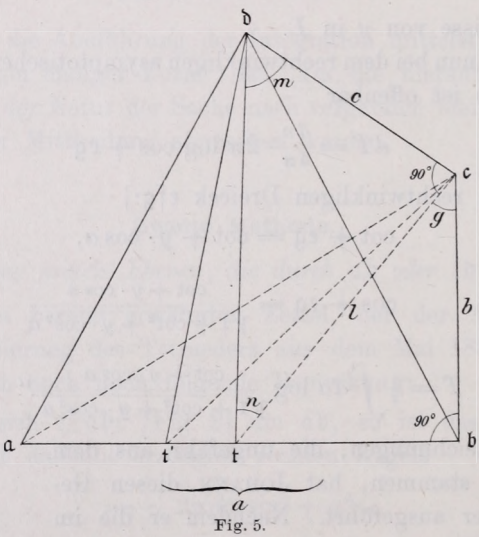


Fig. 5.

An einer anderen Stelle ist JOHANN auf diesen Gedanken zurückgekommen. Dort heisst es:

„Ist ab [Fig. 5] senkrecht auf bc, cd senkrecht auf abc, $b = bc$, t in ab, g gleich dem Winkel bct, $l = ct$, m gleich dem Winkel cdt, n gleich dem Winkel ctd, T [das Volumen des Tetraeders] $abcd$, so ist:

$$\cot \dotplus l = \cot \dotplus b \cdot \cos g,$$

$$\cot m = \cot \dotplus l \cdot \sin \dotplus c = \cot \dotplus b \cdot \cos g \cdot \sin \dotplus c,$$

$$\cot n = \cot \dotplus c \cdot \sin \dotplus l = \frac{\cot \dotplus c}{\sqrt{1 + \cot^2 \dotplus b \cdot \cos^2 g}},$$

$$\frac{dT}{dg} = \frac{1}{4}\frac{\cos^2 \measuredangle c \cdot \cos^2 \measuredangle l}{\sqrt{1+\cot^2 \measuredangle l \cdot \sin^2 \measuredangle c}}$$
$$+ \frac{1}{2}\left(1 - \frac{1}{\sqrt{1+\cot^2 \measuredangle l \cdot \sin^2 \measuredangle c}}\right) \log \frac{\cot \measuredangle b \cdot \cos g}{\sqrt{1+\cot^2 \measuredangle b \cdot \cos^2 g}}$$
$$= \frac{1}{4}\frac{\cos^2 \measuredangle c \cdot \cot^2 \measuredangle b \cdot \cos^2 g}{(1+\cot^2 \measuredangle b \cdot \cos^2 g)\sqrt{1+\cot^2 \measuredangle b \cdot \cos^2 g \cdot \sin^2 \measuredangle c}}$$
$$+ \frac{1}{2}\left(1 - \frac{1}{\sqrt{1+\cot^2 \measuredangle b \cdot \cos^2 g \cdot \sin^2 \measuredangle c}}\right) \log \frac{\cot \measuredangle b \cdot \cos g}{\sqrt{1+\cot^2 \measuredangle b \cdot \cos^2 g}}.$$

Aber dieser Ausdruck* ist noch viel verwickelter als der auf dem ersten Wege erhaltene, indem hier nicht nur zwei Quadratwurzeln, sondern auch ein Logarithmus vorkommt."

Es ist ein eigenthümliches Zusammentreffen, dass dieser Weg zur Berechnung des Tetraeders $\mathfrak{abcd}$ genau derselbe ist, den LOBATSCHEWSKY in seiner Abhandlung: *Ueber die Anfangsgründe der Geometrie* (Kasaner Bote [1829], S. 594—596; vgl. auch F. ENGEL, a. a. O. S. 53—54) eingeschlagen hatte.

Dritte Methode.

Zerlegung mittels Hypersphären, die der Grundfläche $\mathfrak{abc}$ *parallel sind.*

Den beiden ersten Methoden hat JOHANN (in Aufzeichnungen ungefähr aus dem Jahre 1856) zwei neue hinzugefügt, ohne sie freilich vollständig durchzuführen. Die erste besteht in der Zerlegung des Tetraeders $\mathfrak{abcd}$ mittels Hypersphären, die der Grundfläche parallel sind.

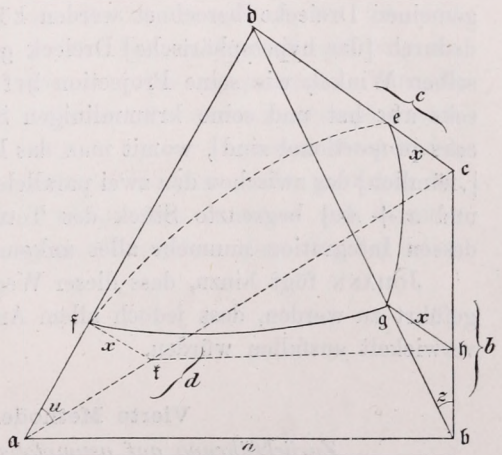


Fig. 6.

„[Es sei] $\mathfrak{ab}$ senkrecht auf $\mathfrak{bc}$, $\mathfrak{abc}$ auf

* [Der Ausdruck ist fehlerhaft; die richtige Formel findet man in LOBATSCHEWSKY'S *Anfangsgründen*.]

$\mathfrak{cd}$, $a = \mathfrak{ab}$, $b = \mathfrak{bc}$, $c = \mathfrak{cd}$, e in $\mathfrak{cd}$, $x = \mathfrak{ce}$. Die durch e [gelegte] mit $\mathfrak{abc}$ parallele Hypersphäre schneide das Tetraeder $\mathfrak{abcd}$ in dem hypersphärischen Dreieck $\mathfrak{feg}$. Ist $\mathfrak{gh}$ senkrecht auf $\mathfrak{bc}$ [und der Winkel $\mathfrak{gbh} = z$], so ist:

$$\cot z = \cot \dotplus c \cdot \sin \dotplus b,$$

$$\sin \dotplus \mathfrak{bh} = \frac{\cot z}{\cot \dotplus x} = \frac{\cot \dotplus c \cdot \sin \dotplus b}{\cot \dotplus x},$$

$$\mathfrak{ch} = b - \arcsin\left(\frac{\cot \dotplus c \cdot \sin \dotplus b}{\cot \dotplus x}\right).$$

Ist desgleichen $\mathfrak{ff}$ senkrecht auf $\mathfrak{ac}$, $d = \mathfrak{ac}$ [und der Winkel $\mathfrak{faf} = u$], so ist

$$\cot u = \cot \dotplus c \cdot \sin \dotplus d,$$

$$= \cot \dotplus c \cdot \sqrt{1 - \cos^2 \dotplus a \cdot \cos^2 \dotplus b},$$

$$\sin \dotplus \mathfrak{af} = \frac{\cot u}{\cot \dotplus x} = \frac{\cot \dotplus c \cdot \sqrt{1 - \cos^2 \dotplus a \cdot \cos^2 \dotplus b}}{\cot \dotplus x},$$

$$\left[\mathfrak{cf} = d - \arcsin\left(\frac{\cot \dotplus c \cdot \sqrt{1 - \cos^2 \dotplus a \cdot \cos^2 \dotplus b}}{\cot \dotplus x}\right)\right].$$

Nun ist das Dreieck $\mathfrak{hcf}$ [bekannt] aus $\mathfrak{ch}$, Winkel $\mathfrak{hcf}$, $\mathfrak{cf}$, woraus auch die Winkel bei $\mathfrak{h}$, $\mathfrak{f}$ nach den Formeln für die allgemeinen Dreiecke berechnet werden können. Dann [lässt sich] dadurch [das hypersphärische] Dreieck $\mathfrak{gef}$ berechnen [, da es dieselben Winkel, wie seine Projection $\mathfrak{hcf}$ auf die Ebene des Dreiecks $\mathfrak{abc}$ hat und seine krummlinigen Seiten denen dieses Dreiecks proportional sind], womit man das Differential des Tetraeders [, nämlich] das zwischen den zwei parallelen Flächen [im Abstande x und $x + dx$] begrenzte Stück des Tetraeders $\mathfrak{abcd}$ erhält, auf dessen Integration nunmehr alles ankommt."

JOHANN fügt hinzu, dass dieser Weg allerdings verdiene ausgeführt zu werden, dass jedoch allem Anschein nach die Formeln verwickelt ausfallen würden.

Vierte Methode.

Zurückführung auf asymptotische Tetraeder.

Den Gedanken zu einer vierten Methode, der vielleicht auch aus der Jugendperiode stammt, enthält die folgende kurze Notiz:

„Am einfachsten dürfte man wohl zum Ausdruck des Tetrae-

ders gelangen, wenn man $ab \perp bd$, Winkel bd gleich R, bn, $ap \parallel cd$ annimmt und den Inhalt von der dreikantigen endlosen Röhre sowohl der Grundfläche $\triangle abc$ als jener $\triangle abd$ sucht und letztere Röhre von der ersteren abzieht, indem der Unterschied hier offenbar $abcd$ ist. Die Grösse der Röhre auf dem Dreieck abd findet man einfachst so ... aber endig wird es wohl ebensowenig sich ausdrücken lassen."

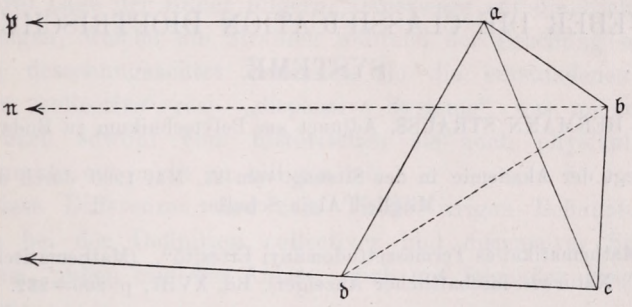


Fig. 7.

Asymptotische Tetraeder, wie die von JOHANN betrachteten, kommen auch bei LOBATSCHEWSKY vor (Kasaner Bote [1829], 583—585, S. 600—602; vgl. ENGEL, a. a. O. S. 48, 56—57), der eine sehr einfache, directe Methode zu ihrer Berechnung angegeben hat. Um so interessanter wäre es gewesen, wenn die Methode, die JOHANN zur *directen* Berechnung asymptotischer Tetraeder anwenden wollte, sich in seinen Papieren hätte finden lassen, was leider trotz sorgfältigen Suchens nicht gelungen ist; denn der S. 299 erwähnte Anfang eines Ansatzes zur directen Bestimmung eines asymptotischen Tetraeders giebt darüber keine Auskunft.

17.

UEBER DIE CLASSIFICATION DIOPTRISCHER SYSTEME.

Von HERMANN STRAUSS, Adjunct am Polytechnikum zu Budapest.

Vorgelegt der Akademie in der Sitzung vom 21. Mai 1900 durch das ord. Mitglied Alois Schuller.

Aus „Mathematikai és Természettudományi Értesítő". (Mathematischer und Naturwissenschaftlicher Anzeiger), Bd. XVIII, p. 200—232.

Die aus kugelförmigen brechenden Flächen zusammengesetzten Systeme pflegt man in Hinsicht auf ihre optische Wirkung in collective und dispansive Systeme einzutheilen. In dieser Benennung der Klassen herrscht allgemeine Uebereinstimmung, hingegen finden sich in deren Definitionen wesentliche Unterschiede und selbst unbedingt irrige Behauptungen; so wird z. B. im Falle einer einzelnen brechenden Fläche allgemein behauptet, dass eine collective Fläche die Convergenz einfallender Strahlen immer vergrössere, eine dispansive Fläche hingegen immer verringere; wie ich später nachweisen werde, ist diese Unterscheidung in derartiger Allgemeinheit unhaltbar und irrig.

Bei einem Systeme von brechenden Flächen gebrauchen viele Autoren die Benennung: collectiv und dispansiv dem Sinne des Wortes gemäss und auch der historischen Entwickelung entsprechend zur Unterscheidung dessen, ob parallel einfallende Strahlen nach der Brechung convergent oder divergent aus dem System austreten und betrachten als Erkennungszeichen hiervon das Vorzeichen der GAUSS'schen zweiten Brennweite. Diese Classification ist insofern fehlerhaft, als man aus dem Vorzeichen der zweiten Brennweite nicht darauf folgern kann, ob parallel

einfallende Strahlen aus dem System als convergente oder divergente Strahlen austreten, wie dies Prof. SCHULLER auf graphischem Wege nachgewiesen hat. Es ist also das Kriterium der Classification irrig gewählt und durch ein entsprechendes zu ersetzen.

Neuere Autoren vollführen die Classification der Systeme rein auf Grund des Vorzeichens der zweiten Brennweite; aus diesem Vorzeichen kann man aber nur auf die aufrechte oder verkehrte Lage der Bilder folgern, keineswegs auf die Richtungsänderungen, welche die Strahlen während der Brechung erlitten haben; dessenungeachtet benennen sie die entstandenen zwei Klassen „collective" resp. „dispansive Systeme", was meiner Ansicht nach sowohl vom historischen als auch physikalischen Standpunkte aus nicht zu billigen ist.

Diese Differenzen und zum Theile irrigen Behauptungen, welche bei der Definition collectiver und dispansiver Systeme auftreten, geben mir den Anlass, mich mit folgenden Fragen zu befassen:

1. Welche Eigenschaften der optischen Systeme eignen sich zweckmässig zu einer Classification derselben und welchen physikalischen Werth haben die so gewonnenen Classificationen?

2. Auf welche Weise geschieht die Bestimmung der als Basis der Classification gewählten Eigenschaft aus den gegebenen Constanten des Systems?

3. Inwiefern sind die gebräuchlichen Classificationen mangelhaft oder fehlerhaft?

I.

Für die Classification dioptrischer Systeme rücksichtlich ihrer optischen Wirkung sind nur jene Unterschiede maassgebend, welche sich in der durch sie verursachten Abbildung zeigen. Um diese Unterschiede auf mathematischem Wege bestimmen zu können, benöthigen wir solche allgemeine Formeln, welche die Abbildung der Systeme in jeder Beziehung vollkommen bestimmen. Die Abbildung können wir nur dann als vollkommen bestimmt betrachten, wenn das zu einem beliebigen Object gehörige Bild nicht nur seiner Lage, Grösse und Stellung nach bekannt ist, sondern wir müssen auch wissen, ob das Bild reell oder virtuell

ist und welcher Art die Richtungsänderungen sind, welche parallele Strahlen in dem System erleiden.

Prüfen wir nun die bekannten Fundamentalgleichungen der Abbildung, inwiefern sie geeignet sind, die Abbildung vollkommen zu bestimmen.

Man pflegt drei Grundformeln zu unterscheiden, die in verschiedener Form bekannt sind, je nachdem man die Object- und Bildweite entweder von den Brennebenen oder von den GAUSS-schen Hauptebenen, oder von einem beliebigen Paar conjugierter Ebenen rechnet. Hier genügt es, wenn wir die auf die Hauptebenen bezogenen Gleichungen vor Augen halten; bekanntlich ist dann die Relation zwischen Object- und Bildweite:

$$\frac{f'}{x'} + \frac{f}{x} = 1; \tag{1}$$

die Formel für die laterale Vergrösserung:

$$\frac{y'}{y} = -\frac{f}{x - f} = -\frac{x' - f'}{f'}; \tag{2}$$

und die der angularen Vergrösserung:

$$\frac{\operatorname{tg} u'}{\operatorname{tg} u} = \frac{x - f}{f'} = \frac{f}{x' - f'}. \tag{3}$$

Diese Formeln bestimmen im Falle einer einzelnen sphärischen brechenden Fläche die Abbildung vollkommen; die Gleichung (1) bestimmt nämlich nicht nur den Ort des Bildes, sondern sagt auch aus, ob es reell oder virtuell ist; denn bei einer einzelnen brechenden Fläche liegen die Hauptebenen in der brechenden Fläche, daher ist die von der zweiten Hauptebene gerechnete Bildweite (x') gleich dem Abstand des Bildes von der brechenden Fläche; aus ihrem Vorzeichen erfahren wir daher, auf welcher Seite der brechenden Fläche das Bild liegt, das heisst wir erfahren, ob es ein reelles oder virtuelles Bild ist. Gleichung (2) bestimmt die Grösse, sowie die aufrechte oder verkehrte Lage des Bildes in Bezug auf das Object. Gleichung (3) endlich bestimmt die Richtungsänderung, welche ein beliebiger einfallender Strahl durch die Brechung erleidet. Die drei Gleichungen zusammen bestimmen also vollständig die Abbildung, welche durch eine einzelne brechende Fläche erzeugt wird.

Hingegen kann man bei zusammengesetzten Systemen aus den auf die Hauptebenen bezogenen Gleichungen nur auf den Ort, Grösse und Stand des Bildes folgern, aber nicht auf seine Reellität oder Virtuellität und auch nicht auf die Richtungsänderung, die ein parallel einfallendes Strahlenbüschel bei dem Austritt aus dem System erleidet. Da nämlich die in den Gleichungen enthaltenen Abstände von den GAUSS'schen Hauptebenen gerechnet sind, so wird durch dieselben die Richtungsänderung der Strahlen und der Ort des Bildes in Bezug auf die zweite Hauptebene bestimmt; die Reellität oder Virtuellität des Bildes, sowie auch die Convergenzänderung der aus dem System austretenden Strahlen hängt aber nicht ab von der Lage der Hauptebenen, sondern allein von der Lage des Bildes, resp. der austretenden Strahlen in Bezug auf die letzte Brechungsfläche. Daher kann der auf die zweite Hauptebene bezogene Bildabstand nur in dem Falle aussagen, ob das Bild ein reelles oder virtuelles sei, wenn die zweite Hauptebene und die letzte Brechungsfläche des Systems zusammenfallen (z. B. bei einer einzelnen Brechungsfläche oder bei einer unendlich dünnen Linse).

Vom physikalischen Standpunkte aus halte ich es wünschenswerth, Formeln aufzustellen, mittelst deren man bei jedem optischen System leicht entscheiden kann, ob das einem beliebigen Object entsprechende Bild reell oder virtuell ist und ob ein parallel einfallendes Strahlenbüschel aus dem System austretend in Bezug auf die letzte Fläche convergent oder divergent ist. Entsprechende Formeln erhalten wir, wenn wir Object- und Bildabstand nicht von den Hauptebenen, auch nicht von den Brennebenen oder einem conjugierten Ebenenpaare rechnen, sondern von der ersten und resp. letzten Grenzfläche des brechenden Systems. Damit auch die Form der Gleichungen einfach sei, halte ich es für zweckmässig, den Abstand der Brennpunkte von den Grenzflächen zu benützen und in die Formeln einzuführen.

Zur geometrischen Ableitung der fraglichen Formeln benützen wir Fig. 1, wo ausser den gebräuchlichen Fundamentalpunkten noch die Grenzflächen des Systems angedeutet sind, von denen wir die Abstände rechnen wollen. Es sei der Abstand vom

Object von der vorderen Grenzfläche . . . . . $AS = -\xi$
Erster Brennpunkt von der vorderen Grenzfläche . $FS = -\tau$
Bild von der hinteren Grenzfläche . . . . . $A'S' = \xi'$
Zweiter Brennpunkt von der hinteren Grenzfläche $F'S' = \tau'$
Objectgrösse . . . . . $AB = y$
Bildgrösse . . . . . $A'B' = -y'$

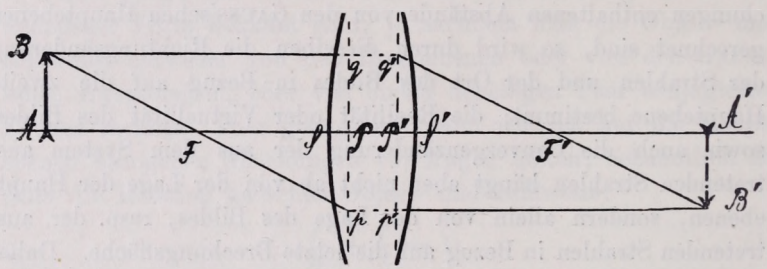


Fig. 1.

Nachdem

$$ABF\triangle \sim PpF\triangle$$

so ist

$$AF : FP = AB : Pp,$$

also

$$-(\xi - \tau) : -f = y : -y', \qquad (\alpha)$$

weil

$$Pp = P'p' = A'B' = -y';$$

ferner ist

$$A'B'F'\triangle \sim P'q'F'\triangle,$$

daher

$$P'q' : A'B' = P'F' : F'A',$$

also

$$y : -y' = f' : (\xi' - \tau'), \qquad (\beta)$$

weil

$$P'q' = Pq = AB = y.$$

Aus (α) und (β) ergiebt sich

$$-(\xi - \tau) : -f = f' : (\xi' - \tau')$$

woraus

$$(\xi - \tau)\cdot(\xi' - \tau') = f \cdot f'. \qquad (\gamma)$$

In dieser Formel bedeutet ξ' den Abstand des Bildes von der letzten Grenzfläche; infolge dessen entscheidet das Vorzeichen von ξ', ob das Bild reell oder virtuell ist. Rechnen wir die Abstände in der Fortpflanzungsrichtung des Lichtes mit positivem,

in der entgegengesetzten Richtung mit negativem Vorzeichen, so entspricht einem positiven ξ' ein reelles, einem negativen ξ' aber ein virtuelles Bild.

Wir haben also eine Relation (γ) zwischen Object- und Bildabstand gefunden, welche gegenüber den gebräuchlichen (auf die Hauptebenen oder Brennebenen oder einem Paar conjugierter Ebenen bezogenen) Formeln den Vortheil bietet, dass sie auch die Reellität oder Virtuellität des Bildes bestimmt und auch für den praktischen Gebrauch geeigneter ist, da die in derselben vorkommenden Abstände von den Grenzflächen gerechnet, also direct messbar sind (ohne dass wir die Lage der Hauptebenen kennen müssen, vorausgesetzt, dass wir die Brennweiten und die Abstände der Brennpunkte von den Grenzflächen entweder experimentell oder mathematisch bestimmt haben).

Auch die Formeln für die laterale und angulare Vergrösserung sind leicht aufzustellen für den Fall, dass die Abstände von den Grenzflächen gerechnet werden; die laterale Vergrösserung ergiebt sich aus den Proportionen unter (α) und (β)

$$\frac{y'}{y} = -\frac{f}{\xi - \tau} = -\frac{\xi' - \tau'}{f'};$$

die angulare Vergrösserung aber können wir aus der bekannten Formel $\frac{y'}{y} = -\frac{f \cdot \operatorname{tg} u}{f' \cdot \operatorname{tg} u'}$ berechnen, wenn wir in dieselbe den eben gefundenen Werth der lateralen Vergrösserung einsetzen; es ist dann

$$\frac{\operatorname{tg} u'}{\operatorname{tg} u} = -\frac{f}{f'} \cdot \frac{y}{y'} = \frac{\xi - \tau}{f'} = \frac{f}{\xi' - \tau'}.$$

Die auf die Grenzflächen des optischen Systems bezogenen Abbildungsgleichungen sind daher die folgenden

$$(\xi - \tau) \cdot (\xi' - \tau') = f \cdot f' \tag{4}$$

$$\frac{y'}{y} = -\frac{f}{\xi - \tau} = -\frac{\xi' - \tau'}{f'} \tag{5}$$

und

$$\frac{\operatorname{tg} u'}{\operatorname{tg} u} = \frac{\xi - \tau}{f'} = \frac{f}{\xi' - \tau'}. \tag{6}$$

Man kann sich leicht überzeugen, dass diese Formeln aus den auf die Hauptebenen bezogenen Gleichungen durch die Sub-

stitutionen $x = \xi + f - \tau$ und $x' = \xi' + f' - \tau'$ auch unmittelbar ableitbar sind.

Der Form nach sind diese Gleichungen ebenso einfach als die auf die Hauptebenen bezogenen, dabei ist aber ihre Anwendung leichter und natürlicher, weil die Abstände von den der Messung unmittelbar zugänglichen Grenzflächen gerechnet werden; ihr Hauptvortheil aber ist, dass sie die Abbildung eines beliebigen Systems vollkommen bestimmen, also eine entsprechende mathematische Basis zur Classification der Systeme liefern.

In den Formeln sind Constanten zweierlei Natur enthalten: einestheils die GAUSS'schen Brennweiten, anderntheils die Abstände der Brennpunkte von den entsprechenden Grenzflächen des Systems; diese letzteren wollen wir, weil sie auch charakteristisch für die Abbildung sind, „scheinbare Focusdistanz" (oder Scheitel-Focusabstand) nennen.

Da die in der Abbildung verschiedener Systeme sich zeigenden wesentlichen Unterschiede nur von den Vorzeichen dieser Constanten abhängen können, so können wir auch die Classification der Systeme den Constanten zweierlei Natur entsprechend auf zweierlei Basis vollführen: entweder auf Grund des Vorzeichens der GAUSS'schen Brennweiten, oder auf Grund des Vorzeichens der scheinbaren Focusdistanzen.

Der Werth der auf Grund des Vorzeichens der GAUSS'schen Brennweiten vollführten Classification besteht darin, dass durch das Vorzeichen der Brennweiten die aufrechte oder verkehrte Stellung der Bilder in Bezug auf das Object bestimmt wird. Dies folgt aus der Formel der lateralen Vergrösserung

$$\frac{y'}{y} = -\frac{f}{\xi - \tau} = -\frac{\xi' - \tau'}{f'}.$$

Die Formel zeigt, dass bei Systemen, deren zweite Brennweite positiv ist ($f' > 0$ daher $f < 0$), der von der ersten Brennebene links liegende Objectraum in verkehrter Stellung, der davon rechts liegende Objectraum in aufrechter Stellung abgebildet wird; ist hingegen die zweite Brennweite des Systems negativ ($f' < 0$, also $f > 0$), so wird der Objectraum links von der ersten Brennebene in aufrechter, rechts davon in verkehrter Stellung abgebildet, vorausgesetzt dass die Lichtstrahlen von links kommen und sich

nach rechts fortpflanzen. Die in die erste Klasse gehörigen Systeme ($f' > 0$) will ich „positive", die in die zweite Klasse gehörigen ($f' < 0$) „negative" Systeme nennen, welche Benennung sich auf das Vorzeichen der zweiten GAUSS'schen Brennweite des Systems bezieht.

Durch die auf Grund des Vorzeichens der „scheinbaren Focusdistanz" vollbrachte Classification wird festgestellt, ob das Bild eines unendlich weit entfernten Gegenstandes reell oder virtuell ist; es folgt dies aus Gleichung (4) $(\xi - \tau) \cdot (\xi' - \tau') = f \cdot f'$, wenn wir in derselben $\xi = -\infty$ setzen. Diese Classification lässt auf die Richtungsänderung folgern, welche parallel einfallende Strahlen im System erleiden: ist $\tau' > 0$, so ist der zweite Brennpunkt reell und parallel einfallende Strahlen werden durch die Brechung convergent; die in diese Klasse gehörigen Systeme ($\tau' > 0$) können wir „collective" nennen, zum Unterschiede von den „dispansiven", bei denen die zweite „scheinbare Focusdistanz" negativ ($\tau' < 0$) ist, also der zweite Brennpunkt virtuell ist und parallel einfallende Strahlen divergent aus dem System austreten.

Die Classification optischer Systeme ist also auf zweierlei Basis vollführbar: entweder auf Grund der aufrechten oder verkehrten Lage der Bilder, oder auf Grund der Richtungsänderung, welche parallel einfallende Strahlen durch die Brechung in dem System erleiden. Die erstere Classification führt zu den „positiven" und „negativen Systemen", welche sich in dem Vorzeichen der zweiten GAUSS'schen Brennweite unterscheiden; die letztere führt zu den „collectiven" und „dispansiven Systemen", deren Erkennungszeichen das positive, resp. negative Vorzeichen der zweiten „scheinbaren Focusdistanz" ist.

II.

Nachdem wir jene Eigenschaften gefunden haben, auf Grund deren eine zweckmässige Eintheilung dioptrischer Systeme möglich ist, wollen wir uns nun mit der Frage beschäftigen, wie wir das Criterium der einzelnen Klassen aus den optischen Constanten des Systems mathematisch bestimmen können, wo wir unter den optischen Constanten die Krümmungsradien der brechenden Flächen,

die Abstände der Flächen voneinander und die absoluten Brechungsexponenten der durch sie getrennten Medien verstehen.

Geschieht die Classification auf Grund des Vorzeichens der GAUSS'schen zweiten Brennweite, so kann man dieses Vorzeichen für jedes beliebig zusammengesetzte System mittels der bekannten Formel der zweiten Brennweite $f' = \frac{f_1' \cdot f_2'}{\Delta}$ auf bekannte Weise bestimmen; ohne mich deshalb weiter damit zu beschäftigen, gehe ich sogleich zur Bestimmung des Criteriums der collectiven und dispansiven Systeme aus den Constanten des Systems über.

Nach unserer Definition ist ein System collectiv, wenn dessen zweiter Hauptbrennpunkt reell ist, und dispansiv, wenn der zweite Hauptbrennpunkt virtuell ist. Das Erkennungszeichen hiervon ist das Vorzeichen der zweiten scheinbaren Focusdistanz: bei collectiven Systemen ist $\tau' > 0$, d. h. positiv, bei dispansiven $\tau' < 0$, also negativ.

Um die Relationen zwischen den scheinbaren Focusdistanzen und den Constanten des Systems aufstellen zu können, wollen wir zuerst ein nur aus zwei brechenden Flächen bestehendes System vor Augen halten.

Bezeichnen wir die Radien der brechenden Flächen mit r_1 und r_2, den Abstand der Scheitelpunkte der Kugelflächen voneinander (SS') mit d und die absoluten Brechungsexponenten der durch Kugelflächen getrennten Medien mit N_1, N_2 und N_3; aus diesen gegebenen Constanten des Systems können wir mittelst der bekannten Formeln:

$$f = -\frac{Nr}{N' - N} \quad \text{und} \quad f' = \frac{N'r}{N' - N}$$

die Brennweiten der einzelnen Flächen berechnen; nach Substituierung der entsprechenden Werthe erhalten wir

$$f_1 = -\frac{N_1 r_1}{N_2 - N_1}; \qquad f_1' = \frac{N_2 r_1}{N_2 - N_1}$$

$$f_2 = -\frac{N_2 r_2}{N_3 - N_2} \quad \text{und} \quad f_2' = \frac{N_3 r_2}{N_3 - N_2}.$$

Diese Brennweiten bezeichnen zugleich den Abstand des betreffenden Brennpunktes von dem Scheitelpunkte der zugehörigen brechenden Fläche als Anfangspunkt an gerechnet; ihre Vorzeichen

bestimmen daher die Lage der Brennpunkte zu der brechenden Fläche, es sind dies daher Grössen solcher Natur, wie die „scheinbaren Focusdistanzen“: ihr Vorzeichen entscheidet, ob die betreffende Fläche collectiv oder dispansiv ist.

Um bei einem aus zwei Kugelflächen bestehenden System die Lage der Hauptbrennpunkte zu den Grenzflächen bestimmen zu können, wollen wir vorerst den Abstand $\begin{matrix}\sigma\\ \sigma'\end{matrix}$ des $\begin{matrix}\text{ersten}\\ \text{zweiten}\end{matrix}$ Brennpunktes des Systems von dem $\begin{matrix}\text{ersten}\\ \text{zweiten}\end{matrix}$ Brennpunkte der $\begin{matrix}\text{vorderen}\\ \text{hinteren}\end{matrix}$ Grenzfläche an gerechnet bestimmen.

Bei der Berechnung müssen wir uns auf centrale Strahlen beschränken, für welche die brechende Fläche durch die zum Scheitel gezogene Tangentialebene ersetzbar ist, wie dies Fig. 2

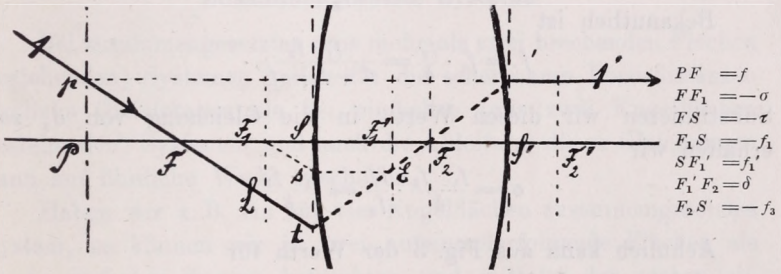


Fig. 2.

darstellt, in welcher alle Strahlen als centrale zu betrachten sind. In der Figur construierte ich den zu einem parallel der Axe austretenden Lichtstrahl (1′) zugehörigen einfallenden Strahl (1), dessen Schnittpunkt mit der Axe den ersten Brennpunkt des Systems liefert, seine Entfernung von F_1 ist der gesuchte Werth von σ.

Verlängern wir Strahl (1′) nach rückwärts, bis er den entsprechenden einfallenden Strahl (1) schneidet, so erhalten wir die Lage der ersten GAUSS'schen Hauptebene, von welcher aus wir jetzt die Objectabstände rechnen wollen.

In Fig. 2 ist

$$pPF\triangle \sim FF_1L\triangle$$

daher

$$PF : FF_1 = pP : F_1L$$

oder da

$$pP = s'S' \quad \text{und} \quad F_1L = st$$

so ist

$$f : -\sigma = s'S' : st; \tag{a}$$

ferner ist

$$s'S'F_2 \triangle \sim Est \triangle$$

daher

$$F_2S' : Es = s'S' : st$$

oder weil

$$Es = F_1'S = f_1'$$

so ist

$$-f_2 : f_1' = s'S' : st. \tag{b}$$

Aus (a) und (b) folgt:

$$f : -\sigma = -f_2 : f_1'$$

woraus

$$\sigma = f \cdot \frac{f_1'}{f_2}.$$

Bekanntlich ist

$$f = f_1 \cdot \frac{f_2}{\delta} = \frac{f_1 \cdot f_2}{d + f_2 - f_1'}.$$

Substituieren wir diesen Werth in die Gleichung von σ, so erhalten wir

$$\sigma = \frac{f_1 \cdot f_2}{\delta} \cdot \frac{f_1'}{f_2} = \frac{f_1 \cdot f_1'}{\delta}.$$

Aehnlich kann aus Fig. 3 der Werth für

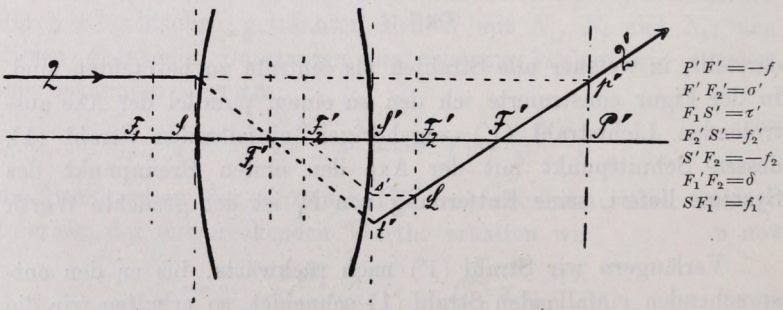


Fig. 3.

$$\sigma' = -\frac{f_2 \cdot f_2'}{\delta}$$

abgeleitet werden.

Ist σ und σ' bekannt, so können wir die „scheinbaren Focusdistanzen“ mittelst der Formeln

$$\tau = f_1 + \sigma \quad \text{und} \quad \tau' = f_2' + \sigma'$$

berechnen. Das aus zwei brechenden Flächen bestehende System wird also collectiv oder dispansiv sein, je nachdem

$$\tau' = f_2' - \frac{f_2 \cdot f_2'}{\delta} \gtrless 0.$$

Ob das System in verkehrter Lage collectiv oder dispansiv wirkt, erfahren wir durch das Vorzeichen von τ: haben τ und τ' verschiedene Vorzeichen, so ist das System in beiden Lagen collectiv, resp. dispansiv; haben τ und τ' gleiche Vorzeichen, so ist das System in der einen Stellung collectiv, in der verkehrten Stellung aber dispansiv.

Zusammengesetzte Systeme.

Bei zusammengesetzten (aus mehr als zwei brechenden Flächen bestehenden) Systemen gelten für die scheinbaren Focusdistanzen ähnliche Gleichungen als bei einfachen (aus zwei Kugelflächen bestehenden) Systemen und auch die Ableitung dieser Gleichungen kann auf ähnliche Weise geschehen.

Haben wir z. B. ein aus vier Kugelflächen zusammengesetztes System, so können wir je zwei aufeinanderfolgende Flächen als je ein einfaches System betrachten und mittelst der soeben abgeleiteten Formeln die scheinbaren Focusdistanzen dieser zwei einfachen Systeme bestimmen und dadurch feststellen, ob die Einzelsysteme collectiv oder dispansiv sind.

Um nun aus den Daten der Partialsysteme die scheinbaren Focusdistanzen des zusammengesetzten Systems berechnen zu können, wollen wir Fig. 4 und Fig. 5 benützen, aus welchen ersichtlich ist, dass die gesuchten Grössen durch die Gleichungen $\tau = \tau_1 + \sigma$ und $\tau' = \tau_2' + \sigma'$ gegeben sind; hier bedeutet $\begin{matrix}\tau_1 \\ \tau_2'\end{matrix}$ die $\begin{matrix}\text{erste} \\ \text{zweite}\end{matrix}$ scheinbare Focusdistanz des $\begin{matrix}\text{ersten} \\ \text{zweiten}\end{matrix}$ Partialsystems, welche mit Hülfe der früher abgeleiteten Formeln berechnet werden können. Jetzt ist noch der Werth von σ und σ' zu bestimmen; in Fig. 4 ist

$$pPF\triangle \sim FF_1L\triangle$$

daher

$$pP : LF_1 = PF : FF_1$$

aber

$$pP = p_2P_2 \quad \text{und} \quad LF = p_1'\pi_1'$$

also

$$p_2P_2 : p_1'\pi_1' = PF : FF_1. \qquad (\alpha)$$

Ferner ist

$$F_2p_2P_2 \triangle \sim Ep_1'\pi_1' \triangle$$

daher

$$p_2P_2 : p_1'\pi_1' = F_2P_2 : p_1'E$$

aber

$$p_1'E = P_1'F_1'$$

also

$$p_2P_2 : p_1'\pi_1' = F_2P_2 : P_1'F_1'. \qquad (\beta)$$

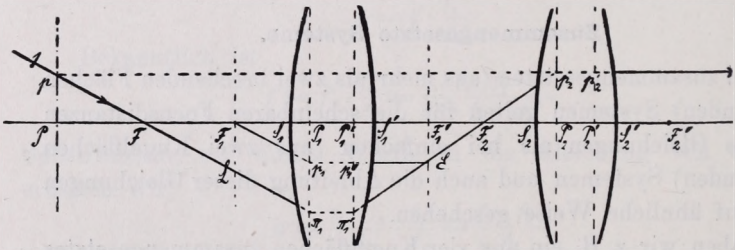


Fig. 4.

Aus (α) und (β) folgt

$$PF : FF_1 = F_2P_2 : P_1'F_1',$$

die entsprechenden Werthe substituierend $F : -\sigma = -F_2 : F_1'$, woraus

$$\sigma = \frac{F \cdot F_1'}{F_2};$$

bekanntlich ist aber

$$F = \frac{F_1 \cdot F_2}{\delta}$$

also

$$\sigma = \frac{F_1 \cdot F_2}{\delta} \cdot \frac{F_1'}{F_2} = \frac{F_1 \cdot F_1'}{\delta}.$$

Aehnlich finden wir aus Fig. 5

$$\sigma' = -\frac{F_2 \cdot F_2'}{\delta}.$$

In diesen Formeln bedeutet δ das sogenannte Intervall; bezeichnen wir $S_1'S_2 = D$, so ist $\delta = \overrightarrow{F_1'F_2} = D + \tau_2 - \tau_1'$.

Ist σ und σ' bekannt, so sind die scheinbaren Focusdistanzen des zusammengesetzten Systems:

$$\tau = \tau_1 + \sigma = \tau_1 + \frac{F_1 \cdot F_1}{\delta}$$

und

$$\tau' = \tau_2' + \sigma' = \tau_2' - \frac{F_2 \cdot F_2'}{\delta}.$$

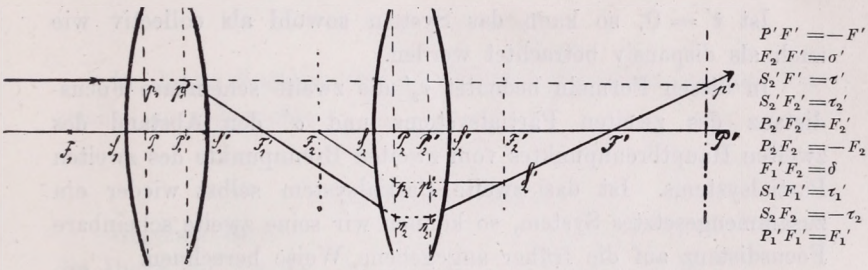


Fig. 5.

Die zur Berechnung nöthigen Grössen sind durch folgende Gleichungen gegeben:

$$F_1 = \frac{f_1 \cdot f_2}{\triangle_1}; \quad \tau_1 = f_1 + \sigma_1; \quad \sigma_1 = \frac{f_1 \cdot f_1'}{\triangle_1};$$

$$F_1' = -\frac{f_1' \cdot f_2'}{\triangle_1}; \quad \tau_1' = f_2' + \sigma_1'; \quad \sigma_1' = -\frac{f_2 \cdot f_2'}{\triangle_1};$$

$$F_2 = \frac{f_3 \cdot f_4}{\triangle_2}; \quad \tau_2 = f_3 + \sigma_2; \quad \sigma_2 = \frac{f_3 \cdot f_3'}{\triangle_2};$$

$$F_2' = -\frac{f_3' \cdot f_4'}{\triangle_2}; \quad \tau_2' = f_4' + \sigma_2'; \quad \sigma_2' = -\frac{f_4 \cdot f_4'}{\triangle_2};$$

$$\delta = D + \tau_2 - \tau_1'; \quad \triangle_1 = d_1 + f_2 - f_1'; \quad \triangle_2 = d_2 + f_4 - f_3'.$$

Hier bedeuten die kleinen f die Brennweiten der einzelnen brechenden Flächen, deren Bestimmung durch die Formeln auf Seite 316 geschieht.

Das System ist $\begin{matrix}\text{collectiv}\\ \text{dispansiv}\end{matrix}$, wenn das mit Hülfe obiger Formeln berechnete τ' $\begin{matrix}\text{positives}\\ \text{negatives}\end{matrix}$ Vorzeichen besitzt.

Unsere Formeln sind auch bei beliebig zusammengesetzten Systemen anwendbar, denn jedes System kann schliesslich als aus zwei einfachen Partialsystemen bestehend betrachtet werden, also aus solchen, für welche wir obige Formeln abgeleitet haben; wir können daher sagen, ein beliebig zusammengesetztes System ist

collectiv,	wenn	$\tau' = \tau_2' + \sigma' > 0$
dispansiv	„	$\tau' = \tau_2' + \sigma' < 0$
teleskopisch	„	$\tau' = \infty$.

Ist $\tau' = 0$, so kann das System sowohl als collectiv wie auch als dispansiv betrachtet werden.

In diesen Formeln bedeutet τ_2' die zweite scheinbare Focusdistanz des zweiten Partialsystems und σ' den Abstand des zweiten Hauptbrennpunktes vom zweiten Brennpunkte des zweiten Partialsystems. Ist das zweite Partialsystem selbst wieder ein zusammengesetztes System, so können wir seine zweite scheinbare Focusdistanz auf die früher angegebene Weise berechnen.

Dass diese Formeln nicht nur für zusammengesetzte Systeme, sondern auch für einfache Systeme und selbst für einzelne brechende Flächen gültig sind, ist leicht einzusehen; denn bei einfachen Systemen fällt die zweite scheinbare Focusdistanz des zweiten Partialsystems zusammen mit der zweiten Brennweite der zweiten brechenden Kugelfläche, es ist also $\tau_2' = f_2'$ und daher die Focusdistanz $\tau' = f_2' + \sigma'$ in vollkommener Uebereinstimmung mit der für einfache Systeme abgeleiteten Formel.

Im Falle einer einzelnen brechenden Fläche ist $\tau_2' = f'$ und $\sigma' = 0$, also $\tau' = f'$.

Nachdem wir nun das allgemeine Criterium aufgestellt haben, mittelst dessen auf rein mathematischem Wege aus den Constanten des Systems berechnet werden kann, ob das System collectiv oder dispansiv ist, können wir die uns gestellte Aufgabe als gelöst betrachten. Im Folgenden wollen wir unsere Formeln auf die optischen Linsen anwenden, um den Einfluss der Linsendicke auf die Collectivität oder Dispansivität der Linse zu bestimmen.

Bevor ich auf die speciellen Fälle übergehe, will ich bemerken, dass ich von nun an den Brechungsexponenten des ersten und letzten Mediums als gleich voraussetze (wie dies grösstentheils

der Fall ist) und dass ich die Radien der einzelnen brechenden Flächen mit positivem oder negativem Vorzeichen in Rechnung ziehe, je nachdem die einfallenden Lichtstrahlen auf die convexe oder concave Seite der brechenden Fläche auffallen.

Zur Berechnung dienen folgende Formeln:

$$\tau' = f_2' + \sigma'; \quad \sigma' = -\frac{f_2 \cdot f_2'}{\delta}; \quad f_1 = -\frac{N \cdot r_1}{N' - N}; \quad f_2 = \frac{N' \cdot r_2}{N' - N}$$

$$\tau = f_1 + \sigma; \quad \sigma = \frac{f_1 \cdot f_1'}{\delta}; \quad f_1' = \frac{N' \cdot r_1}{N' - N}; \quad f_2' = -\frac{N \cdot r_2}{N' - N}$$

$$\delta = d + f_2 - f_1'.$$

In diesen Formeln ist jede Grösse mit ihrem eigenen Vorzeichen zu gebrauchen.

Biconvexe Linsen.

Gegeben sind:

die Dicke der Linse . . . . . d

die Krümmungsradien der vorderen und hinteren brechenden Flächen . . . . . r_1 und $-r_2$

die Brechungsexponenten der aufeinanderfolgenden Medien . . . . . $N\ N'\ N$.

Wir setzen voraus $N' > N$, dann ist:

$$f_1 = -\frac{N r_1}{N' - N} < 0; \quad f_2 = -\frac{N' r_2}{N' - N} < 0.$$

$$f_1' = \frac{N' r_1}{N' - N} > 0; \quad f_2' = \frac{N r_2}{N' - N} > 0.$$

$$\tau' = f_2' + \sigma' = f_2' - \frac{f_2 \cdot f_2'}{\delta} = f_2'\left(1 - \frac{f_2}{\delta}\right) = f_2'\left(1 + \frac{|f_2|}{\delta}\right).$$

Hier bedeutet $|f_2|$ den absoluten Werth von f_2; da $f_2' > 0$, so ist für das Vorzeichen von τ' allein das Vorzeichen des Intervalls δ maassgebend.

a) Ist $\delta > 0$, so ist $\tau' > 0$, also die biconvexe Linse in diesem Falle collectiv; aber wenn $\delta = d + f_2 - f_1' > 0$, so ist $d > f_1' - f_2$ oder den Werth der Brennweiten einsetzend:

$$d > \frac{N' r_1}{N' - N} + \frac{N' r_2}{N' - N} = \frac{N'(r_1 + r_2)}{N' - N}.$$

Dividieren wir Zähler und Nenner durch N und setzen $\frac{N'}{N} = n$, wo n den relativen Brechungsindex bedeutet, so ist

$$\tau' > 0, \quad \text{wenn} \quad d > \frac{\frac{N'}{N}(r_1 + r_2)}{\frac{N'}{N} - 1} = \frac{n(r_1 + r_2)}{n - 1}.$$

b) Ist $\delta < 0$, dann ist

$$\tau' = f_2' \left(1 + \frac{|f_2|}{-|\delta|}\right) = f_2' \left(1 - \left|\frac{f_2}{\delta}\right|\right),$$

also $\tau' > 0$, wenn

$$1 > \left|\frac{f_2}{\delta}\right| \quad \text{oder} \quad |\delta| > |f_2|;$$

es ist aber

$$|\delta| = -\delta = -d - f_2 + f_1' > |f_2|$$

und

$$f_2 < 0,$$

also

$$-d + |f_2| + f_1' > |f_2|.$$

Bei negativem δ ist daher $\tau' > 0$, wenn $f_1' > d$. Doch ist

$$f_1' = \frac{N' r_1}{N' - N} = \frac{\frac{N'}{N} r_1}{\frac{N'}{N} - 1} = \frac{n r_1}{n - 1},$$

also ist bei negativem δ nur dann $\tau' > 0$, wenn $d < \frac{n r_1}{n - 1}$.

Beide Fälle zusammenfassend sehen wir, dass eine biconvexe Linse collectiv ist, wenn

$$f_1' - f_2 < d < f_1' \quad \text{oder auch} \quad \frac{n(r_1 + r_2)}{n - 1} < d < \frac{n r_1}{n - 1}$$

und dispansiv, wenn

$$f_1' - f_2 > d > f_1', \quad \text{d. h.} \quad \frac{n(r_1 + r_2)}{n - 1} > d > \frac{n r_1}{n - 1}.$$

Noch zwei specielle Fälle sind möglich:

$$d = f_1' \qquad \text{dann ist} \quad \tau' = 0$$

und

$$d = f_1' - f_2 \quad \text{dann ist} \quad \tau' = \infty.$$

In beiden Fällen kann man die biconvexe Linse mit gleichem Recht sowohl für collectiv als für dispansiv halten; im zweiten

Falle, wo $\tau' = \infty$, bildet die biconvexe Linse ein telescopisches System.

Wollen wir wissen, ob die fragliche biconvexe Linse in verkehrter Stellung collectiv oder dispansiv ist, so müssen wir das Vorzeichen von τ bestimmen aus der Formel:

$$\tau = f_1 + \sigma = f_1 + \frac{f_1 \cdot f_1'}{\delta} = f_1\left(1 + \frac{f_1'}{\delta}\right).$$

Auf ähnliche Weise finden wir, dass in verkehrter Lage die biconvexe Linse collectiv ist, wenn

$$f_1' + |f_2| < d < |f_2|$$

und dispansiv, wenn

$$f_1' + |f_2| > d > |f_2|.$$

Vergleichen wir dieses Resultat mit dem in der ersten Lage gefundenen, so können wir sagen, die biconvexe Linse ist in beiden Lagen collectiv, sobald ihre Dicke entweder grösser ist als die Summe der absoluten Werthe der beiden inneren Brennweiten (f_1' und f_2), oder geringer, als der absolute Werth der kleineren inneren Brennweite. (Vgl. SCHULLER, Math. és phys. lapok 1900, IV, p. 158.)

Biconcave Linsen.

Gegeben sind:

die Dicke der Linse . . . . . d

die Krümmungsradien der brechenden Flächen . $-r_1$ und $+r_2$

die Brechungsexponenten der aufeinander folgenden Medien . . . . . $N\,N'\,N$.

Ist

$$N' > N,$$

so ist

$$f_1 = \frac{Nr_1}{N'-N} > 0; \quad f_2 = \frac{N'r_2}{N'-N} > 0$$

$$f_1' = -\frac{N'r_1}{N'-N} < 0; \quad f_2' = -\frac{Nr_2}{N'-N} < 0$$

und

$$\delta = d + f_2 - f_1' > 0.$$

Wir können leicht nachweisen, dass eine biconcave Linse bei jeder Dicke dispansiv ist; denn

$$\tau' = f_2' + \sigma' = f_2' - \frac{f_2 \cdot f_2'}{\delta} = f_2'\left(1 - \frac{f_2}{\delta}\right) = f_2'\left(\frac{\delta - f_2}{\delta}\right)$$

$$= \frac{f_2'}{\delta}(d + f_2 - f_1' - f_2) = \frac{f_2'}{\delta} \cdot (d - f_1').$$

Es ist aber

$$f_2' < 0; \quad f_1' < 0; \quad \delta > 0,$$

also

$$\tau' = -\left|\frac{f_2'}{\delta}\right| \cdot (d + |f_1'|) < 0.$$

Aehnlich finden wir, dass

$$\tau = \frac{f_1}{\delta}(d + f_2) > 0,$$

weil alle in der Formel vorkommenden Grössen positiv sind; folglich bildet eine biconcave Linse bei jeder Dicke und in jeder Lage ein dispansives System.

Planconvexe Linsen.

Fallen die Strahlen auf die convexe Seite der Linse, so ist der Krümmungsradius der vorderen Fläche . . . r_1,
der Krümmungsradius der hinteren Fläche . . . $r_2 = -\infty$.

Ist

$$N' > N,$$

so ist

$$f_1 = -\frac{Nr_1}{N' - N} < 0; \quad f_2 = -\infty < 0$$

$$f_1' = \frac{N'r_1}{N' - N} > 0; \quad f_2' = \infty > 0$$

und

$$\delta = d + f_2 - f_1' = -\infty$$

$\tau' = f_2' - \frac{f_2 f_2'}{\delta}$, also ist $\tau' > 0$, wenn $f_2' > \left|\frac{f_2 f_2'}{\delta}\right|$

oder

$$1 > \left|\frac{f_2}{\delta}\right|$$

$$|\delta| > |f_2|$$

$$|\delta| = -\delta = -d - f_2 + f_1' > |f_2|,$$

doch ist

$$f_2 < 0, \text{ also } -d + |f_2| + f_1' > |f_2|,$$

daher ist

$$\tau' > 0, \quad \text{wenn} \quad f_1' > d$$
$$\tau' < 0 \quad \text{„} \quad f_1' < d$$
$$\tau' = 0 \quad \text{„} \quad f_1' = d.$$

Für den Werth von τ finden wir, dass er immer negativ $\tau < 0$ ist; fallen daher die Strahlen auf die ebene Fläche, so wirkt die planconvexe Linse immer collectiv. Beide Fälle zusammenfassend können wir sagen, dass eine planconvexe Linse in jeder Stellung collectiv ist, sobald ihre Dicke kleiner ist, als die innere Brennweite der convexen Fläche, d. h. wenn

$$d < f_1'; \quad \text{doch ist} \quad f_1' = \frac{N'r}{N'-N} = \frac{nr_1}{n-1},$$

die planconvexe Linse ist also in jeder Lage collectiv, wenn

$$d < \frac{nr_1}{n-1}.$$

Planconcave Linsen.

Fallen die Strahlen zuerst auf die concave Fläche, so ist

der Radius der vorderen Fläche . . . . . $= -r_1$,

der Radius der rückwärtigen Fläche . . . . . $r_2 = -\infty$.

Ist

$$N' > N,$$

so ist

$$f_1 = \frac{Nr_1}{N'-N} > 0; \quad f_2 = -\infty < 0$$

$$f_1' = -\frac{N'r_1}{N'-N} < 0; \quad f_2' = +\infty > 0.$$

Benützen wir folgende Formel der zweiten scheinbaren Focusdistanz:

$$\tau' = \frac{f_2'}{\delta}(d - f_1');$$

gegenwärtig ist

$$f_2' > 0; \quad \delta < 0 \quad \text{und} \quad f_1' < 0,$$

also

$$\tau' = -\left|\frac{f_2'}{\delta}\right| \cdot (d + |f_1'|) < 0,$$

d. h. die Linse ist dispansiv.

Weiter ist

$$\tau = \left| \frac{f_1}{\delta} \right| \cdot (d + |f_2|) > 0.$$

Folglich wirkt eine planconcave Linse bei jeder Dicke und in jeder Lage dispansiv.

Meniscuse.

Fallen die Strahlen zuerst auf die convexe Seite der Linse, so ist der Radius der vorderen Fläche . . . . . r_1, der Radius der rückwärtigen Fläche . . . . . r_2.

Ist

$$N' > N,$$

so ist

$$f_1 = -\frac{Nr_1}{N'-N} < 0; \quad f_2 = \frac{N'r_2}{N'-N} > 0$$

$$f_1' = \frac{N'r_1}{N'-N} > 0; \quad f_2' = -\frac{Nr_2}{N'-N} < 0.$$

Es ist

$$\tau' = f_2' - \frac{f_2 f_2'}{\delta} = f_2' \left(1 - \frac{f_2}{\delta}\right),$$

also gegenwärtig

$$\tau' = -|f_2'| \cdot \left(1 - \frac{|f_2|}{\delta}\right).$$

Es sei

a) $\delta < 0$, d. h. $d + f_2 - f_1' < 0$,

also

$$d < f_1' - f_2,$$

dann ist

$$\tau' = -|f_2'| \cdot \left(1 + \left|\frac{f_2}{\delta}\right|\right),$$

also

$$\tau' < 0.$$

b) $\delta > 0$, d. h. $d + f_2 - f_1' > 0$,

also

$$d > f_1' - f_2,$$

dann ist

$$\tau' = -|f_2'| \cdot \left(1 - \left|\frac{f_2}{\delta}\right|\right).$$

Es ist also $\tau' > 0$, wenn

$$1 < \frac{|f_2|}{|\delta|}$$

$$|\delta| < |f_2|$$

$$d + |f_2| - |f_1'| < |f_2$$

$$d < |f_1'|.$$

Fallen also die Strahlen auf die convexe Seite des Meniscus, so ist die Linse collectiv, wenn

$$f_1' > d > f_1' - f_2$$

und dispansiv, wenn

$$f_1' < d < f_1' - f_2.$$

Die Formel der ersten scheinbaren Focusdistanz ist

$$\tau = \frac{f_1}{\delta}(d + f_2),$$

also gegenwärtig

$$\tau = -\frac{|f_1|}{\delta}(d + |f_2|).$$

Es sei

a)
$$\delta = d + f_2 - f_1' < 0,$$

d. h.

$$d < f_1' - f_2,$$

dann ist

$$\tau = \left|\frac{f_1}{\delta}\right| \cdot (d + |f_2|) > 0.$$

b)
$$\delta = d + f_2 - f_1' > 0,$$

d. h.

$$d > f_1' - f_2,$$

dann ist

$$\tau < 0.$$

Fallen also die Strahlen auf die concave Seite einer concav-convexen Linse, so ist dieselbe collectiv, solange

$$d > f_1' - f_2$$

und dispansiv, wenn

$$d < f_1' - f_2.$$

Diese Resultate zusammenfassend können wir sagen, ein Meniscus ist in beiden Stellungen collectiv, wenn die Dicke der Linse kleiner ist als die innere Brennweite ihrer convexen Fläche, aber grösser als die Differenz zwischen der inneren Brennweite der convexen Fläche und der äusseren Brennweite der concaven Fläche; im entgegengesetzten Falle ist die Linse dispansiv.

Graphische Darstellung der scheinbaren Focusdistanzen.

Aendert sich bei einer optischen Linse nur die Dicke, während die Brechungsexponenten der Medien und die Krümmungsradien der brechenden Kugelflächen unverändert bleiben, so können

wir die entsprechende scheinbare Focusdistanz als eine Function der Linsendicke auch graphisch darstellen.

Wenn wir in einem rechtwinkligen Coordinatensystem auf der Abscissenaxe die veränderliche Dicke der Linse auftragen und die entsprechende scheinbare Focusdistanz zur Ordinate machen, so erhalten wir eine gleichseitige Hyperbel bezogen auf ein solches rechtwinkliges Coordinatensystem, dessen Axen gegen die Asymptoten der Hyperbel parallel verschoben sind.

Es ist nämlich

$$\tau' = f_2' + \sigma' \quad \text{und} \quad \sigma' = -\frac{f_2 \cdot f_2'}{\delta},$$

also

$$\sigma' \cdot \delta = -f_2 \cdot f_2'.$$

Ist die Linse in einem homogenen Medium, z. B. in Luft, so ist

$$f_2 = -\frac{N' r_2}{N - N'} = \frac{\frac{N'}{N} r_2}{\frac{N'}{N} - 1} = \frac{n r_2}{n - 1}$$

und

$$f_2' = \frac{N r_2}{N - N'} = -\frac{r_2}{\frac{N'}{N} - 1} = -\frac{r_2}{n - 1},$$

wo n den relativen Brechungsindex der beiden Medien bezeichnet

$$\left(n = \frac{N'}{N}\right).$$

Ist jetzt n, r_1 und r_2 constant, so können wir schreiben

$$\sigma' \cdot \delta = -f_2 \cdot f_2' = -\frac{n r_2}{n - 1} \cdot -\frac{r_2}{n - 1} = \frac{n r_2^2}{(n - 1)^2} = \frac{a^2}{2} = \text{const.}$$

Aber dies ist die Gleichung einer gleichseitigen Hyperbel, bezogen auf die Asymptoten als Coordinaten; „a“ bezeichnet die halbe reelle Axe der Hyperbel, die wir aus den Constanten der Linse berechnen können, und zwar ist

$$a = \pm \frac{r_2}{n - 1} \sqrt{2n}.$$

Wollen wir nicht δ und σ' zu Coordinatenaxen wählen, sondern die Dicke „d“ der Linse und die entsprechende scheinbare Focusdistanz „τ'“, so ist dieses neue Coordinatensystem gegen das vorige

parallel verschoben und die Coordinaten seines Anfangspunktes können wir aus den Gleichungen

$$\tau' = f_2' + \sigma' \quad \text{und} \quad \delta = d + f_2 - f_1'$$

bestimmen, wenn wir in dieselben $\tau' = 0$ und $d = 0$ einsetzen; die alten Coordinaten des neuen Anfangspunktes sind also

$$\sigma'_{\tau'=0} = -f_2' \quad \text{und} \quad \delta_{d=0} = f_2 - f_1'.$$

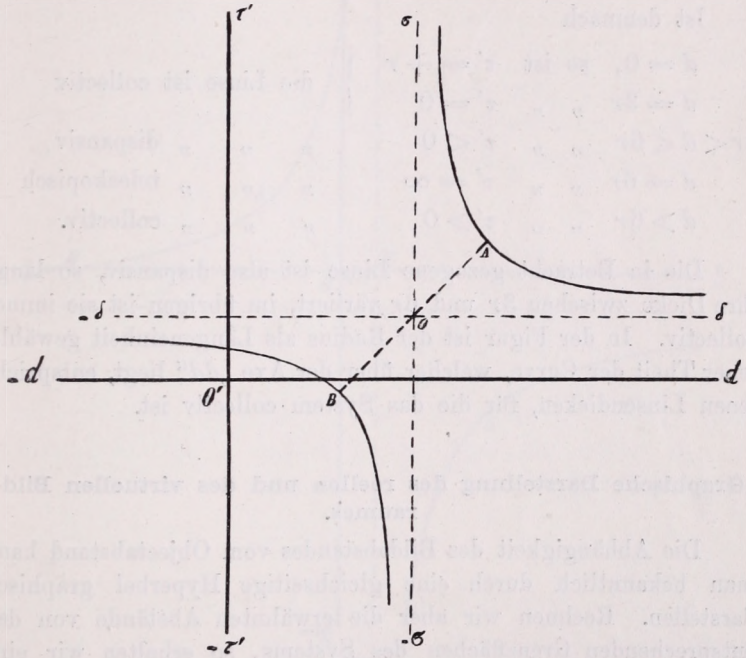


Fig. 6.

Weil wir in diesem neuen Coordinatensystem auf der Abscissenaxe die veränderliche Dicke der Linse messen und auf der Ordinatenaxe die entsprechende scheinbare Focusdistanz, so können wir mittelst der Curve auf graphischem Wege die zu jeder Linsendicke gehörige scheinbare Focusdistanz bestimmen und zwar sowohl nach Grösse als auch nach Vorzeichen, welch letzteres zu erkennen giebt, ob die Linse bei der fraglichen Dicke collectiv oder dispansiv ist.

Fig. 6 zeigt uns die Verhältnisse bei einer symmetrischen

biconvexen Linse, bei der die Krümmungsradien der beiden brechenden Flächen gleich gross sind; der relative Brechungsexponent der Linse ist gleich $n = \frac{3}{2}$ angenommen; dann kann man die Gleichung der zweiten scheinbaren Focusdistanz ($\tau' = f_2' + \sigma'$) auf folgende Form bringen:

$$\tau' = \frac{2r(d-3r)}{d-6r}.$$

Ist demnach

$d = 0$,	so ist	$\tau' = +r$	die Linse ist collectiv
$d = 3r$	„ „	$\tau' = 0$	
$3r < d < 6r$	„ „	$\tau' < 0$	„ „ „ dispansiv
$d = 6r$	„ „	$\tau' = \infty$	„ „ „ teleskopisch
$d > 6r$	„ „	$\tau' > 0$	„ „ „ collectiv.

Die in Betracht gezogene Linse ist also dispansiv, so lange ihre Dicke zwischen $3r$ und $6r$ variiert, im übrigen ist sie immer collectiv. In der Figur ist der Radius als Längeneinheit gewählt; jener Theil der Curve, welcher über der Axe „dd“ liegt, entspricht jenen Linsendicken, für die das System collectiv ist.

Graphische Darstellung des reellen und des virtuellen Bildraumes.

Die Abhängigkeit des Bildabstandes vom Objectabstand kann man bekanntlich durch eine gleichseitige Hyperbel graphisch darstellen. Rechnen wir aber die erwähnten Abstände von den entsprechenden Grenzflächen des Systems, so erhalten wir eine Curve, die uns nicht nur über die Grössenverhältnisse zwischen Object- und Bildabstand Aufschluss giebt, sondern auch über die Lage des reellen und des virtuellen Bildraumes, indem jener Theil der Curve, welcher $\begin{matrix}\text{über}\\ \text{unter}\end{matrix}$ der Abscissenaxe liegt, dem $\begin{matrix}\text{reellen}\\ \text{virtuellen}\end{matrix}$ Bildraume entspricht.

Messen wir nämlich in einem rechtwinkligen Coordinatensystem auf der Abscissenaxe die von der ersten Grenzfläche des Systems gerechneten Objectabstände und tragen die zugehörigen, von der letzten Grenzfläche an gerechneten Bildabstände als

Ordinaten auf, so erhalten wir eine gleichseitige Hyperbel, deren Asymptoten zu den Axen des Coordinatensystems um die Grössen τ' und τ parallel verschoben sind, wie man dies aus Gleichung (4)

$$(\xi - \tau) \cdot (\xi' - \tau') = F \cdot F'$$

leicht folgern kann.

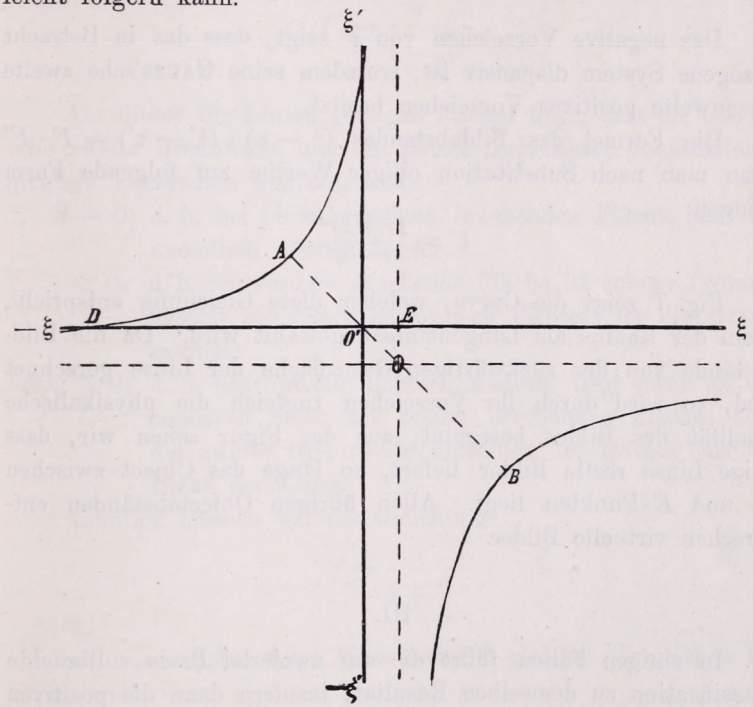


Fig. 7.

In Fig. 7 construierte ich die entsprechende Curve für eine symmetrische biconvexe Linse, bei der die Krümmungsradien der beiden brechenden Flächen gleiche absolute Grösse besitzen; der relative Brechungsexponent der Linse wurde zu $n = \frac{3}{2}$ und der Abstand der Grenzflächen von einander (d. h. die Linsendicke) gleich dem vierfachen Krümmungsradius angenommen; die gegebenen Constanten der Linse sind also die folgenden:

$$\frac{N'}{N} = n = \tfrac{3}{2}; \quad |r_1| = -|r_2| = r \quad \text{und} \quad d = 4r.$$

Durch die auf Seite 316 befindlichen Formeln erhalten wir folgende Werthe:

$$f_1 = -2r; \quad f_1' = 3r; \quad f_2 = -3r; \quad f_2' = 2r;$$
$$f = \frac{6r^2}{d-6r} = -3r; \quad f' = +3r; \quad \tau = +r; \quad \tau' = -r.$$

Das negative Vorzeichen von τ' zeigt, dass das in Betracht gezogene System dispansiv ist, trotzdem seine GAUSS'sche zweite Brennweite positives Vorzeichen besitzt.

Die Formel des Bildabstandes $(\xi - \tau) \cdot (\xi' - \tau') = F \cdot F'$ kann man nach Substitution obiger Werthe auf folgende Form bringen:

$$\xi' = \frac{\xi r + 8r^2}{r - \xi}.$$

Fig. 7 zeigt die Curve, welcher diese Gleichung entspricht, wenn der Radius als Längeneinheit gewählt wird. Da die Bildabstände von der rückwärtigen Grenzfläche der Linse gerechnet sind, so wird durch ihr Vorzeichen zugleich die physikalische Qualität des Bildes bestimmt; aus der Figur sehen wir, dass obige Linse reelle Bilder liefert, so lange das Object zwischen D- und E-Punkten liegt. Allen übrigen Objectabständen entsprechen virtuelle Bilder.

III.

In einigen Fällen führt die auf zweierlei Basis vollbrachte Classification zu demselben Resultat, insofern dann die positiven Systeme zugleich collectiv, die negativen zugleich dispansiv sind. Um dies zu zeigen, wollen wir die zweite Brennweite des Systems als Function der zweiten scheinbaren Focusdistanz ausdrücken, was sehr leicht geschehen kann, im Falle man sich auf nur aus zwei brechenden Flächen bestehende Systeme, also auf die optischen Linsen beschränkt. Ist „d" die Dicke der Linse, so ist

$$\tau' = f_2' - \frac{f_2 \cdot f_2'}{d + f_2 - f_1'} = \frac{f_2'(d - f_1')}{d + f_2 - f_1'},$$

woraus

$$\frac{f_2'}{d + f_2 - f_1'} = \frac{\tau'}{d + f_1'}.$$

Substituieren wir diesen Werth in die Formel der GAUSS-schen zweiten Brennweite:

$$f' = -\frac{f_1' \cdot f_2'}{d + f_2 - f_1'} = -f_1' \cdot \frac{\tau'}{d - f_1'} = \frac{\tau'}{1 - \frac{d}{f_1'}},$$

also ist

$$f' = \frac{\tau'}{1 - \frac{d}{f_1'}}.$$

Aus dieser für Linsen gültigen Formel folgt, dass die GAUSS-sche zweite Brennweite und die zweite „scheinbare Focusdistanz" gleiches Vorzeichen besitzen, wenn

1. $d = 0$, d. h. bei einer einzelnen brechenden Fläche oder bei unendlich dünnen Linsen.
2. $f_1' < 0$, d. h. die vordere brechende Fläche ist concav (vorausgesetzt die Linse ist optisch dichter als die Grenzmedien).
3. $f_1' > d$, d. h. das optisch dichtere Medium liegt zwar an der concaven Seite der ersten brechenden Fläche, aber die zweite Brennweite derselben ist grösser als die Dicke der Linse.

Aehnlich können wir die Gleichung

$$f = \frac{\tau}{1 + \frac{d}{f_2}}$$

ableiten, aus welcher folgt, dass f und τ gleiches Vorzeichen besitzen, wenn

1. $d = 0$; 2. $f_2 > 0$; 3. $f_2 < 0$ aber $d < |f_2|$.

Diese Resultate zusammenfassend können wir sagen, dass bei idealen Linsen, ferner bei biconvexen Linsen, sowie bei einer einzelnen brechenden Fläche die GAUSS'schen Brennweiten immer dasselbe Vorzeichen besitzen wie die entsprechenden scheinbaren Focusdistanzen; dasselbe ist auch der Fall bei allen Linsen, bei welchen die Brennpunkte beider Grenzflächen nicht im Innern der Linse liegen. In den erwähnten Fällen ist ein positives System zugleich auch collectiv ($F' > 0$ und $\tau' > 0$), ein negatives zugleich auch dispansiv ($F' < 0$ und $\tau' < 0$); man kann daher

sagen, dass in diesen Fällen das Vorzeichen der GAUSS'schen zweiten Brennweite nicht nur die Stellung der Bilder bestimmt, sondern auch entscheidet, ob der zweite Brennpunkt des Systems reell oder imaginär ist.

Bei anderen Linsen oder bei aus mehreren brechenden Flächen bestehenden Systemen decken sich hingegen diese Klassen im allgemeinen nicht mehr; A. SCHULLER hat graphisch nachgewiesen, dass man aus dem Vorzeichen der zweiten Brennweite nicht darauf schliessen kann, ob das System collectiv oder dispansiv ist; denn ein System kann collectiv sein (nämlich reellen zweiten Brennpunkt haben), trotzdem seine zweite Brennweite negativ ist, und umgekehrt: kann dispansiv sein bei positiver Brennweite.

Aus obigen Formeln und dem bisher Gesagten erhellt, dass man die Klassen der auf zweierlei Grundlage vollführten Classificationen von einander scharf unterscheiden muss: die positive und negative Brennweite entscheidet im allgemeinen nur über die Stellung der Bilder und giebt keinen Aufschluss, ob der zweite Brennpunkt reell oder virtuell ist.

Wollen wir daher die Classification optischer Systeme nach demselben Princip vornehmen wie bei einer brechenden Fläche, d. h. wenn wir der historischen Entwickelung und dem Namen entsprechend $\begin{matrix}\text{collectiv}\\ \text{dispansiv}\end{matrix}$ jenes System nennen wollen, bei welchem die parallel einfallenden Strahlen aus dem System austretend in einem $\begin{matrix}\text{reellen}\\ \text{virtuellen}\end{matrix}$ Punkte vereinigt werden, so wird die Collectivität oder Dispansivität des Systems nicht durch das Vorzeichen der zweiten GAUSS'schen Brennweite bestimmt, wie dies insbesondere ältere Lehrbücher (auch MÜLLER-POUILLET u. a.) fälschlich behaupten, sondern durch das Vorzeichen der scheinbaren Focusdistanz (die zur Berechnung derselben dienenden Formeln siehe Seite 321 u. 322).

Weil das Vorzeichen der GAUSS'schen Brennweiten über die Natur der Brennpunkte nicht entscheidet, so lassen neuere Autoren die Eintheilung der Systeme auf Grund der Qualität des zweiten Brennpunktes gänzlich fallen und führen die Classification rein

nur auf Grund des Vorzeichens der zweiten Brennweite aus und betonen dabei, dass diese Eintheilung nur über die Stellung der Bilder Aufschluss giebt (WINKELMANN, „Handbuch d. Physik" II, 1, pag. 49; auch das inzwischen erschienene „Lehrbuch d. Optik" von DRUDE, pag. 26). Gegen diese Eintheilung ist nichts einzuwenden, aber die entstandenen zwei Klassen der Systeme (Systeme mit positiver, resp. negativer zweiter Brennweite) mit den Namen collectiv und dispansiv zu bezeichnen, halte ich weder für zweckmässig, noch für physikalisch gerechtfertigt. Es ist zwar wahr, dass man vom mathematischen Standpunkte aus keinerlei Einwand dagegen erheben kann, die Systeme mit positiver zweiter Brennweite collective und jene mit negativer Brennweite dispansive zu nennen; denn diese Benennung ist vollkommen zutreffend, sobald wir die Aenderungen in der Convergenz der gebrochenen Strahlen auf die zweite Hauptebene des Systems beziehen. Jedoch vom physikalischen Standpunkte aus müssen wir die Aenderungen in der Convergenz der gebrochenen Strahlen auf die letzte brechende Fläche beziehen, welche allein für die Reellität und Virtuellität der Bilder maassgebend ist.

Die Benennung collectiv und dispansiv ist im allgemeinen vorsichtig zu gebrauchen, selbst dann, wenn man die collectiven Systeme nicht mit den positiven und die dispansiven Systeme nicht mit den negativen Systemen verwechselt; denn aus der Benennung könnte man folgern, dass ein collectives System die einfallenden Strahlen immer convergenter, ein dispansives hingegen immer divergenter mache, wie dies auch viele, ja im Falle einzelner brechenden Flächen sämmtliche mir bekannte Autoren behaupten (HELMHOLTZ, Handbuch d. phys. Opt., pag. 62—63; MÜLLER-POUILLET, 9. Ausgabe II, 1, 1, p. 155; WINKELMANN, Handbuch d. Phys. II, 1, p. 74 u. s. w.). Diese Behauptung ist aber falsch, was ich für eine einzelne brechende Fläche mathematisch beweisen will.

Zu diesem Zwecke benütze ich die bekannte Gleichung der angulären Vergrösserung:

$$\frac{\operatorname{tg} u'}{\operatorname{tg} u} = \frac{x - F}{F''}.$$

In dieser Formel bedeutet u den Winkel, welchen der ein-

fallende Strahl mit der Axe des Systems einschliesst und der Scheitelpunkt dieses u-Winkel ist in einem Abstande x von der ersten Hauptebene; u' bezeichnet den Winkel, welchen der gebrochene Strahl mit der Axe einschliesst; diese Winkel sind mit positivem Vorzeichen zu nehmen, wenn der Strahl in der Richtung des Uhrzeigers um den Scheitelpunkt des Winkels gedreht werden muss, damit er den Winkelraum durchmesse; im entgegengesetzten Falle ist das Vorzeichen negativ.

1. Wenden wir die Formel zuerst auf eine brechende Fläche an, an deren concaven Seite das optisch dichtere Medium sei, also auf eine sogenannte collective Fläche, bei der bekanntlich

$$F<0;\quad F'>0\quad \text{und}\quad F'>|F|.$$

Obige Formel können wir daher auch folgendermaassen schreiben:

$$\frac{\operatorname{tg} u'}{\operatorname{tg} u}=\frac{x+|F|}{|F'|}.$$

Analysieren wir jetzt diese Gleichung:

α) $x>0$, d. h. die einfallenden Strahlen sind convergent; die Gleichung zeigt, dass bei positivem x die Winkel u und u' gleiches Vorzeichen haben, d. h. auch die gebrochenen Strahlen sind convergent; aber es ist

$$u'\gtreqless u,$$

je nachdem

$$x+|F|\gtreqless|F'|$$

doch ist

$$F'+F=|F'|-|F|=r,$$

wo r den Krümmungsradius der brechenden Fläche bezeichnet, folglich ist

$$u'\gtreqless u,\quad \text{wenn}\quad x\gtreqless r.$$

β) $x<0$, d. h. aus einem Punkte kommende Strahlen fallen (divergent) auf die Fläche; es ist ersichtlich, dass die Winkel u und u' bei negativem x solange gleiches Vorzeichen haben, als $|F|>|x|$ und dann ist auch $|u'|<|u|$; hingegen haben die Winkel entgegengesetztes Vorzeichen, wenn $|F|<|x|$.

Auf Grund dieser mathematischen Betrachtungen können wir daher sagen, dass eine collective Brechungsfläche die convergent einfallenden Strahlen entweder mehr oder weniger convergent macht, je nachdem die verlängert gedachten einfallenden Strahlen die Axe hinter dem Krümmungsmittelpunkte schneiden oder vor demselben (also im Raume zwischen dem Scheitelpunkt und dem Krümmungsmittelpunkt der Fläche); die divergent einfallenden Strahlen werden durch die Brechung an collectiven Flächen immer weniger divergent oder auch convergent, je nachdem sie von einem innerhalb oder ausserhalb des ersten Brennpunktes gelegenen Punkte ausgehen.

2. Das zweite Medium ist wieder optisch dichter, liegt jetzt aber an der convexen Seite der brechenden Kugelfläche, also eine sogenannte Zerstreuungsfläche, bei welcher bekanntlich

$$F > 0; \quad F' < 0 \quad \text{und} \quad |F'| > F,$$

daher unsere Formel

$$\frac{\operatorname{tg} u'}{\operatorname{tg} u} = -\frac{x - |F|}{|F'|} = \frac{|F| - x}{|F'|}.$$

Es sei

α) $x < 0$, d. h. die einfallenden Strahlen sind divergent, dann haben u' und u gleiches Vorzeichen, d. h. auch die gebrochenen Strahlen sind divergent, aber es ist

$$u' \gtreqless u, \quad \text{je nachdem} \quad |F| + |x| \gtreqless |F'|,$$

doch ist

$$|F'| - |F| = |r|:$$

also ist

$$u' \gtreqless u, \quad \text{je nachdem} \quad |x| \gtreqless |r|.$$

β) $x > 0$, d. h. die einfallenden Strahlen sind convergent, dann haben u und u'

gleiches / entgegengesetztes Vorzeichen, solange $|F| > x$ / $|F| < x$ und damit ist $u' < u$ / $u' \gtreqless u$.

Alles zusammenfassend können wir daher sagen: Eine collective brechende Fläche verringert immer die Divergenz von divergierend einfallenden Strahlen, die Convergenz convergent einfallen-

der Strahlen kann sie hingegen sowohl vergrössern, wie auch verringern; eine dispansive Brechungsfläche verringert immer die Convergenz convergent einfallender Strahlen, während sie die Divergenz divergenter Strahlen sowohl vermehren wie auch verringern kann.

Die Behauptung, dass eine collective Brechungsfläche die einfallenden Strahlen immer convergenter, eine dispansive immer divergenter mache als sie vor der Brechung waren, ist daher falsch.

Aehnlich kann man auch bei zusammengesetzten Systemen, z. B. bei Linsen, nachweisen, dass die Behauptung: collective Systeme vermehren die Convergenz, dispansive verringern die Convergenz der Strahlen, unhaltbar und falsch ist; streng gerechtfertigt ist daher nur die folgende Definition: parallel einfallenden Strahlen entsprechen bei einem Collectivsystem convergent austretende, bei einem dispansiven System divergent austretende gebrochene Strahlen.

18.

DIE EYLAISARTEN UNGARNS.*

Von Dr. E. v. DADAY, c. Mitglied der ungar. wissenschaftl. Akademie.

Vorgelegt der Akademie in der Sitzung vom 17. December 1900.

(Mit 8 Figuren im Text.)

Von dem mathematisch-naturwissenschaftlichen ständigen Comité der III. Klasse der ungarischen wissenschaftlichen Akademie wurde mir der Auftrag, eine Monographie der ungarischen *Hydrachniden* auszuarbeiten. Um diesem Auftrage zu entsprechen, sammelte ich in verschiedenen Theilen des Landes, damit ich über ein möglichst reiches Material verfügen könne. Obgleich ich jedoch thunlichst beflissen war, die Arbeit möglichst bald herzustellen, kann ich dennoch nicht hoffen, dieselbe in Kürze als vollendetes Ganze vorzulegen. Bei gegenwärtiger Gelegenheit beschränke ich mich, gewissermaassen als vorläufige Mittheilung auf die Schilderung einer Gattung der ungarischen *Hydrachniden*, und zwar der Arten des Genus *Eylais*, indem ich zugleich einige neue Arten beschreibe und gelegentliche Bemerkungen daran knüpfe.

Aus der Fauna Ungarns war lange Zeit nur *Eylais extendens* (O. F. M.) bekannt in dem Sinne, in welchem dieselbe bis zum Auftreten F. KOENIKE's betrachtet wurde, und zwar bis zum Jahre 1899, als R. PIERSIG aus dem Teiche der Husz-Parkes in Poprád eine gut charakterisierte neue Art unter dem Namen *Eylais bisinuosa* beschrieb. Dies veranlasste mich, mit dem Resultate meiner Sammlungen und Untersuchungen hervorzutreten,

* Dieser Gattungsname wurde in jüngster Zeit von R. PIERSIG mit *Eulais* richtiggestellt. (Das Thierreich. 13. Lief., pag. 14.)

wenngleich auch nur im Gefolge einer Aufzeichnung der bisher bekannten Arten und Fundorte.

Bevor ich jedoch zu den Details übergehe, muss ich bemerken, dass ich mich hinsichtlich der Wahl der Artcharaktere im ganzen genommen der Auffassung PIERSIG's anschliesse. Als wichtigsten Artcharakter betrachte auch ich die Form, Grösse und Structur der Augenbrillen. Die relative Grösse der Palpenglieder, sowie die in der Bewehrung mit Borsten und Dornen sich zeigende Mannigfaltigkeit derselben betrachte ich nicht und kann ich nicht als so wesentlich betrachten. In dieser Auffassung bestärkt mich der Umstand, dass ich die Anzahl und Situierung der an andern Gliedern sich zeigenden Borsten und Dornen nicht nur individuell, sondern auch an der rechten und linken Palpe eines und desselben Individuums schwankend fand. Als sehr guter Fingerzeig bei der Unterscheidung der Arten dient auch das männliche Begattungsorgan, welches jedoch erst nach dem Auskochen in Kalilauge und bei sorgsamer Präparierung sichtbar wird. Nicht selten aber kann bei der Unterscheidung der Arten auch die ganze Mundvorrichtung, insbesondere die Form und Structur des Oesophagus Aufschlüsse bieten, obgleich all diese Merkmale, wie schon PIERSIG bemerkte, zuweilen auch individuell differieren. Auch die feinere Structur der Haut, sowie die Form der Geschlechtsöffnung zeigt bei einzelnen Arten einige Verschiedenheit.

Ueber den Unterschied zwischen den Männchen und Weibchen finden sich in der Literatur bisher so gut wie keinerlei Angaben. Im Verlaufe meiner Untersuchungen gelangte ich zu der Ueberzeugung, dass zwischen den beiden Geschlechtern der *Eylais*arten ein ziemlich leicht erkennbarer Unterschied herrscht. Dieser Unterschied offenbart sich in erster Reihe in der Körpergrösse, denn nach meinen Erfahrungen ist das Männchen stets viel kleiner, als das Weibchen. Weit wichtiger und auffallender ist aber die Verschiedenheit, welche sich in der Behaarung der Füsse des Männchens und Weibchens zeigt. Während nämlich beim Weibchen das dritte bis fünfte Glied der drei vorderen Fusspaare bloss an der oberen Seite Schwimmhaare tragen, sind dieselben beim Männchen auch an der unteren Seite mit derlei Borsten bewehrt.

Verzeichniss der Arten.

1. *Eylais bisinuosa* Piers.

Aus Ungarn zuerst von R. Piersig, auf Grund der im Teich des Husz-Parkes in Poprád gesammelten Exemplare im Jahre 1899 verzeichnet. Ich fand sie bei Budapest (Lágymányos), Ó-Buda, Zircz.

2. *Eylais emarginata* Piers.

Fundorte: Csáktornya, Kolozsmonostor, Muraszerdahely. Unter den mir vorliegenden Exemplaren fand ich auch zwei Männchen.

3. *Eylais hungarica* n. sp.

Fig. 1, *a—f.*

Körper eiförmig, jedoch vorn nur wenig spitzer, als hinten. Körperlänge 3 mm, Breite 2,2 mm. Haut ungekörnt, Farbe un-

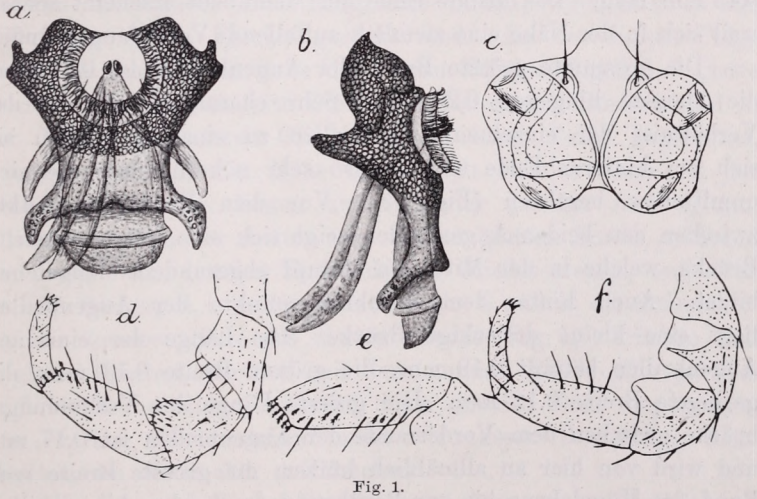


Fig. 1.

bekannt; denn es lagen mir bloss in Spiritus conservierte Exemplare vor.

Das Maxillarorgan vom Vorderrand der Mundscheibe bis zum Hinterrand 0,36 mm lang, bei 0,48 mm grösster Breite. Die Mundscheibe ist kreisförmig, mit dem grössten Durchmesser von 0,22 mm, der Umkreis derselben ist dicht porös, im übrigen

erscheint das ganze Maxillarorgan porenlos und bloss an den Fortsätzen zeigen sich einige kleinere Poren, welche eine netzartige Structur aufweisen. Die Maxillarplatte ist in der Mitte des Vorderrandes ziemlich breit, doch seicht gebuchtet (Fig. 1*a*), die an beiden Seiten der Bucht liegenden Hügelchen sind stumpf abgerundet; der Hinterrand in der Mitte schwach vertieft, die Seitenfortsätze ziemlich breit, mit der Spitze nach hinten blickend. Der Oesophagus ist schlauchförmig, von der Mundöffnung an allmählich verbreitert, im hinteren Viertel mit einem gut entwickelten Gürtel umgeben und zugleich hier am breitesten; die Länge desselben 0,4 mm, die grösste Breite 0,24 mm; der hintere Theil desselben ist stumpf abgerundet. Von der Seite gesehen (Fig. 1*b*) ist die unter der Mundscheibe gelegene Partie des Maxillarorgans etwas vertieft und einem Sattel ähnlich. Die Luftsäcke sind länger als der Oesophagus, säbelförmig, am Ende ein wenig zugespitzt, 0,43 mm lang. Das distale Ende der Mandibeln erscheint scharf, weil sich in der Nähe eine ziemlich auffallende Vertiefung befindet.

Die gesammte grösste Breite der Augenbrillen ist 0,31 mm, die kleinste hingegen 0,26 mm. Sehr charakteristisch ist das Verhältniss der einzelnen Augenbrillen zu einander, indem sie sich am hinteren Ende einander so sehr nähern, dass sie sich unmittelbar berühren (Fig. 1*c*). Vor dem Berührungspunkte zwischen den beiden Augenbrillen zeigt sich eine gut entwickelte Brücke, welche in der Mitte ein stumpf abgerundetes Hügelchen bildet. Auch hinter dem Berührungspunkte der Augenbrillen liegt eine kleine dreieckige Brücke. Die Länge der einzelnen Augenbrillen beträgt 0,19 mm, die grösste Breite 0,13 mm, die geringste Breite 0,12 mm. Die grösste Länge der Verbindungsbrücke zwischen dem Vorderrande der Augenbrillen ist 0,17 mm und wird von hier an allmählich kürzer; die grösste Breite vom Rand des Hügelchens bis zur Berührung der beiden Augenbrillen beträgt 0,025 mm. Die einzelnen Augenbrillen sind nierenförmig, das hintere Ende jedoch breiter abgerundet. Die vorderen Linsen gleichen einem Kegel mit breit abgerundeter Spitze, die hinteren sind breit spindelförmig.

Die Palpen sind verhältnissmässig dick, 1,0 mm lang; die Länge der einzelnen Glieder ist folgende: die des ersten Gliedes

0,17 mm, des zweiten 0,18 mm, des dritten 0,2 mm, des vierten 0,35 mm, des fünften 0,2 mm. Das distale obere Ende des ersten Gliedes ist etwas verlängert, mit einer Borste bewehrt (Fig. 1*d, f*). Das zweite Glied ist gegen das distale Ende stark verbreitert, das untere Ende ziemlich vortretend, an der inneren Seite, dem Endrand entlang mit 6—7 glatten Borsten versehen (Fig. 1*d*). Das distale untere Ende des dritten Gliedes ist etwas vorstehend, stumpf abgerundet, an der inneren Seite sitzen 16—18 kurze Borsten, die glatt oder fein gefiedert sind (Fig. 1*d*). Das proximale Ende des vierten Gliedes ist dünn, das erste Drittel am dicksten, von da an gegen das distale Ende allmählich verjüngt, an der inneren Seite der rechten Palpe (Fig. 1*d*) sitzen 7 glatte und 8 kurze gefiederte Borsten; zwei der letzteren sind in der Reihe der glatten Borsten, die übrigen aber an dem distalen Endrande situiert, wogegen fünf der glatten Borsten in der Nähe des unteren Gliedrandes eine Längsreihe bilden, zwei aber in die Nähe des oberen Randes gerückt sind. An der linken Palpe stehen an der inneren Seite des vierten Gliedes (Fig. 1*e*) 6 glatte Borsten und 13 gefiederte Dornen; 4 der glatten Borsten sind in der Nähe des unteren Gliedrandes in einer Reihe angeordnet, wogegen zwei in der Nähe des oberen Randes sitzen; 2 der gefiederten Dornen liegen zwischen der zweiten und dritten, 2 aber zwischen der dritten und vierten glatten Borste, während die übrigen am distalen Endrande des Gliedes stehen, und zwar in zwei Reihen, d. i. in der inneren Reihe 3 und in der äusseren 6. An der äusseren Seite des vierten Gliedes (Fig. 1*f*) erheben sich 8 glatte Borsten, deren 6 mit dem unteren Rande eine parallel laufende Reihe bilden, während 2 am distalen Ende emporragen. Am fünften Gliede stehen innen wie aussen 3 kräftige feine Borsten, am Ende aber 4 Zähnchen.

Die Füsse sind verhältnissmässig dünn, von verschiedener Länge; der erste Fuss ist 1,73 mm, der zweite 2,12 mm, der dritte 1,29 mm, der vierte aber 2,68 mm lang. Die zwei letzten Glieder der Füsse sind unten mit glatten und gefiederten Borsten dicht besetzt.

Fundort: Félegyháza, wo das Thier in den sodahaltigen Wässern lebt; es liegt mir jedoch nur ein Exemplar vor.

Diese neue Art steht am nächsten zu *Eylais infundibulifera* KOEN., insbesondere dadurch, dass die verbindende Brücke zwischen den beiden Augenbrillen am Vorderrande ein Hügelchen mit abgerundeter Spitze bildet, unterscheidet sich jedoch von derselben dadurch, dass die Augenbrillen hinten einander berühren und dass die Palpenglieder anders beborstet sind.

4. *Eylais dubia* n. sp.

Fig. 2, *a—c.*

Der Körper ist eiförmig, hinten weit stumpfer abgerundet als vorn und hier ziemlich zugespitzt; die Länge 1,8—2,1 mm, die Breite 1—1,5 mm.

Die Haut erscheint fein granuliert. Farbe unbekannt, weil ich bloss in Spiritus conservierte Exemplare untersuchte.

Die Länge des Maxillarorgans beträgt vom Vorderrand der Mundscheibe bis zum Hinterrand 0,33 mm, die grösste Breite 0,31 mm.

Die Mundscheibe ist kreisförmig mit 0,2 mm Durchmesser; der Umkreis derselben ziemlich dicht mit Poren besetzt und deshalb netzartig erscheinend. Der Vorderrand des Maxillarorgans ist in der Mitte schwach gebuchtet, die an beiden Seiten der Bucht stehenden Hügel sind stumpf abgerundet, der Hinterrand gerade abgeschnitten, die Seitenfortsätze ziemlich kurz, spärlich porös. Seitlich gesehen erscheint das Maxillarorgan sattelförmig und ist hinter der Mundscheibe etwas vertieft. Der Oesophagus ist schlauchförmig, nach hinten allmählich verbreitert, das Ende ziemlich spitz abgerundet und trägt einen schwachen Cuticularring. Länge 0,3 mm, grösste Breite 0,14 mm. Die Luftsäcke sind relativ sehr kurz, das Ende derselben schlauchförmig, 0,2 mm lang.

Die grösste Breite der ganzen Augenbrille ist 0,19 mm. Die einzelnen Augenbrillen sind annähernd gerade nierenförmig, an beiden Enden nahezu gleichmässig abgerundet (Fig. 2*a*); die innere Seite fast gerade, die äussere in der Mitte schwach ausgebuchtet; 0,17 mm lang, 0,085 mm breit. Die Brücke zwischen beiden Augenbrillen ist sehr kurz — 0,021 mm, — bildet vorn eine kurze, spitz zulaufende Erhöhung und ist hinten gerade ab-

geschnitten. Dieselbe ist jedoch nicht in ihrer ganzen Ausdehnung gleich breit, weil die Basis der Augenborsten eine ziemlich grosse Partie occupiert. Ihre Breite von der Kuppe der vorderen Erhöhung bis zum Hinterrande ist 0,11 mm. Die vorderen Linsen sind spitz abgerundeten, mit breiter Basis versehenen Kegeln vergleichbar, die hinteren einigermassen elliptisch. Die Augenborsten erheben sich ziemlich entfernt von dem Vorderrand der Verbindungsbrücke, ihre Basis ist kahnförmig und einestheils in den Augenbrillen, anderntheils in der Brücke fundiert.

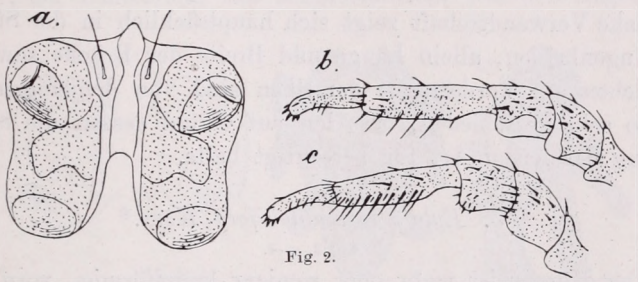


Fig. 2.

Die Palpen sind ziemlich lang und kräftig; ihre ganze Länge beträgt 0,84 mm. Die Länge der einzelnen Glieder ist folgende: erstes Glied 0,1 mm, zweites Glied 0,15 mm, drittes Glied 0,15 mm, viertes Glied 0,28 mm, fünftes Glied 0,16 mm. Das erste Glied ist gegen das distale Ende verdickt, die obere Spitze jedoch gerade geschnitten. Das zweite Glied ist dick, das distale untere Ende abgerundet, jedoch nicht vorstehend, an der äusseren Seite (Fig. 2*b*) mit mehreren glatten Borsten, an der inneren Seite, am distalen Endrande 5—7 glatte Borsten (Fig. 2*c*). Das dritte Glied ist am distalen unteren Ende abgerundet, jedoch nicht vorstehend, an der Aussenseite stehen mehrere Borsten (Fig. 2*b*), wogegen die Innenseite am distalen unteren Ende mit 7—8 glatten oder gefiederten Dornen bewehrt ist (Fig. 2*c*). Das proximale Ende am vierten Gliede ist dünn, das erste Drittel dicker, von da an gegen das distale Ende allmählich verjüngt; an der Aussenseite sind 10 glatte Borsten, deren 6 entlang des Unterrandes stehen, 4 dagegen paarweise an das distale Ende gerückt sind (Fig. 2*b*). An der Innenseite, den Unterrand entlang, sitzen

10—11 glatte Borsten und zwischen denselben zerstreut 6—8 gefiederte Dornen (Fig. 2*c*). Das fünfte Glied ist gegen das Ende allmählich verjüngt, am distalen Ende etwas gekrümmt, an der Aussen- und Innenseite mit 3—4 kräftigen Dornen und an der Spitze mit 5—7 Zähnchen bewehrt (Fig. 2*b*, *c*).

Die Füsse sind fast gleich dick von folgender Länge: der erste Fuss 1,6 mm, der zweite 1,8 mm, der dritte 1,95 mm, der vierte 2,1 mm.

Männchen fand ich nicht.

Diese Art steht der *Eylais infundibulifera* KOEN. sehr nahe. Die nahe Verwandtschaft zeigt sich hauptsächlich in der Structur der Augenbrillen, allein Länge und Breite der Brücke sowie das Hügelchen am Vorderrande derselben sind von denjenigen jener Art so sehr verschieden, dass ich auf Grund dessen die Sonderstellung der neuen Art für berechtigt halte.

5. *Eylais infundibulifera* KOEN.*

Fig. 3, *a—e*.

Der Körper ist mehr oder weniger kugelförmig, vorn etwas spitzer abgerundet; Länge 2,8 mm, Breite 2 mm.

Die Haut ist glatt, nicht granuliert. Farbe nicht bekannt, weil mir nur in Spiritus conservierte Exemplare zu Gebote standen.

Die Länge des Maxillarorgans beträgt vom Vorderrand der Mundscheibe bis zum Hinterrande 0,31 mm, seine grösste Breite 0,38 mm. Die Mundscheibe ist im ganzen kreisförmig, der Unterrand aber gebuchtet (Fig. 3*b*), der grösste Durchmesser 0,18 mm, der Umkreis derselben ist ziemlich dicht porös, bezw. netzartig. Der Vorderrand des Maxillarorgans ist ziemlich ausgebuchtet, die zu beiden Seiten der Bucht sich erhebenden Hügel sind spitz abgerundet, der Hinterrand wellig, und zwar liegt das Wellenthal gerade in der Mitte. Die Seitenfortsätze sind ziemlich kurz, breit, spärlich porös (Fig. 3*b*). Seitlich gesehen ist das Maxillarorgan unter der Mundscheibe schwach vertieft (Fig. 3*c*). Der Oesophagus ist schlauchförmig, im hinteren Drittel am breitesten, trägt im hinteren Viertel einen Cuticularring, das hintere Ende spitz ab-

* Von R. PIERSIG unter dem Namen *Eulais Dadayi* erwähnt. (Das Thierreich. 13. Lief., pag. 308.)

gerundet, 0,36 mm lang, bei 0,16 mm grösster Breite. Die Luftsäcke sind ziemlich kurz, schmal, schlauchförmig, 0,33 mm lang.

Die grösste Breite der ganzen Augenbrille ist 0,33 mm, die Länge der einzelnen Augenbrillen 0,21 mm, die Breite derselben 0,125 mm, ihre Aussenseite schwach gerundet, der Innenrand in der Mitte etwas vertieft, an der Basis der Augenborsten zugespitzt (Fig. 3*a*). Die Brücke am Vorder- und Hinterrand am längsten (0,14—0,22 mm), in der Mitte 0,11 mm lang. In der Mitte des Vorderrandes erhebt sich ein Hügelchen mit stumpf abgerundeter Kuppe, der Hinterrand tief ausgeschnitten, von der Hügelkuppe

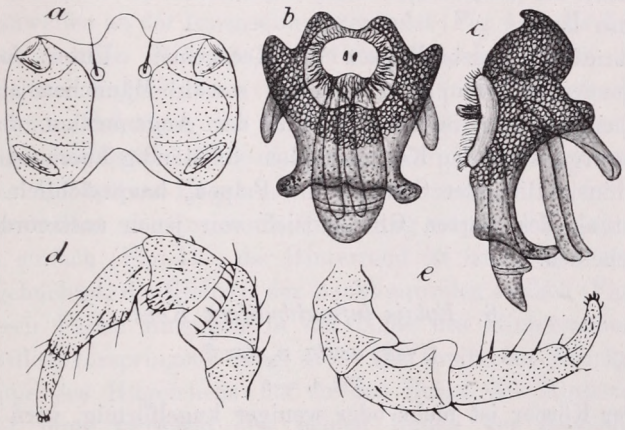


Fig. 3.

bis zu der Bucht des Hinterrandes 0,17—0,19 mm breit. Die vorderen Augenlinsen gleichen stumpf abgerundeten Kegeln, die hinteren sind kahnförmig. Die Basis der Augenborsten ist kreisförmig, vom Vorderrand der Brücke abgerückt.

Die Palpen sind ziemlich kräftig, 0,96 mm lang; die einzelnen Glieder von folgender Länge: das erste 0,12 mm, das zweite 0,14 mm, das dritte 0,25 mm, das vierte 0,3 mm, das fünfte 0,15 mm. Das distale obere Ende des ersten Gliedes ist stumpf gerundet. Das distale Ende des zweiten Gliedes ist etwas vortretend, ziemlich stumpf gerundet, am inneren Endrande mit 7—9 glatten Borsten versehen (Fig. 3*d*). Das distale untere Ende des dritten Gliedes ist ziemlich vorstehend, stumpf gerundet, aussen mit einer glatten

Borste (Fig. 3*e*), innen mit 12—14 kurzen Dornen bewehrt (Fig. 3*d*). Das vierte Glied der linken Palpe trägt innen 6—7 dolchförmige und 4 gezähnte, kurze Borsten, deren 3 am distalen Ende sitzen (Fig. 3*d*), dasjenige der rechten Palpe innen mit 6—9 dolchförmigen und 6 gefiederten Dornen bewehrt, deren 4 am distalen Ende situiert sind. Das vierte Glied der rechten Palpe trägt an der Aussenseite 5—6 dolchförmige Borsten (Fig. 3*e*), dasjenige der linken Palpe ist ausserdem mit einem gefiederten Dorn versehen.

Die Füsse sind relativ dünn und lang, und zwar der erste 1,84 mm, der zweite 1,96 mm, der dritte 2,1 mm, der vierte 2,33 mm lang.

Fundort: Puszta-Bugacz bei Kecskemét. Unter den mir vorliegenden 8 Exemplaren fand ich sowohl Männchen als auch Weibchen, welche in der Structur der Augenbrillen und des Maxillarorgans mit den KOENIKE'schen vollständig übereinstimmen, allein hinsichtlich der Structur der Palpen, hauptsächlich in der Beborstung des vierten Gliedes sich von jenen ausserordentlich unterscheiden.

6. *Eylais infundibulifera* KOEN.

var. *acuta* n. var.*

Fig. 4, *a—f*.

Der Körper ist mehr oder weniger kugelförmig, vorn jedoch spitzer abgerundet als hinten. Länge 1,8—2,2 mm, grösste Breite 1,2—1,8 mm.

Die Haut ist fein granuliert. Farbe unbekannt, weil ich nur in Spiritus conservierte Exemplare besitze.

Das Maxillarorgan (Fig. 4*a, b*) ist vom Vorderrand bis zum Hinterrand der Mundscheibe 0,16—0,28 mm lang bei einer grössten Breite von 0,25—0,28 mm. Die Mundscheibe ist regulär kreisförmig, ihr grösster Durchmesser 0,15 mm. Der Vorderrand des Maxillarorgans bald stärker, bald schwächer vertieft, die beiden Seitenerhebungen der Vertiefung stumpf gerundet (Fig. 4*a*), der Hinterrand in der Mitte stark ausgebuchtet, beiderseits mit einem

* Von R. PIERSIG unter dem Namen *Eulais acuta Dad.* als selbständige Art angenommen. (Das Thierreich. 13. Lief., pag. 308.)

stumpf abgerundeten Hügelchen, die Seitenfortsätze sehr kurz und schmal. Der Umkreis der Mundscheibe ist dicht porös, bezw. netzartig. Seitlich gesehen ist die Maxillarplatte unter der Mundscheibe schwach vertieft (Fig. 4*b*). Der Oesophagus ist schlauchförmig, das vordere Viertel dünn, sodann plötzlich verbreitert, mit einem Cuticularring, das hintere Ende stumpf abgerundet, 0,25 mm lang bei einer grössten Breite von 0,12—0,13 mm. Die Luftsäcke sind schlauchförmig, weit kürzer als der Oesophagus, 0,18 mm lang.

Die grösste Breite der ganzen Augenbrille beträgt 0,09 bis 0,22 mm. Die einzelnen Augenbrillen sind im ganzen nierenförmig, zuweilen an der Innenseite abgerundet (Fig. 4*c*); die Aussenseite aber in allen Fällen in der Mitte schwach vertieft. Länge der einzelnen Augenbrillen 0,16—0,2 mm, ihre grösste Breite 0,08—0,1 mm, das obere und untere Ende gleichmässig abgerundet. Die Länge der Brücke 0,13—0,15 mm; der Vorderrand zeigt in der Mitte ein spitzes Hügelchen und ragt zuweilen in der Nähe der Augenbrillen als eine sanfte Erhöhung empor (Fig. 4*c*), sonst indessen einfach (Fig. 4*d*); der Hinterrand ist mehr oder weniger tief ausgebuchtet, die Grenzen der Bucht zuweilen einfach (Fig. 4*d*), in anderen Fällen hingegen in der Nähe des Hinterrandes der Augenbrillen vorspringend (Fig. 4*c*). Die Breite der Brücke von der Kuppe des Hügelchens bis zu der Bucht des Hinterrandes 0,08—0,1 mm, zwischen den beiden Enden der Augenbrillen 0,14—0,16 mm. Bei einzelnen Exemplaren findet sich auch eine zur Muskelanheftung dienende Cuticularverdickung, welche eine mehr oder weniger gestreckte Eiform annimmt (Fig. 4*c*). Die vorderen Augenlinsen gleichen einem mehr oder weniger stumpf abgerundeten Kegel, wogegen die hinteren kahnförmig sind. Die Augenborsten entspringen ziemlich entfernt vom Vorderrand der Brücke, den Augenbrillen bald ferner (Fig. 4*c*), bald näher gerückt (Fig. 4*d*), die Basis in der Regel eiförmig.

Die Palpen sind ziemlich dünn, 0,71—0,73 mm lang. Die Länge der einzelnen Glieder ist folgende: das erste Glied 0,1 mm, das zweite 0,1 mm, das dritte 0,12 mm, das vierte 0,24 mm, das fünfte 0,15—0,17 mm. Das distale obere Ende des ersten Gliedes ist verlängert. Das distale untere Ende des zweiten Gliedes bildet

kein Hügelchen, ist stumpf gerundet, an dem inneren distalen Endrande mit 5—7 glatten Borsten (Fig. 4*c*). Das distale untere Ende des dritten Gliedes ist ziemlich hervortretend, stumpf gerundet, an der Innenseite mit 14—18 glatten, kurzen Dornen bewehrt (Fig. 4*e*). Das vierte Glied ist in der ganzen Länge fast gleich dick, an der Innenseite mit 15—20 (Fig. 4*e*), an der Aussenseite mit 9—10 dolchförmigen Borsten versehen, deren 6 mit dem Unterrande eine parallel laufende Reihe bilden (Fig. 4*f*). Das fünfte Glied ist schwach gekrümmt, gegen das Ende verjüngt, aussen mit 3—4, innen mit 4—5 Dornen bestanden.

Die Füsse sind relativ dünn, ihre Länge individuell mannigfach.

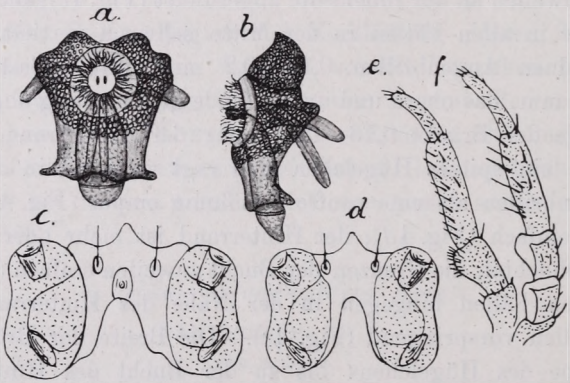


Fig. 4.

Fundort: der Velenczesee, woher mir 7 Exemplare vorliegen.

Von der KOENIKE'schen Stammform in erster Reihe durch das Hügelchen am Vorderrande der Brücke verschieden, unterscheidet es sich von derselben jedoch auch durch die Structur des Maxillarorgans, die Form des Oesophagus und die Beborstung der Palpenglieder. Erinnert übrigens durch das Hügelchen der Augenbrücke an PIERSIG's *Eylais bifurca*, welche KOENIKE als synonym von *Eylais infundibulifera* betrachtet, sowie auch an THON's *Eylais meridionalis*. Ich halte es übrigens nicht für ausgeschlossen, dass *Eylais infundibulifera var. acuta* n. var., sowie *Eylais bifurca* PIERS. und *Eylais meridionalis* THON in der That nichts anderes sind, als mehr oder weniger scharf charakterisierte Varietäten von *Eylais infundibulifera* KOEN.

7. *Eylais incisa* n. sp.

Fig. 5, *a—e.*

Körper eiförmig, vorn spitz, hinten stumpf abgerundet; 2 mm lang, 1,2 mm breit. Haut fast ganz glatt, auf dem Bauche zeigen sich jedoch einige zerstreute Körnchen. Die Farbe kenne ich nicht, weil meine Exemplare sämmtlich in Spiritus conserviert sind.

Die Länge des Maxillarorgans beträgt vom Vorderrand an gemessen 0,28—0,3 mm, die grösste Breite 0,32 mm. Der Vorderrand bildet in der Mitte eine ziemlich auffallend vertiefte Bucht, deren Seitenerhöhungen stumpf gerundet sind (Fig. 5*a*). Der Hinterrand ist gleichfalls ausgebuchtet; die Oberfläche erscheint rings der Mundscheibe reticuliert, sonst fast glatt; die hinteren Seitenfortsätze sind relativ kurz. Seitlich gesehen (Fig. 5*b*), ist die Maxillarplatte vor dem Hinterrande ziemlich vertieft. Die Mundscheibe ist vorn annähernd elliptisch, ihr grösster Durchmesser 0,17 mm, ihre grösste Länge 0,2 mm.

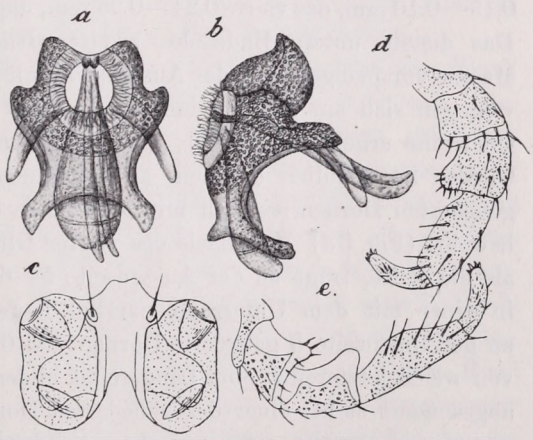


Fig. 5.

Oesophagus schlauchförmig, nach hinten allmählich verbreitert, 0,35 mm lang, die grösste Breite desselben 0,14 mm, im hinteren Viertel mit einem Cuticularring. Luftsäcke in geringem Maasse säbelförmig, das hintere Ende derselben abgerundet. Ihre Länge beträgt 0,38 mm, sie sind mithin länger als der Oesophagus.

Die Augenbrillen haben zusammen die grösste Breite von 0,28—0,3 mm. Die einzelnen Augenbrillen sind im ganzen eiförmig (Fig. 5*c*), jedoch am vorderen und hinteren Ende fast gleich breit abgerundet, das Vorderende indessen dennoch spitzer, weil zur Aufnahme der Basis der Augenborsten innen etwas ausgeschnitten.

Die ganze Länge der einzelnen Augenbrillen 0,18—0,2 mm, bei der grössten Breite von 0,12 mm. Die Länge der Brücke ist in der Mitte 0,07 mm, an dem Ende der Augenbrillen 0,14 mm; der Vorderrand bildet in der Mitte ein vorspringendes Hügelchen mit abgeschnittener Kuppe, in der Mitte schwach ausgebuchtet; der Hinterrand stark eingeschnitten, gebuchtet; seine grösste Breite von der Spitze des Vorsprungs am Vorderrand bis zu dem Saum der Bucht am Hinterrande 0,14 mm. Die vorderen Augenlinsen sind stumpf abgerundeten, breiten Kegeln gleich, die hinteren spindelförmig. Die Basis der Augenborsten vom Vorderrand der Brücke ziemlich entfernt, eiförmig und in die entsprechende Vertiefung der Augenbrillen sich ziehend (Fig. 5*c*).

Die Palpen sind relativ dick, aber kurz, im ganzen 0,84 bis 0,88 mm lang. Die Länge der einzelnen Glieder ist folgende: das erste Glied 0,12—0,13 mm, das zweite 0,15 mm, das dritte 0,15—0,16 mm, das vierte 0,24—0,25 mm, das fünfte 0,18—0,19 mm. Das distale untere Ende des zweiten Gliedes ist in geringem Maasse vorspringend, an der Aussenseite mit 4—5 Borsten bewehrt, wogegen sich am distalen inneren Endrand 5—7 Borsten in einer Querreihe erheben (Fig. 5*d*). Das distale untere Ende des dritten Gliedes ist ziemlich erhaben, an der Innenseite mit 7—9 feinen gefiederten Dornen, seitlich mit zerstreuten dolchförmigen Borsten bewehrt (Fig. 5*d*). Die Basis des vierten Gliedes ist wenig dünner, als die Mitte, trägt an der Aussenseite 5—6 dolchförmige Borsten in einer mit dem Unterrand parallel laufenden Reihe (Fig. 5*e*), an der Innenseite 5 gefiederte Dornen und 6 dolchförmige Borsten, von welch letzteren 5 eine Längsreihe bilden, während die sechste abgesondert steht; einer der gefiederten Dornen sitzt zwischen der ersten und zweiten, einer zwischen der dritten und vierten dolchförmigen Borste, drei aber stehen am distalen Endrande des Gliedes (Fig. 5*d*). Das Ende des fünften Gliedes ist mit 3 bis 4 Zähnen bewehrt, an den Seiten stehen 4—5 kurze Dornen.

Die Füsse sind ziemlich dünn, von folgender Länge: der erste Fuss 1,55 mm, der zweite 1,75 mm, der dritte 1,8 mm, der vierte 1,83 mm.

Fundorte: Hidegkut und Vrdnik, je ein Exemplar.

Die neue Art steht *Eylais infundibulifera* am nächsten. Dieser

Art gleicht sie sehr in der Structur der Augenbrücke, unterscheidet sich jedoch von ihr darin, dass der Hügel auf der Brücke nicht abgerundet, sondern abgeschnitten und in der Mitte ausgebuchtet ist. Zudem ist auch die Beborstung eine andere, als bei *Eylais infundibulifera*. Ich halte jedoch die Möglichkeit nicht für ausgeschlossen, dass die neue Art in den Kreis von *Eylais infundibulifera* KOEN. gehört und etwa bloss eine auffallende, gut charakterisierte Varietät derselben ist. Diese Frage wird später, auf reichlicheres Material gestützt, durch vergleichende Untersuchungen definitiv zu lösen sein.

8. *Eylais producta* n. sp.

Fig. 6, *a—e*.

Körper in geringem Maasse eiförmig, vorn etwas schmäler abgerundet als hinten. Länge 3 mm, grösste Breite 2,4 mm.

Die Haut ist nicht granuliert. Farbe unbekannt, weil ich nur in Spiritus conservierte Stücke untersuchen konnte.

Die Länge des Maxillarorgans, vom Vorderrand der Mundscheibe gemessen 0,5 mm, seine grösste Breite 0,44 mm. Der Vorderrand der Maxillarplatte ist in der Mitte seicht gebuchtet, die zu beiden Seiten der Bucht stehenden Grenzhügel nur wenig erhaben und stumpf abgerundet (Fig. 6*a*); der Hinterrand bildet in der Mitte ein schwach zugespitztes, stumpf abgerundetes Hügelchen; die hinteren Fortsätze sind relativ kurz und dick, die Oberfläche rings der Mundscheibe reticuliert, im unteren Theile aber fast glatt, vor dem Unterrande schwach vertieft (Fig. 6*b*). Die Mundscheibe ist im ganzen kreisförmig, der untere Rand aber in der Mitte ein wenig vertieft (Fig. 6*c*), ihr Durchmesser 0,26 mm. Der Oesophagus ist im ganzen schlauchförmig, im hinteren Viertel aber eingeschnürt und hier mit einem starken Cuticularring umgeben (Fig. 6*a*), das Hinterende stumpf abgerundet. Länge 0,5 mm, grösster Durchmesser vor dem Cuticularringe 0,22 mm, in der Nähe der Mundöffnung schmäler, d. i. 0,05 mm. Die Luftsäcke sind fast gerade, gegen das Hinterende verjüngt, am Oesophagus kürzer, 0,45 mm lang. Die Spitze der Mandibeln angelförmig gekrümmt (Fig. 6*b*).

Die grösste Breite der Augenbrillen ist 0,37 mm, die kleinste

0,3 mm. Die einzelnen Augenbrillen sind nierenförmig, die vordere Kuppe spitzer als die hintere, ihre Aussenseite über der Mitte vertieft, die Innenseite schwach bogig, ihre Länge 0,21 mm, grösste Breite 0,14 mm. Die vorderen Augenlinsen sind stumpf abgerundeten Kegeln gleich, die unteren breit kahnförmig (Fig. 6*c*). Die Brücke vorn 0,18 mm, hinten 0,16 mm lang; der Vorderrand bildet zwei Wellenhügel und zwischen denselben in der Mitte einen fingerförmigen, schmalen und spitz abgerundeten Fortsatz

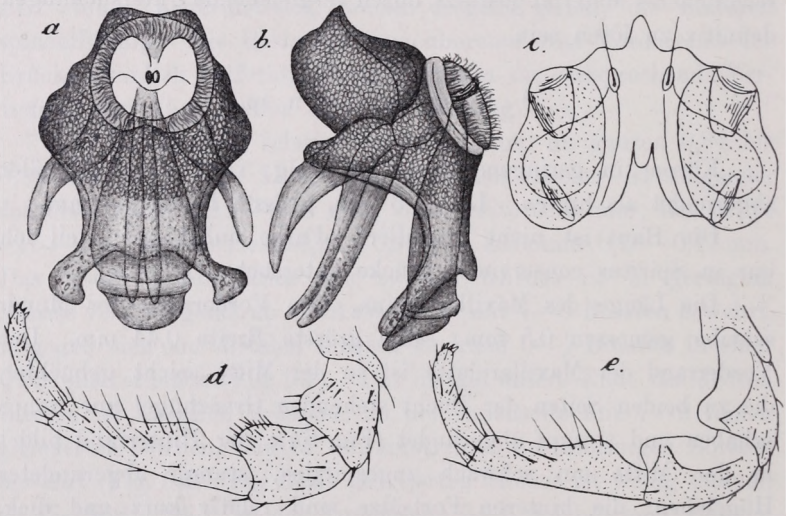


Fig. 6

(Fig. 6*c*); ihr Hinterrand reicht bis zum unteren Ende der Augenbrillen, ist in der Mitte aber stark vertieft und bildet einen nach hinten gerichteten fingerförmigen Fortsatz (Fig. 6*c*); Breite von der Spitze des Fortsatzes am Vorderrande bis zu derjenigen des Hinterrandes 0,2 mm, vom Vorderende der Augenbrillen bis zum Hinterrande derselben 0,2 mm. Die Basis der Augenborsten ist eiförmig, vom Vorderrande der Augenbrücke und der Innenseite der Augenbrille entfernt.

Die Palpen sind relativ dick und lang, ihre ganze Länge 1,28 mm; die Länge der einzelnen Glieder wie folgt: das erste Glied 0,16 mm, das zweite 0,2 mm, das dritte 0,22 mm, das vierte 0,45 mm, das fünfte 0,25 mm. Das distale obere Ende

des ersten Gliedes verlängert. Das distale untere Ende des zweiten Gliedes hervorragend, hügelartig, abgerundet, an der Aussenseite spärlich behaart (Fig. 6*e*), an der Innenseite dagegen mehrere dolchförmige Borsten, deren 7—8 am distalen Endrande situiert sind (Fig. 6*d*). Das distale untere Ende des dritten Gliedes ist einfach, bildet keinen Hügel, an der Aussenseite in der Nähe des proximalen Endes stehen drei Borsten in einer Reihe (Fig. 6*e*) und an der Innenseite des distalen unteren Endes 17—19 dolchförmige Borsten (Fig. 6*d*). Das vierte Glied ist an der Basis verschmälert, im proximalen Drittel verdickt, nahezu gebuckelt, dann bis zum distalen Ende allmählich verjüngt, an der Aussenseite mit 9—10 dolchförmigen Borsten, deren 3 am distalen Endrande sitzen (Fig. 6*e*); an der Innenseite stehen 24—25 dolchförmige Borsten, deren 8 am Unterrande eine parallele Reihe bilden, 5—6 aber am distalen Endrande sitzen, während die übrigen zerstreut stehen (Fig. 6*d*). Das fünfte Glied ist gegen das Ende schwach gekrümmt und verjüngt, an beiden Seiten sitzen 4—5 dolchförmige Borsten, am Ende aber 4—5 Zähnchen (Fig. 6*d*, *e*).

Die Füsse sind relativ dünn und lang, und zwar der erste Fuss 2,4 mm, der zweite 2,55 mm, der dritte 2,82 mm, der vierte 3,34 mm lang. Die Fussglieder sind an der unteren Seite dicht mit dornartigen Borsten besetzt.

Fundort: Fülöpszállás, von wo mir ein einziges Exemplar vorlag.

Die neue Art steht der *Eylais infundibulifera* am nächsten, besonders der eben beschriebenen Varietät *acuta* derselben. Die Aehnlichkeit zeigt sich hauptsächlich in dem fingerförmigen Fortsatze am Vorderrande der Augenbrillen, in den Details aber, sowie in der Structur des Maxillarorgans und in der Behaarung der Palpen zeigt sich eine so bedeutende Abweichung, dass sie auf Grund dessen leicht zu unterscheiden und zu erkennen ist.

9. *Eylais latipons* Thon.

Fig. 7, *a*—*c*.

Körper annähernd kugelförmig, vorn spitzer abgerundet, als hinten; Länge 1,8 mm, Breite 1,2 mm.

Haut nicht granuliert. Farbe unbekannt, denn alle meine Exemplare waren in Spiritus conserviert.

Länge des Maxillarorgans, vom Vorderrande der Mundscheibe gemessen, 0,34 mm, grösste Breite 0,35 mm. Der Vorderrand ist in der Mitte ausgebuchtet, die Hügel an beiden Seiten der Bucht sind ziemlich stumpf abgerundet (Fig. 7*a*); der Hinterrand in der Mitte stark zugespitzt, die Seitenfortsätze relativ kurz, ziemlich breit. Die Oberfläche rings der Mundscheibe ist dicht reticuliert, im übrigen ziemlich spärlich und fein punktiert. Mundscheibe kreisförmig, ihr grösster Durchmesser 0,16 mm. Oesophagus schlauchförmig, nach hinten allmählich verbreitert, das Hinterende desselben stumpf abgerundet, im hinteren Viertel

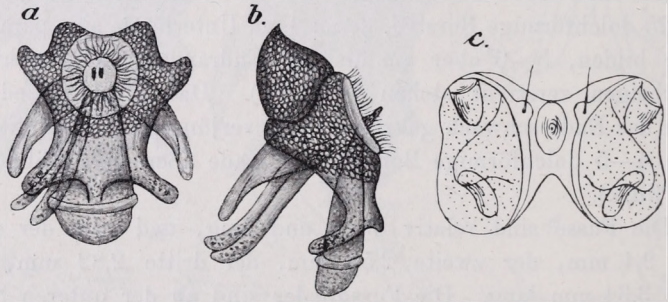


Fig. 7.

mit einem breiten Cuticularring (Fig. 7*a*); Länge 0,33 mm, gegeringste Breite 0,06 mm, grösste Breite beim Cuticularring 0,2 mm. Die Luftsäcke sind säbelförmige Schläuche, gegen Ende allmählich verbreitert, kürzer als der Oesophagus, 0,31 mm lang. Seitlich gesehen ist die Maxillarplatte zwischen der Mundscheibe und der Spitze des Hinterrandes schwach vertieft (Fig. 7*b*). Das Vorderende der Mandibel ist spitz, wenig gekrümmt.

Grösste Breite der ganzen Augenbrille 0,32 mm. Die einzelnen Augenbrillen sind nierenförmig, allein das untere Ende breiter als das obere, die Aussenseite über der Mitte schwach vertieft, die Innenseite abgerundet, ihre Breite 0,13 mm, die Länge 0,2 mm. Die vorderen Augenlinsen sind einem abgerundeten Kegel gleich, die hinteren nierenförmig (Fig. 7*c*). Die Länge der Brücke am Vorderende der Augenbrillen 0,24 mm,

am Hinterende 0,11 mm. Der Vorderrand ist breit, aber seicht, der Hinterrand schmal und tief gebuchtet (Fig. 7*c*), zwischen den Grenzlinien der beiden Buchten 0,09 mm breit. Die zur Muskelanheftung dienende Cuticularverdickung ist eiförmig, in die Nähe des Vorderrandes der Brücke gerückt. Die Basis der Augenborsten läuft in Form eines breiten Bandes entlang der Innenseite der Augenbrillen, ist jedoch in der Nähe des Vorderrandes der Brücke hügelartig erhaben (Fig. 7*c*).

Die Länge der Palpen, die Structur ihrer einzelnen Glieder und bezw. ihre Behaarung konnte ich nicht beobachten, weil dieselben an meinen Exemplaren leider fehlten.

Die Füsse sind ziemlich dünn, ihre Länge verschieden, und zwar der erste Fuss 1,4 mm, der zweite 1,68 mm, der dritte 1,73 mm, der vierte 1,9 mm lang.

Die Structur des männlichen Geschlechtsorgans vermochte ich nicht zu beobachten, im allgemeinen aber ist sie gleich jener der übrigen Arten.

Fundort: Deliblát, woher ich bloss ein einziges Männchen erhielt, welches hinsichtlich der Structur der Augenbrillen, insbesondere aber der Brücke von dem durch K. THON beschriebenen ziemlich bedeutend abweicht. Dem ungeachtet habe ich dies Exemplar nicht als eigene Art beschrieben, weil ich voraussetze, dass die sich zeigenden Verschiedenheiten etwa bloss eine Folge des Geschlechtsdimorphismus sein mögen. Die sichere Identificierung oder Unterscheidung wurde übrigens durch den bedauerlichen Umstand erschwert, dass — wie erwähnt — die Palpen meines Exemplares fehlten, weil sie beim Auskochen in der Kalilauge in Verlust geriethen.

10. *Eylais longipons* n. sp.

Fig. 8, *a—e*.

Körper nahezu kugelförmig, vorn nur wenig schmäler als hinten, 1,8—2,5 mm lang und 1,4—2 mm breit.

Haut fein granuliert. Farbe unbekannt, weil ich bloss in Spiritus conservierte Exemplare besitze.

Das Maxillarorgan ist, vom Vorderrand der Mundscheibe an gerechnet, 0,35 mm lang, ihre grösste Breite 0,42 mm; der Vorder-

rand ziemlich breit und tief gebuchtet, die Hügel an beiden Seiten der Bucht stumpf abgerundet; der Hinterrand wellig, in der Mitte breit und seicht gebuchtet, die beiden Wellenhügel stumpf abgerundet, die hinteren Seitenfortsätze nach oben und innen gekrümmt. Die Oberfläche ist rings der Mundscheibe dicht reticuliert, im übrigen mehr oder weniger grob, doch spärlich granuliert (Fig. 8*a*). Die Mundscheibe ist mehr oder weniger kreisförmig, ihr grösster Durchmesser 0,3 mm. Seitlich gesehen ist zwischen dem Unterrande der Maxillarplatte und der Mundscheibe eine sattelförmige Vertiefung sichtbar (Fig. 8*b*). Das distale Ende der Mandibel erscheint infolge einer doppelten Vertiefung auffallend abgeschnürt (Fig. 8*b*). Der Oesophagus ist breit schlauchförmig, das Vorderende auffallend schmal, nach hinten stark verbreitert, der Cuticularring ins Auge fallend, beiderseits in einen angelförmig gekrümmten Fortsatz ausgehend, das Hinterende auffallend zugespitzt (Fig. 8*a*). Länge 0,45 mm, kleinste Breite 0,05 mm, die grösste Breite bei dem Cuticularringe 0,26 mm. Die Luftsäcke sind säbelförmig, ziemlich breit, am Ende zugespitzte Schläuche bildend, deren Länge 0,52 mm beträgt, folglich den Oesophagus hierin übertreffend.

Die ganze Augenbrille ist 0,47 mm breit. Die einzelnen Augenbrillen mehr oder weniger eiförmig, an beiden Enden fast gleichförmig abgerundet, ihre Innen- und Aussenseite schwach bogig, ihre Breite 0,11 mm, ihre Länge 0,18 mm. Die vorderen Augenlinsen einem stumpf abgerundeten Kegel gleich, die hinteren elliptisch. Die Brücke ist 0,26 mm lang und 0,06 mm breit; der Vorderrand in der Mitte gebuchtet, vor der Basis der Augenborsten je einen abgerundeten Hügel bildend; der Hinterrand in der Mitte auffallend bogig (Fig. 8*e*). In der Nähe des Hinterrandes der Brücke zwei runde Fleckchen zum Anheften der Muskeln. Die Basis der Augenborsten ist ziemlich auffallend eiförmig.

Die Palpen sind relativ kräftig, 1,16 mm lang. Die einzelnen Glieder haben folgende Länge: das erste Glied 0,15 mm, das zweite 0,15 mm, das dritte 0,23 mm, das vierte 0,38 mm, das fünfte 0,25 mm. Das distale obere Ende des ersten Gliedes ist verlängert (Fig. 8*d*). Das distale untere Ende des zweiten Gliedes

ziemlich gedunsen, abgerundet, am distalen inneren Endrande mit 5—6 glatten Borsten (Fig. 8*e*). Das dritte Glied den vorigen gleich, das distale untere Ende aber vorstehender, stumpf abgerundet, innen mit 7—8 glatten Borsten (Fig. 8*e*). Das vierte Glied in der ganzen Länge fast gleich dick, an der Aussenseite mit 6 dolchförmigen Borsten, nahezu paarweise in der Nähe des

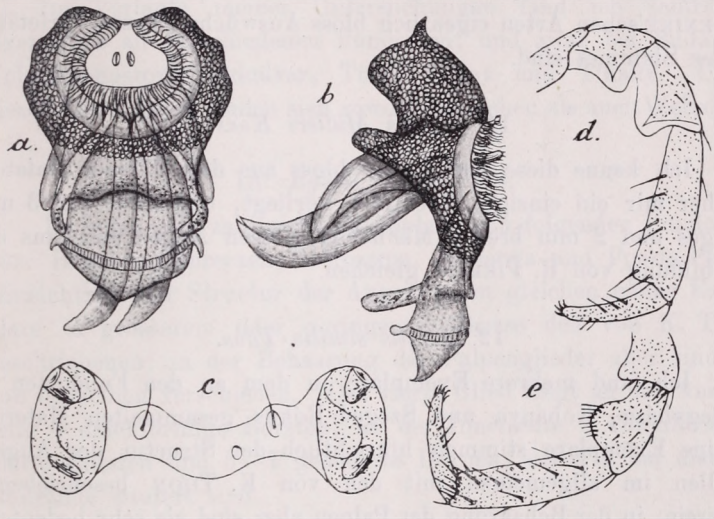


Fig. 8.

Unterrandes situiert (Fig. 8*d*), die Innenseite mit 10—11 dolchförmigen, glatten und 3 gefiederten Borsten, welch letztere am distalen Endrande sitzen (Fig. 8*e*), während die übrigen zerstreut stehen. Das fünfte Glied gegen Ende allmählich verjüngt, an den schwach gekrümmten Seiten mit 3—4 kräftigen und einigen schwächeren glatten Borsten bewehrt.

Die Füsse sind relativ dünn und lang und zwar misst der erste Fuss 1,78 mm, der zweite 2 mm, der dritte 2,21 mm, der vierte 2,5 mm.

Fundort: Szentgothárd (Mezöség, Siebenbürgen) und Török-Bálint. Ich erhielt bloss zwei Exemplare.

Die neue Art gleicht der *Eylais hamata* KOEN. und *Eylais megalostoma* KOEN. Mit der erstern stimmt sie hinsichtlich der

Structur des Oesophagus, mit der letzteren in der Form der Brücke überein. Von beiden unterscheidet sie sich jedoch durch die Structur der Brücke und die Behaarung der Palpenglieder. Ihr auffallendes Merkmal ist die Länge der Brücke, übertrifft sie doch sogar *Eylais hamata* KOEN., deren Brücke bei 4,7 mm Breite bloss 0,25 mm lang ist. Ich verschliesse mich jedoch der Möglichkeit nicht, dass die eben beschriebene neue Art, sowie die beiden KOENIKE'schen Arten eigentlich bloss Auswüchse, bezw. Varietäten eines Stammes sind.

11. *Eylais Mülleri* KOEN.

Ich kenne diese Art bisher bloss aus dem kleinen Balaton, woher mir ein einziges Exemplar vorliegt, und zwar ein 3 mm langes und 2 mm breites Männchen, dessen Augen durchaus der Abbildung von R. PIERSIG gleichen.

12. *Eylais similis.* THON.

Ich fand mehrere Exemplare in dem an den Fundorten zu Félegyháza, Kőbánya und Szeged-Rókus gesammelten Material. Meine Exemplare stimmen hinsichtlich der Structur der Augenbrillen im allgemeinen mit den von K. THON beschriebenen überein, in der Behaarung der Palpen aber sind sie sehr bedeutend von denselben verschieden. Das distale untere Ende des dritten Palpengliedes trägt nämlich nur 5—7 kurze, glatte Borsten. Das vierte Glied zeigt aussen 3 dolchförmige, glatte Borsten, innen aber an einem 2 dolchförmige, glatte und 7—8 kurze, gefiederte Borsten, an einem anderen hingegen 4 dolchförmige, glatte Borsten und 3—4 gefiederte Dornen, von welch letzteren 3 am distalen Ende des Gliedes sitzen.

13. *Eylais Soari* PIERS.

Eine der häufigsten Arten, welche ich an folgenden Fundorten antraf: Csehi, Félegyháza, Kőbánya, Nádudvar, Rákos. Unter meinen Exemplaren fanden sich sowohl Männchen als auch Weibchen. Die von Csehi herrührenden Exemplare weichen von den übrigen und den von R. PIERSIG beschriebenen darin ab,

dass auf der zur Muskelanheftung dienenden Scheibe sich zwei fingerförmige Fortsätze erheben und auch die Augenbrücke zwischen den Augenbrillen auffallend schmal, nämlich bloss 0,03 mm breit ist.

14. *Eylais tantilla* Koen.

Im Verlaufe meiner Untersuchungen fand ich zahlreiche Exemplare an verschiedenen Fundorten, und zwar bei Budapest, Kolozsmonostor, Nádudvar, Török-Bálint und Tihany. Unter diesen Exemplaren fanden sich sowohl Männchen als auch Weibchen.

15. *Eylais tenera* Thon.

Es lagen mir zahlreiche Exemplare von folgenden Fundorten vor: Bugacz, Debreczen, Dorozsma, Kőbánya und Puszta-Péteri. Hinsichtlich der Structur der Augenbrillen gleichen meine Exemplare in grösserem oder geringerem Maasse den von K. Thon beschriebenen, in der Behaarung der Palpenglieder aber sind sie von denselben verschieden. Das vierte Glied trägt an der Aussenseite 4 dolchförmige Borsten, an der Innenseite 3 dolchförmige, glatte Borsten und 5—7 gefiederte Dornen, deren 3 am distalen Endrande situiert sind.

An dieser Stelle kann ich nicht unterlassen, auf die Aehnlichkeit hinzuweisen, welche bei *Eylais tantilla* Koen., *Eylais Voeltzkovi* Koen., *Eylais neglecta* Thon, *Eylais rimosa* Piers., *Eylais tenera* Thon und *Eylais similis* Thon sich in der Structur der Augenbrillen, besonders aber der Brücke zwischen denselben zeigt. Ich halte die Möglichkeit nicht für völlig ausgeschlossen, dass fernere, vergleichende Untersuchungen die Zusammengehörigkeit all dieser Arten nachweisen werden, insbesondere in jenem Falle, wenn es sicher feststeht — was mir übrigens sehr wahrscheinlich dünkt, — dass die Structur der Augenbrillen und die Behaarung der Palpen der Individuen je nach Grösse, Alter, Geschlecht und Fundort einer bedeutenden Variabilität ausgesetzt sind.

16. *Eylais triarcuata* Piers.

Die untersuchten Exemplare gleichen den von R. Piersig beschriebenen in der Structur der Augenbrillen, hinsichtlich der Behaarung der Palpen aber zeigen sie einige Abweichung. An der Innenseite des vierten Palpengliedes fand ich nämlich in den meisten Fällen bloss 2 dolchförmige, glatte Borsten und 5—6 gefiederte Dornen, an der Aussenseite desselben aber 4 dolchförmige glatte Borsten und 2—3 gefiederte Dornen vor.

Fundorte: Bugacz, Debreczen, Keszthely und Szabadszállás.

19.

UEBER DIE BEZIEHUNGEN ZWISCHEN DEN ERSCHEINUNGEN DER MAGNETISCHEN DIELEKTRISCHEN UND MECHANISCHEN POLARISATION UND DIE AUS DIESEN FOLGENDEN MATERIAL-PRÜFUNGSMETHODEN.

Vortrag gehalten zu Budapest im September 1901, auf der III. Wanderversammlung des Internat. Verbandes für die Materialprüfungen der Technik.

Von Dr. MORITZ V. HOOR in Budapest.

Meine Herren!

Die Thatsache, dass die elektrischen und magnetischen Eigenschaften der Körper und die diese Eigenschaften charakterisierenden Constanten mit den übrigen physikalischen Eigenschaften in innigem Zusammenhange stehen und von letzteren beeinflusst werden, ist seit langer Zeit bekannt und sind die bisher aufgedeckten Beziehungen zwischen den verschiedenen physikalischen Quantitäten zum Ausgangspunkte mächtiger, geistreicher Theorien und wichtiger technischer Anwendungen geworden.

Besonders hervorzuheben sind die grossen Fortschritte, die unsere Kenntnisse auf dem Gebiete der magnetischen und elektrischen Erscheinungen in den letzten Jahrzehnten gemacht haben, die fast ausschliesslich den Anregungen der Praxis zu verdanken sind und ihren Anfang in industriellen Laboratorien genommen haben.

In keinem einzigen Zweige der technischen Wissenschaften sind wohl die experimentellen Erfahrungen im Laboratorium mit solcher Leichtigkeit und Raschheit zur Lösung praktischer Auf-

gaben herangezogen worden, wie auf dem Gebiete der Elektrotechnik und es ist daher begreiflich, dass in verhältnissmässig kurzer Zeit ein fast unabsehbares Versuchsmaterial zusammengetragen wurde, das nicht nur für die Elektrotechnik, sondern auch für die *anderen Zweige der technischen Wissenschaften eine unschätzbare, leider bis jetzt noch nicht genügend ausgenützte Fundgrube bildet.*

Der Umstand, dass die Untersuchungen in der Praxis gewöhnlich mit Rücksicht auf eine ganz bestimmte Aufgabe ausgeführt werden, macht die bedauerliche Thatsache erklärlich, dass von Seiten der Elektrotechniker der Zusammenhang zwischen den magnetischen und elektrischen Eigenschaften einerseits und den übrigen physikalischen Eigenschaften anderseits, besonders aber mit den mechanischen Eigenschaften, nicht mit jener Aufmerksamkeit verfolgt wurde, die vom wissenschaftlichen Standpunkte wünschenswerth gewesen wäre. Da in den elektro-mechanischen Constructionen den Anforderungen der mechanischen Festigkeit leicht genügt werden kann, anderseits in den Constructionen ein genügender Spielraum für die Anpassung an die speciellen elektrischen und magnetischen Eigenschaften der verschiedenen Constructionsmaterialien gegeben war, wurden alle einschlägigen Versuche in viel zu einseitiger Richtung fortgesetzt. Dasselbe gilt von all jenen Materialprüfungsmethoden, die mit Rücksicht auf die Anforderungen der Technik die Bau- und Constructionsmaterialien auf ihre mechanischen und chemischen Eigenschaften prüfen und die übrigen physikalischen Eigenschaften fast ganz ausser Acht lassen.

Stellt man die Versuchsergebnisse der beiden Richtungen kritisch nebeneinander, so findet man, dass die mannigfachen Beziehungen zwischen den chemischen, mechanischen, magnetischen und elektrischen Eigenschaften nicht nur von rein naturwissenschaftlichem Standpunkte, sondern auch von rein *praktischem* Standpunkte beurtheilt, eine grosse Bedeutung besitzen und nutzbar gemacht werden könnten.

Das zu Gebote stehende Versuchsmaterial ist allein schon hinreichend, um wichtige Schlüsse ziehen zu können, es sind jedoch ganz bedeutende Erfolge zu erwarten, wenn die Prüfung

der mechanischen, chemischen, elektrischen und magnetischen Eigenschaften fortan parallel und mit dem nöthigen Aufwande an experimentellen Feinheiten systematisch durchgeführt wird.

Gestatten Sie daher, dass ich näher auf diese Frage eingehe und einige concrete Folgerungen und Vorschläge an die nachfolgenden Ausführungen knüpfe.

Die Reihe der modernen Untersuchungen über die magnetischen Eigenschaften der Körper beginnt mit der grundlegenden Arbeit A. STOLETOW's, die derselbe zu Beginn der siebziger Jahre auf Anregung KIRCHHOFF's zur Untersuchung der Abhängigkeit der magnetischen Permeabilität des Eisens von der magnetisierenden Kraft an ringförmigen Probestücken ausgeführt hat. Diese Versuche sind die erste praktische Verkörperung von FARADAY's klassischen Untersuchungen und LORD KELVIN's (damals noch Sir William Thomson) und MAXWELL's theoretischen Arbeiten.

Die grundlegenden Arbeiten von WARBURG und EWING, John HOPKINSON und Lord RAILEIGH über die Erscheinungen der magnetischen Hysteresis, die klassischen Studien HOPKINSON's und KAPP's über die magnetischen Kreise der Dynamomaschinen, die Versuche ROWLAND's und endlich die zahllosen Versuche, die in elektrotechnischen Laboratorien ausgeführt wurden, haben eine ganze Reihe ganz ungeahnter Erscheinungen zu Tage gefördert, die unsere Anschauungen über die molecularen Vorgänge bei der magnetischen Polarisation wesentlich geändert und erweitert haben.

Alldiese Resultate, aber insbesondere die *mannigfachen Beziehungen zwischen mechanischen Einflüssen und magnetischen Erscheinungen*, die Veränderungen der Permeabilität unter dem Einflusse von Zug und Druck, die Nachwirkungen von Zug und Druck und überhaupt allen mechanischen Einwirkungen auf die magnetischen Eigenschaften, haben für die elektrotechnische Praxis eine gewaltige Bedeutung gewonnen, sie sind aber auch für andere Zweige der technischen Wissenschaften von grossem Werthe und meiner Ansicht nach heute bereits unentbehrlich, wenn es sich um die Aufgabe handelt, die Eigenschaften der in der Technik gebräuchlichen Bau- und Constructionsmaterialien genau zu präcisieren und diese Materialien zu beschreiben.

Aehnlich wie auf dem Gebiete der magnetischen Polarisation zeigt sich auch auf dem Gebiete der *dielektrischen Polarisation* der Zusammenhang zwischen all jenen Erscheinungen, die wir unter dem Sammelnamen „dielektrische Polarisation" zusammenfassen und den übrigen physikalischen Eigenschaften, dem Einfluss von Temperatur, mechanischen Einwirkungen u. s. w. in auffälliger Weise.

Dieser Zusammenhang ist in vielen Fällen so deutlich, dass man aus den dielektrischen Eigenschaften mit ziemlicher Sicherheit auf die mechanischen Eigenschaften, auf die Beständigkeit des Materials u. s. w., schliessen kann.

Aehnlich wie bei der Untersuchung der magnetischen Eigenschaften der Körper, haben sich die Kenntnisse über die Erscheinungen der dielektrischen Polarisation und deren Beziehungen zu den übrigen physikalischen Eigenschaften erst unter dem Druck der Praxis, besonders der Elektrotechnik, in den letzten Jahrzehnten rascher entwickelt.

Von CAVENDISH's und FARADAY's späteren grundlegenden Versuchen ausgehend, begnügte man sich anfangs, innerhalb enger Grenzen die Dielektricitätsconstanten der schlechten Leiter zu bestimmen, deren Veränderung mit Druck und Temperatur und deren Zusammenhang mit den optischen Eigenschaften zu studieren.

Lange Zeit herrschte die Ansicht, dass durch die Kenntniss der Dielektricitätsconstanten das dielektrische Verhalten der Körper vollständig charakterisiert sei.

Die Erfahrungen, die die Elektrotechnik in den letzten 15 Jahren an Condensatoren und Kabeln gemacht hat und die Versuche, die durch die Resultate der magnetischen Untersuchungen auch auf diesem Gebiete angeregt wurden, haben uns jedoch eines anderen belehrt. So z. B. haben die Untersuchungen von STEINMETZ, SWINBURNE, von H. F. WEBER und seiner Schule, die Untersuchungen von ARNÒ, HUTIN & LEBLANC, L. LOMBARDI u. s. w. unzweideutig die Existenz einer elektrostatischen Hysteresisarbeit in den schlechten Leitern, analog der magnetostatischen Hysteresisarbeit und eines damit verbundenen Arbeitsverlustes bei periodisch wechselnden elektromotorischen Kräften nachgewiesen.

Ich habe bereits in meinem Habilitationsvortrage, den ich

im Jahre 1893 an der technischen Hochschule zu Budapest gehalten habe, ausgehend von den über den Polarisationszustand und die Structur der dielektrischen und magnetischen Körper herrschenden Ansichten, der Ueberzeugung Ausdruck verliehen, dass die elektrostatische Induction in einigen besonderen Fällen unmöglich eine lineare Function der polarisierenden Kraft sein könne, d. h. mit anderen Worten: die Dielektricitätsconstante müsse sich mehr oder minder merkbar mit der polarisierenden Kraft ändern. In dieser Ansicht haben mich jene Versuche bestärkt, die ich zwecks Herstellung praktisch verwendbarer Condensatoren an verschiedenen dielektrischen Körpern in den Jahren 1893—96 mit periodisch wechselnden elektromotorischen Kräften ausgeführt habe.

Die unzweifelhafte Existenz einer elektrostatischen Hysteresis schien mir mit dem Glauben an die Unabhängigkeit der Dielektricitätsconstanten von den polarisierenden Kräften nicht vereinbar und war ich von Anfang an auf Grund des von Anderen veröffentlichten Versuchsmaterials überzeugt, dass mit Anwendung grösserer technischer Hilfsmittel bei der Untersuchung der dielektrischen Eigenschaften zwischen den charakteristischen Erscheinungen der dielektrischen Polarisation den magnetischen Polarisationserscheinungen vollkommen analoge Beziehungen aufgedeckt werden würden.

Die Versuche, die ich auf Grund des vorgelegten Programms mit Unterstützung der königl. ungarischen Akademie der Wissenschaften seit dem Jahre 1896 ausgeführt habe und deren einen Theil ich in den Mathematischen und Naturwissenschaftlichen Berichten der königl. ungarischen Akademie der Wissenschaften sowie in der Elektrotechnischen Zeitschrift publiciert habe*, haben die Richtigkeit meiner Auffassung gezeigt.

Bei meinen Versuchen habe ich das Ziel verfolgt, einerseits in Anlehnung an die obenerwähnten typischen Erscheinungen der magnetischen Polarisation und ausgehend vom publicierten Versuchsmaterial, durch die Verwendung verschiedener Methoden,

* Siehe Hoor: Math. és Természettud. Értesitő XVIII, p. 268, 1900 und Hoor: Neuere Beiträge zur Naturgeschichte dielektrischer Körper. Elektrotechnische Zeitschrift XXII, p. 170, 1901.

insbesondere statischer Methoden, die analogen elektrostatischen Erscheinungen zu verfolgen, und andererseits die Beziehungen zwischen den Erscheinungen der magnetischen, elektrischen und mechanischen Eigenschaften im Allgemeinen zu untersuchen und die Frage zu studieren, in welcher Weise die elektrischen und magnetischen Eigenschaften für die moderne Materialprüfung dienstbar gemacht werden könnten.

Ich habe dabei mit Berücksichtigung der Anforderungen der Praxis innerhalb möglichst weiter Versuchsgrenzen gearbeitet und grössere Materialquantitäten, in grösseren Dimensionen als es bisher üblich war, in die Versuche einbezogen.

Ich werde später diese Resultate kurz zusammenfassen und auf jene praktischen Anwendungen hinweisen, die aus diesen Resultaten abgeleitet werden können.

Ich will hier nur kurz betonen, dass die typischen Erscheinungen der statischen und viscosen Hysteresis in den meisten Fällen in ebenso auffallender Weise auftreten und ebenso wie deren Zusammenhang mit den mechanischen Eigenschaften der Körper, mit ebenso einfachen Hülfsmitteln verfolgt werden können, als die analogen Erscheinungen der magnetischen Polarisation.

Ich habe parallel mit diesen Untersuchungen auch jene Veränderungen mit Aufmerksamkeit verfolgt, die der *specifische Leitungswiderstand* unter dem Einflusse der mechanischen, der magnetischen und der elektrostatischen Polarisation erleidet und eine Sichtung des über diesen Gegenstand publicierten Materials in Angriff genommen.

Die einschlägigen Arbeiten sind noch nicht abgeschlossen, ich will jedoch die Resultate einiger Vorversuche, sowie die bereits bekannten Resultate weiter unten zusammenfassen, aber auch hier bereits Ihre Aufmerksamkeit auf die bekannte Thatsache lenken, dass moleculare Veränderungen den specifischen Widerstand in auffälliger Weise beeinflussen.

Ich gehe nun mit Benützung der einschlägigen Literatur, sowie auch meiner eigenen Versuchsresultate zur Behandlung der typischen Eigenschaften der sogenannten *magnetischen Metalle, des Eisens, Nickels und Kobalts* und deren Legierungen mit verschiedenen anderen Metallen über und werde den Zusammenhang

dieser Eigenschaften mit den typischen mechanischen Eigenschaften dieser Metalle hervorheben.

In den sogenannten nichtmagnetischen Körpern, wie z. B. Silber, Kupfer, Zink und den übrigen Metallen, mit Ausnahme des Nickels, Eisens und Kobalts ist die magnetische Induction in einem System, soweit die Genauigkeit unserer Beobachtungsmethoden reicht, genau gleich so gross als wenn der von diesen Metallen erfüllte Raum durch Luft unter normalem Druck ausgefüllt wäre.

Die durch die magnetisierenden Kräfte und die entsprechenden Inductionen bestimmte Curve, die sogenannte Inductionscurve, ist daher für diese Körper eine *gerade Linie*. In den sogenannten magnetischen Körpern, im Eisen, Nickel und Kobalt und gewissen Legierungen dieser Metalle mit anderen Metallen weicht die Inductionscurve jedoch ganz bedeutend von der Geraden ab und zeigt mehr oder minder auffällig drei ganz genau charakteristische Theile.

Bei schwachen magnetisierenden Kräften nimmt die magnetische Induction verhältnissmässig langsam mit der magnetisierenden Kraft zu. Lassen wir die magnetisierende Kraft weiter anwachsen, so steigt die Induction von einer gewissen Grenze ab rasch an, um dann im dritten Theile der Curve bei weiter ansteigenden magnetisierenden Kräften wiederum verhältnissmässig langsamer zuzunehmen.

Die Form der Curve ist für ein gegebenes magnetisches Material *vollständig genau definiert* und kann mit der nöthigen Vorsicht mittelst der bekannten Methoden leicht aufgenommen werden.

Die magnetischen Inductionscurven des Gusseisens, des weichen Eisens, der verschiedenen Stahlsorten, des Nickels und Kobalts, zeigen ganz charakteristische Merkmale, so dass aus den Inductionscurven selbst ein Rückschluss auf die übrigen Eigenschaften des Materials, auf die Behandlungsweise, die mechanische Härte, die chemische Beschaffenheit etc., ja manchmal selbst auf die Provenienz desselben gemacht werden kann.

In Figur 1 habe ich einige solche Inductionscurven dargestellt. — Die Abscissenachse giebt die magnetisierende Kraft H,

die Ordinatenachse die entsprechende magnetische Induction B in absoluten *C.G.S.* Einheiten. I ist die Inductionscurve einer *Martin-Stahl*-Qualität der Firma Ganz & Comp., II ist die Curve einer Thomas-Stahl-Qualität der Eisenwerke zu Ózd, III die Curve einer Magnetstahlsorte, IV bezieht sich auf eine Schmiedeeisensorte, V auf weiche Eisenbleche der Styriahüttenwerke, VI auf ein Gusseisen der Firma Ganz & Comp., endlich die gestrichelte Curve auf weiches Nickel und die strichpunktierte Linie auf gehärtetes Kobalt.

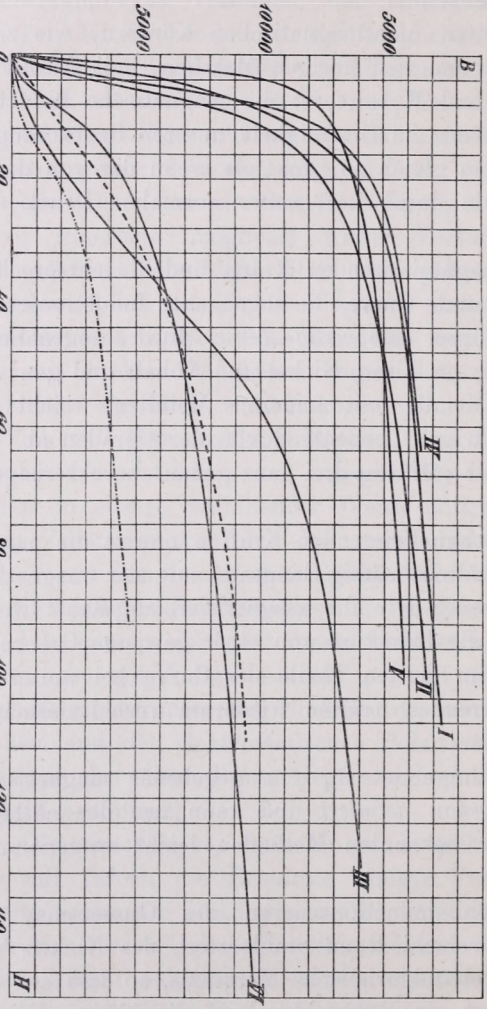


Fig. 1.

Die Curven II und IV wurden in dem unter meiner Leitung stehenden Laboratorium der Firma Ganz & Comp. von den Ingenieuren des Laboratoriums, die Curven I, III, V und VI von mir selbst aufgenommen. — Die Curven für Nickel und Kobalt sind aus EWING's Versuchsdaten* abgeleitet.

* Siehe EWING: Magnetic Induction in Iron and other Metals. London 1900.

Die Form dieser Curven, als auch derjenigen, die die Abhängigkeit des Verhältnisses $\frac{B}{H} = \mu$, d. h. der sogenannten *magnetischen Permeabilität* von der magnetisierenden Kraft H darstellen ändert sich mit der Temperatur und unter dem Einflusse von mechanischen Beanspruchungen ganz bedeutend, wenn sie auch im Grossen und Ganzen die für das Material charakteristischen Eigenschaften behält.

Die Curve III ist typisch für ein mechanisch und magnetisch hartes Material, die Curve V hingegen typisch für ein sehr weiches Material. Die wesentlichen Abweichungen in der Form und den absoluten Werthen der Curve lassen uns vermuthen, dass diese Curven und die Permeabilitätswerthe eine genaue, verlässliche Skala zur Definition der verschiedenen Eisen- und Stahlqualitäten liefern können.

Im Allgemeinen findet man, dass durch die Härtung oder durch Vermehrung des Kohlengehaltes die Inductionscurven in der Richtung der Abscissenachse gestreckt werden, d. h. also für dieselben magnetisierenden Kräfte die entsprechenden Inductionen geringer werden.

Noch interessanter ist eine Vergleichung der Permeabilitätscurven und insbesondere die Vergleichung der Maximalwerthe, die die Permeabilität, d. h. $\mu = \frac{B}{H}$, bei einem gewissen Materiale, erreicht. — So ist z. B. der Maximalwerth bei weichem Eisen nahe bei 3000 gelegen, währenddem bei harten Stahlsorten das Maximum von μ zwischen 100 und 200 gelegen ist.

Im Allgemeinen nimmt die Permeabilität bei anwachsender Temperatur für dieselben magnetisierenden Kräfte zu, fällt jedoch von einer gewissen Temperatur an rasch bis zum Werthe 1, so dass oberhalb dieser Temperatur sich Eisen, Nickel und Kobalt ganz ähnlich, wie nichtmagnetische Körper verhalten. Diese Temperatur stimmt mit den *Recalescenzpunkten* der genannten Metalle überein.

Durch den Einfluss von Zugbelastungen werden die Curven in der Richtung der Abscissenachse gestreckt, so dass also unter dem Einflusse von Zug die Permeabilität für eine gegebene mag-

netisierende Kraft kleiner ist, als wenn das betreffende Versuchsstück nicht belastet wäre. Hört die Beanspruchung auf, so erreicht die Permeabilität nicht sofort ihren ursprünglichen Werth, sondern es bedarf einer mehr oder minder langen Zeit, bis die Curve ihre frühere Form erreicht. War die Beanspruchung eine genügend starke, so kehrt die Curve in ihre ursprüngliche Form überhaupt nicht mehr zurück.

Wir werden später eine analoge Beziehung bei den Veränderungen des specifischen Leitungswiderstandes unter dem Einflusse von mechanischen Beanspruchungen finden: beide Erscheinungen zeigen, dass selbst durch Beanspruchungen, die, im mechanischen Sinne genommen, unter der Elasticitätsgrenze liegen, bleibende oder zumindest länger andauernde moleculare Veränderungen im Körper hervorgerufen werden.

Werden die magnetischen Metalle über die Elasticitätsgrenze hinaus belastet, so treten grössere bleibende Veränderungen der Permeabilität ein. — Die Curve II der Figur 2 giebt z. B. nach ROWLAND die Permeabilität μ als Function der Induction B für Schmiedeeisen in normalem weichen Zustande, Curve I ist die entsprechende Curve für dasselbe Material, nachdem es durch Strecken gehärtet wurde.*

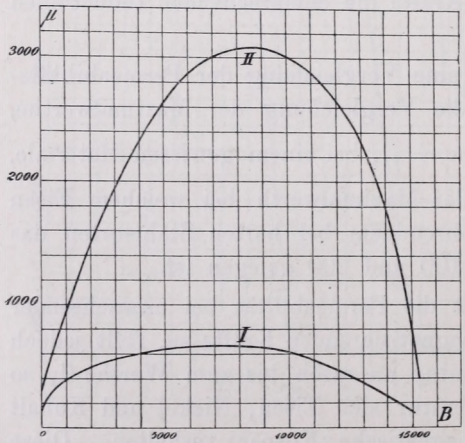


Fig. 2.

Durch Druckbeanspruchungen wird die Permeabilität im Allgemeinen erhöht, d. h. also die Inductionscurven werden in der Richtung der Ordinatenachse verschoben.

Diese Erscheinungen sind ganz allgemein bei allen magnetischen Metallen zu beobachten, jedoch ganz besonders auffällig bei Nickel und Eisen-Nickellegierungen.

* Siehe EWING, loco cit.

Die Curven I, II und III der Figur 3 geben nach EWING die Permeabilitätscurven für weiches Nickel, entsprechend den Druckbelastungen 0, 3,5 und 6,8 kg per mm². Die Curven IV und V geben die Permeabilität gegossenen Kobalts als Function der Induction B für Druckbelastungen vn 0 und 16,2 kg pro mm².

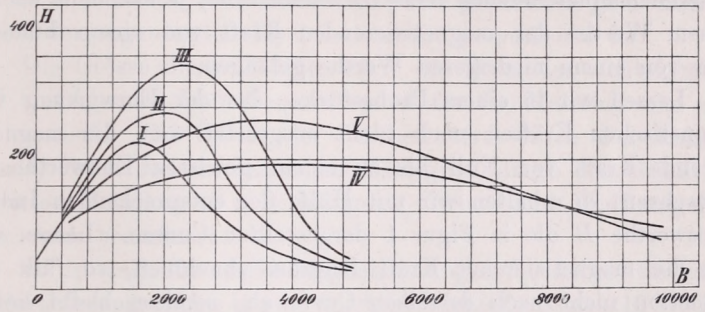


Fig. 3.

Aehnlich, wie nach den Einwirkungen von Zugkräften, sind auch nach den Einwirkungen der Druckkräfte langsam verlaufende Nachwirkungen wahrzunehmen, so dass also nach dem Aufhören der Druckbelastung die Permeabilität nicht sofort ihre ursprünglichen Werthe annimmt, sondern erst nach einer Zeit dorthin zurückkehrt. Bei höheren Belastungen treten ganz bedeutende bleibende Veränderungen auf.

Stellt man den magnetischen Versuchsergebnissen diejenigen Resultate gegenüber, die man bei der Untersuchung der mechanischen Eigenschaften desselben Materials erhalten hat, so findet man, dass im Allgemeinen die Veränderungen der Permeabilität bei grösseren Beanspruchungen um so grösser werden, je grösser die Deformation des Materials ist. Man findet aber auch, dass bleibende oder zeitweilige Veränderungen bereits bei so niedrigen Beanspruchungen eintreten, bei welchen die Deformationen noch mit keinerlei anderen Versuchsmitteln zu constatieren sind.

Diese Thatsache lässt uns vermuthen, dass durch die Untersuchung der magnetischen Permeabilität und die Aufnahme der Inductionscurven während und nach erfolgten mechanischen Beanspruchungen wichtige Daten für das Verhalten des Materials gewonnen werden können.

Die Erscheinungen der *statischen und viscosen magnetischen Hysteresis* geben uns ebenfalls ein sehr bequemes Mittel an die Hand, um die magnetischen Metalle und deren verschiedene Varietäten zu beschreiben.

Wie bekannt, ist der Werth der magnetischen Induction für dieselbe magnetisierende Kraft H verschieden, je nachdem wir zu diesem Werthe der magnetisierenden Kraft von einem höheren oder von einem niedrigeren Werthe gelangen.

Lassen wir in einem Probestücke, das der Einwirkung von magnetischen Kräften noch nicht ausgesetzt war, die magnetisierende Kraft von Null bis zu einem gewissen Endwerthe H_1 anwachsen, so erhalten wir mit Hülfe der entsprechenden Inductionswerthe B die in Figur 1 dargestellten Curven. Lassen wir nun die magnetisierende Kraft langsam abnehmen, so fällt die Induction nicht nach derselben Curve ab, sondern bleibt höher und der abfallende Theil der Inductionscurve schneidet die Ordinatenachse in beträchtlicher Höhe über dem Nullpunkte. Es ist also diejenige Induction, die im absteigenden Theile der Inductionscurve der magnetisierenden Kraft Null entspricht, von Null verschieden und wird die *remanente Induction* des Versuchsstückes genannt; sie ist eine der charakteristischen Grössen der magnetischen Metalle.

Lässt man nun von Null aus die magnetisierende Kraft in negativer Richtung anwachsen, so fällt die Induction weiter ab und es ist eine mehr oder minder beträchtliche negative magnetisierende Kraft H nothwendig, um die Induction auf Null herunterzubringen. Diese negative magnetisierende Kraft, die sogenannte *Coërcitivkraft*, ist ebenfalls eine charakteristische Grösse.

Lässt man nun die magnetisierende Kraft H weiter in negativer Richtung anwachsen, und zwar bis zu demselben Endwerthe H_1, den die magnetisierende Kraft H früher in positiver Richtung hatte, so erreicht die Induction denselben absoluten Werth B_1 auf der negativen Seite der Abscissenachse, den sie früher auf der positiven Seite erreicht hatte.

Lässt man nun H wieder gegen Null abfallen, so fällt B wiederum ab, schneidet bei $H = 0$ die negative Ordinatenachse ungefähr in derselben Entfernung, wie beim absteigenden Theile

die positive Ordinatenachse, und erreicht, wenn H wieder das positive Maximum H_1 erreicht hat, nahezu den positiven Anfangswerth B_1.

Der absteigende und aufsteigende Theil der Inductionscurven, die diesem Magnetisierungscyklus entsprechen, schliessen eine Fläche ein, die der während dieses Cyklus geleisteten *Polarisationsarbeit*, der sogenannten Hysteresisarbeit, proportional ist.

Die Grösse dieser Fläche, sowie die Form der aufsteigenden und absteigenden Inductionscurven ist für das Material sehr charakteristisch. Die Grösse der Flächen wird durch den Kohlengehalt, durch den mechanischen Härtegrad, durch den Gehalt an gewissen Metallen, so z. B. Mangan-, Chrom- und Wolframgehalt sehr stark beeinflusst.

So ist z. B. für starke Magnetisierungen die Arbeit für einen Magnetisierungscyklus in sehr weichem Schmiedeeisen ca. 10000 Erg pro cm^3, in weichem Eisen ca. 16000. Für die verschiedenen Gusseisenqualitäten schwankt diese Arbeit für dieselben Magnetisierungscyklen zwischen 13000 und 30000 Erg, in weichen Stahlsorten zwischen 40000 und 60000 Erg. Claviersaitenstahl hat im ausgeglühten Zustande eine Hysteresisarbeit von 80000 bis 90000 Erg, gehärtet ca. 110—120000 Erg, Chromstahl hat in geglühtem Zustande ca. 65000 und in Oel gehärtet 167000 Erg. Wolframstahl mit 3,4 % Wolfram, 0,6 % Mangan und 0,5 % Kohle hat nach HOPKINSON eine Hysteresisarbeit von 216000 Erg pro Cyklus bei hoher Magnetisierung. Die Abhängigkeit der statischen Hysteresisarbeit w von den Inductionsgrenzen der Cyklen kann näherungsweise durch die Formel $w = \eta B^{1,6}$ dargestellt werden; η, der sogenannte Hysteresiscoefficient, ist ebenfalls eine charakteristische Grösse des Materials.

In den verschiedenen Nickelsorten schwankt die Hysteresisarbeit für starke Magnetisierungscyklen zwischen 10000 und 25000 Erg pro cm^3.

Vergleicht man diese Zahlen miteinander, so ergiebt sich daraus, dass die Werthe der Hysteresisarbeit zwischen 10000 für weiches Schmiedeeisen und 216000 für harten Wolframstahl eine genaue Skala zur Charakterisierung der verschiedenen Eisen- und Stahlqualitäten abgeben können.

In Figur 4 habe ich die Hysteresiscurven für zwei verschiedene Stahlsorten der Firma Böhler im gehärteten und nicht gehärteten Zustande und einer weichen Eisensorte auf Grund der Versuche im Laboratorium der Firma Ganz & Comp. angegeben.

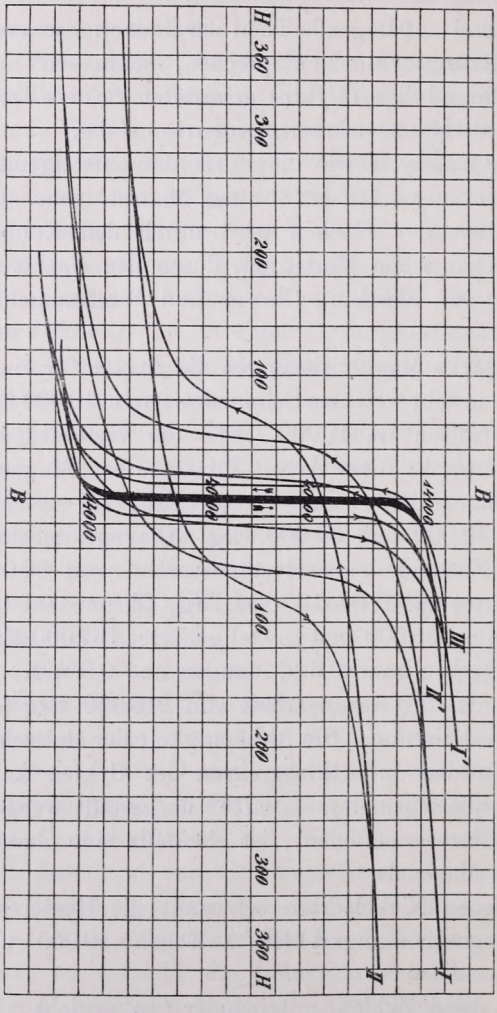


Fig. 4.

I und I_1 geben die Curven der Böhler'schen Magnetstahlmarke W. II. G. im gehärteten und nicht gehärteten Zustande, II und II'_1 die Curven für eine sehr harte Magnetstahlsorte der Firma Böhler im gehärteten, resp. nichtgehärteten Zustande.

Die Curven III, resp. die schwarz angelegte Fläche zwischen dem auf- und absteigenden Theile giebt die Hysteresisarbeit einer weichen Eisensorte.

Man sieht aus diesen Curven, dass durch die Härtung die *S*-förmigen Hysteresisflächen bedeutend vergrössert und in der Abscissenachse verzerrt werden, und die Coërcitivkraft bedeutend vergrössert wird. So z. B. ist die Coërcitivkraft für den Magnetstahl W. II. G. in weichem Zustande ca. 19, in hartem Zustande 52.

Für die andere Stahlsorte ist die Coërcitivkraft 14 und im gehärteten Zustande gleich 69 C. G. S. Einheiten. Für das weiche Eisen ist die Coërcitivkraft gleich 2.

Durch Zugbelastungen werden die Hysteresisflächen, resp. Hysteresiscurven in Richtung der Abscissenachse gestreckt und durch Druckbelastungen in Richtung der Abscissenachse gestaut, wie sich übrigens aus dem Frühergesagten ergiebt.

Das soeben Angeführte dürfte genügen, um zu zeigen, dass diese Curven ein bequemes Mittel an die Hand geben, um z. B. den Einfluss der Härteverfahren auf Stahlsorten zu studieren, den Härtegrad genau zu definieren und überhaupt die molecularen Vorgänge während der verschiedenen Beanspruchungen zu verfolgen.*

Aehnlich, wie durch Zug- und Druckbelastungen, werden auch durch Beanspruchungen anderer Art, so z. B. durch die Torsion, die Hysteresiscurven und Hysteresisflächen, und überhaupt die Inductionscurven stark beeinflusst.

Es würde zu weit führen, hier auf alle Einzelheiten einzugehen und ich will nur auf Grund der Untersuchungen NAGAOKA's in Figur 5 einige Hysteresiscurven für einen Nickeldraht von 1 mm Durchmesser zusammenstellen.

Die Abscissen geben die magnetisierenden Kräfte, die Ordinaten die Magnetisierung B.

I giebt den von Null aufsteigenden Theil und ein Stück des absteigenden Theiles der Hysteresiscurve des Nickels in nichtbeanspruchtem Zustande, II die entsprechenden Curven, wenn der Nickeldraht um 3° pro cm tordiert war; III giebt

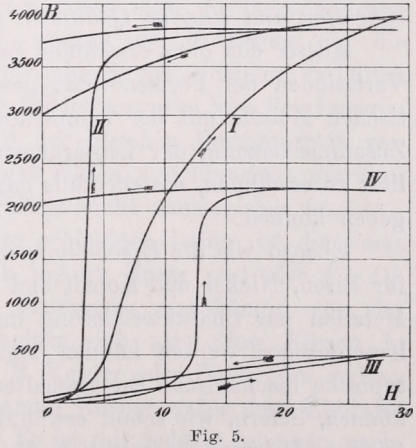


Fig. 5.

* Siehe übrigens BARUS und STROUHAL, Bulletin of the U. S. Geological Survey. 1885, Nr. 14.

die Hysteresiscurve, wenn der Draht mit 12,7 kg pro mm^2 Zugbelastung beansprucht war, IV giebt die Curven desselben Drahtes für die obige Zugbelastung, wenn der Draht *gleichzeitig* um 3^0 pro cm Länge tordiert war.

Die Nachwirkungen dieser Beanspruchungen, das Auftreten von circularer Magnetisation beim Strecken longitudinal magnetisierter Stäbe etc. und die auf diese Erscheinungen bezüglichen zahlreichen Daten geben uns ein überaus reiches Material an die Hand, auf das näher einzugehen mir der enge Rahmen dieses Vortrages verbietet. Die Erfahrung zeigt auch, dass die Grösse der magnetischen Hysteresisfläche merkbar, wenn auch in geringem Maasse, durch die Dauer des Cyklus beeinflusst wird. Diese Erscheinung, die sogenannte viscose Hysteresis, bietet jedoch vermöge der Schwierigkeiten in der Beobachtung wenig Aussicht für die praktische Materialprüfung.

Ich glaube mich mit dem Obengesagten begnügen zu können und gezeigt zu haben, dass die *Untersuchung der magnetischen Eigenschaften nicht unterlassen werden kann, wenn es sich darum handelt, ein vollständiges und präcises Bild über die mechanischen Eigenschaften der magnetischen Metalle und deren Legierungen zu entwerfen und einzelne Qualitäten genau zu definieren.*

Ausser den oben erwähnten Erscheinungen sind die cyklischen Variationen der Permeabilität gewisser Legierungen der magnetischen Metalle mit der Temperatur und endlich der Einfluss der Zusammensetzung der Legierungen auf die Grösse der Permeabilität zu erwähnen, die ebenfalls gar manche lehrreiche Fingerzeige geben können.

Ebenso wie die Erscheinungen der magnetischen Polarisation für Eisen, Nickel und Kobalt und deren Legierungen mit anderen Metallen zur Charakterisierung und Beschreibung dieser Metalle herangezogen werden können und aus diesen Eigenschaften auf typische mechanische Eigenschaften Folgerungen gezogen werden können, liefern, wie schon erwähnt, die Erscheinungen der *dielektrischen Polarisation* wichtige Beiträge zur Kenntniss der verschiedenen imprägnierten Pflanzenfaserstoffe des Holzes, Papieres, dann der keramischen Produkte, und überhaupt der sogenannten schlechten Leiter.

Ich will hier mit einigen Beispielen zeigen, welch auffallende Analogien zwischen den Erscheinungen der dielektrischen und magnetischen Polarisation bestehen und will besonders jene Beobachtungen hervorheben, die in ganz klarer Weise den Zusammenhang zwischen den mechanischen und dielektrischen Eigenschaften erkennen lassen.

Ich verweise hier auf meine oben bereits erwähnten Mittheilungen und die in diesen Mittheilungen angeführte Literatur und möchte hier nur die wichtigsten Thatsachen zusammenfassen.

Bestimmt man mittelst der bekannten Methoden den Zusammenhang zwischen der polarisierenden elektromotorischen Kraft und der dieser entsprechenden elektrostatischen Induction, so findet man, dass für die meisten dielektrischen Körper die Curve die durch die polarisierenden Kräfte und die diesen entsprechenden elektrostatischen Inductionen bestimmt ist, nahezu eine gerade Linie sei, also die Dielektricitätsconstante wirklich constant ist.

Erweitert man die Versuchsgrenzen, so findet man, dass bei einigen schlechten Leitern sich die Dielektricitätsconstante merkbar mit der Grösse der polarisierenden Kraft ändert.

Es ist a priori zu erwarten, dass sich die verschiedenen Materiale in dieser Beziehung, ebenso wie in Bezug auf die magnetischen Eigenschaften, abweichend von einander verhalten und dass die Abweichungen der Inductionscurve von der linearen Form nicht in allen Fällen mit der gleichen Bestimmtheit verfolgt werden können, ja in einigen Fällen und innerhalb gewisser Grenzen eine Abweichung überhaupt nicht nachweisbar ist.

Für den grössten Theil der schlechten Leiter ist die Form der Inductionscurve thatsächlich nahezu linear und also die Dielektricitätsconstante praktisch genommen unabhängig von der polarisierenden Kraft. Es verhalten sich also diese Körper in dieser Beziehung ähnlich wie z. B. Kupfer oder Zink, oder andere, fälschlich nichtmagnetisch genannte Körper unter dem Einflusse der magnetischen Polarisation. Es ist mir jedoch gelungen nachzuweisen*, dass es dielektrische Körper giebt, in denen die Dielek-

* Siehe Hoor, loco cit.

tricitätsconstante nicht unabhängig von der polarisierenden Kraft ist, d. h. also die dielektrische Inductionscurve von der linearen Form abweicht und im Wesen ähnlich aussieht, wie die in Fig. 1 für Eisen, Nickel und Kobalt angeführten Inductionscurven.

Ich will hier aus der langen Reihe meiner Versuche nur ein charakteristisches Beispiel herausgreifen, aus dem die Analogie der Beziehungen zwischen polarisierender Kraft und entsprechender Polarisation des dielektrischen Mediums zu den Beziehungen zwischen den entsprechenden Quantitäten im magnetischen Felde klar zu ersehen ist.

So stellen z. B. die Curven A und B der Figur 6 die dielektrische Inductionscurve mit reinem Petroleum getränkten, in der Hitze leicht gebräunten reinen Leinenfaserpapiers dar. Die Abscissen geben die polarisierende elektromotorische Kraft, die Ordinaten die diesen entsprechenden Ladungen, resp. die entsprechende dielektrische Induction. Die Curve B giebt den Anfangstheil der Curve A mit 10facher Abscissenvergrösserung. Die Curve C giebt das Verhältniss der elektromotorischen Kraft und der entsprechenden Ladungen des aus diesem Papiere hergestellten elektrischen Condensators.

Dieses Verhältniss, die *Capacität* des Condensators, ist der *Dielektricitätsconstante* (analog der magnetischen Permeabilität des Eisens) proportional. Die Form dieser Curven ist den entsprechenden Curven in der Figur 1 ganz ähnlich und sehen wir, dass die Dielektricitätsconstante oder mit anderen Worten die dielektrische Permeabilität bei niedrigen Beanspruchungen verhältnissmässig gross ist und bei ansteigender Beanspruchung beträchtlich abnimmt.

Von einer bestimmten niedrigen Beanspruchung abwärts bleibt die dielektrische Permeabilität unabhängig von der polarisierenden Kraft ziemlich constant, ja, soweit in diesem Theile der Curve eben eine genaue Beobachtung möglich ist, scheint die Permeabilität mit abfallender polarisierender Kraft etwas abzunehmen. Der Anfangstheil der Inductionscurven ist also ähnlich wie jener der magnetischen Inductionscurven der eisenartigen Metalle. Die Form dieser Curven wird durch die Temperatur, durch den Druck, durch die Beschaffenheit des verwendeten Pa-

piers u. s. w. merkbar beeinflusst, behält aber immer einen ähnlichen Charakter.

Die Bestimmung solcher Curven erfordert keinerlei besonderen experimentellen Aufwand und genügt es, aus dem zu untersuchenden Nichtleiter hergestellte Platten und Stanniolplatten als Elektroden zu einem Condensator zusammenzubauen und mittelst ballistischen Galvanometers diejenigen Ladungen zu bestimmen, die den verschiedenen elektromotorischen Kräften entsprechen.

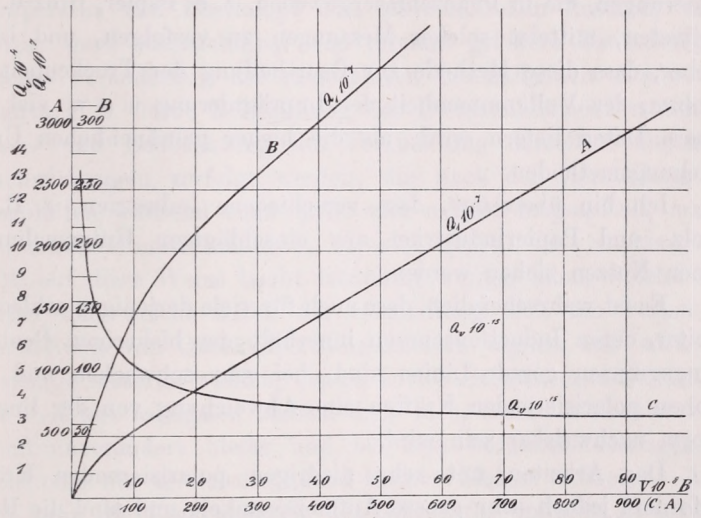


Fig. 6.

Wiederholt man diese Versuche öfter, so findet man, dass die aus den verschiedenen Versuchsserien construierten Curven sich genügend gut decken und infolge von geringen Druck- oder Temperaturvariationen sich nur sehr wenig verschieben. Ich habe jedoch gefunden, dass der Einfluss des *Vorbereitungsverfahrens*, dem das Material vor den Versuchen unterzogen worden war, wie es ja nach all dem Vorhergesagten vorauszusehen ist, ein ganz bedeutender ist. So z. B. ergiebt dasselbe Rohmaterial, dieselbe Papier- oder Holzsorte nach verschiedenen Trocknungs- und Imprägnierungsverfahren, je nachdem bei der Imprägnierung zähflüssige oder leichtflüssige imprägnierende Flüssigkeit verwendet wurde, die Luft aus dem Gewebe mehr oder minder vollständig

entfernt wurde, ganz verschiedene Resultate und ändert sich der Charakter der Curve.

Treten infolge unrichtiger Behandlung des Materials längere Zeit nach der Fabrication Veränderungen ein, so äussern sich diese durch eine Verschiebung der elektrischen Inductionscurven und sind mit Hülfe derselben auch solche Veränderungen wahrzunehmen, die durch keinerlei anderes Beobachtungsmittel nachgewiesen werden können. Es liegt also auf der Hand, die Veränderungen, die in Pflanzenfasergeweben, z. B. Papier, Holz u. s. w. auftreten, mittelst solcher Messungen zu verfolgen, und ist es sicher, dass diese Methode zur Beurtheilung der Trockenheit des Holzes, der Vollkommenheit der Imprägnierung u. s. w. viel präcisere Daten liefern wird, als die bisher gebräuchlichen Untersuchungsmethoden.

Ich bin überzeugt, dass verschiedene Industrien, z. B. die Holz- und Papierindustrien aus einschlägigen Untersuchungen einen Nutzen ziehen werden.

Es ist wahrscheinlich, dass auch für viele derjenigen schlechten Leiter, deren Inductionscurven innerhalb der bisherigen Beobachtungsgrenzen gerade Linien sind, bei sehr schwachen uud sehr hohen polarisierenden Kräften eine Abweichung von der linearen Form nachweisbar sein wird.

Das Arbeiten mit sehr niedrigen polarisierenden Kräften erfordert jedoch sehr grosse Aufmerksamkeit und sind die Resultate vermöge der mannigfachen störenden Einflüsse nicht sehr verlässlich.

Die obere Grenze derjenigen Beanspruchung, der das Dielektricum unterworfen werden kann, wird durch die sogenannte Durchschlagsspannung, d. h. diejenige elektromotorische Kraft bestimmt, bei der das Dielektricum zwischen den Elektroden durchbrochen wird und in Form eines Funkens oder Bogens eine Entladung eintritt. Arbeitet man mit Beanspruchungen in der Nähe der Durchschlagsspannung, so treten störende Einflüsse auf, die die Verlässlichkeit der Resultate beeinträchtigen.

Das Arbeiten mit sehr hohen Beanspruchungen erfordert also ebenfalls besondere experimentelle Vorkehrungen und erhöhte Aufmerksamkeit, so dass derlei Untersuchungen sich in der Praxis

schwer einbürgern liessen. Es bietet sich demnach für die praktische Verwendung in solchen Fällen nur der geradlinige Theil der Inductionscurve dar, d. h. derjenige Theil, in dem die Dielektricitätsconstante von der polarisierenden Kraft unabhängig ist und es kann also allein nur der Werth der Dielektricitätsconstante, nicht aber die Form der Curve zur Charakterisierung des Materials herangezogen werden.

Der Werth der Dielektricitätsconstante ändert sich mit der Temperatur und überhaupt dem physikalischen Zustande dieser Körper ganz wahrnehmbar und erleidet grössere Veränderungen zufolge Veränderung der molecularen Beschaffenheit u. s. w. So können z. B. durch Bestimmung der Dielektricitätsconstanten des Glases und Beobachtung der Veränderung derselben diejenigen Nachwirkungen verfolgt werden, die nach der Herstellung von Glasplatten während einer mehr oder minder langen Zeit, manchmal durch Monate hindurch, vor sich gehen. Es ist klar, dass z. B. auf diese Weise leicht bestimmt werden kann, welche Glassorten und welche Arten der Behandlung sich am besten zur Herstellung von Quecksilberthermometern eignen und wird man dasjenige Material wählen, dessen Dielektricitätsconstante sich mit der Zeit am wenigsten ändert, d. h. also, dessen molecularer Zustand unverändert bleibt und bei dem Volumenänderungen gar nicht oder nur in verschwindend kleinem Maasse auftreten. Aehnlich kann die Brauchbarkeit des Glases für optische Zwecke auf diese Weise controliert werden.

Die Beobachtung der Dielektricitätsconstante giebt z. B. ein bequemes Mittel an die Hand, um die Veränderungen zu studieren, die die verschiedenen Guttapercha- und Gummipräparate durchmachen und kann der Werth der Dielektricitätsconstanten und deren Veränderung ein Maass für die Haltbarkeit und Beständigkeit dieser Materialien bilden.

Die molecularen Veränderungen in keramischen Producten können ebenfalls mittelst der Dielektricitätsconstante verfolgt werden und es ergeben sich aus dieser Thatsache und den weiter unten noch anzuführenden Erscheinungen Prüfungsmethoden, die gewiss praktische Erfolge zeitigen werden.

Eine weitere wichtige Erscheinung, die zum Ausgangspunkte

von Materialprüfungsmethoden gemacht werden kann, ist die *elektrostatische Hysteresis*, eine Erscheinung, die der magnetostatischen Hysteresis vollkommen analog ist.

Die Existenz dieser Erscheinung wurde zuerst an Condensatoren, die der Einwirkung rasch wechselnder polarisierender Kräfte ausgesetzt waren, beobachtet, und hat STEINMETZ zuerst an einigen Fällen nachgewiesen, dass die Polarisationsarbeit, die einem vollständigen Elektrisierungscyklus entspricht, $W = \beta \cdot E^2$ gesetzt werden kann, wo β ein das Material charakterisierender Werth, die *specifische elektrostatische Hysteresisarbeit* oder der *elektrostatische Hysteresiscoefficient ist* und E die polarisierende elektromotorische Kraft bedeutet.

Dieses Gesetz gilt nur näherungsweise und sind uns heute Fälle bekannt, ich selbst habe einige Beispiele gezeigt, wo die STEINMETZ'sche Formel nicht mehr gilt.

Genau so, wie die Erscheinungen der magnetostatischen Hysteresis zur Beschreibung des Materials herangezogen werden können, kann auch die einer gewissen polarisierenden elektromotorischen Kraft und Polwechselzahl entsprechende elektrostatische Hysteresisarbeit, die mit dem Wattmeter leicht gemessen werden kann, zur Beschreibung des Materials herangezogen werden und liefert, da sich die dielektrischen Körper in dieser Beziehung wesentlich von einander unterscheiden, sehr werthvolle Daten. So können z. B. durch Bestimmung der Hysteresisarbeit die verschiedenen Vorbereitungsarten von Pflanzenfaserstoffen, Imprägnierungsmethoden die Homogenität und Gleichmässigkeit des Materials geprüft werden.*

So z. B. haben geschichtete Dielektrica oder aus Theilchen mit verschiedenen Dielektricitätsconstanten zusammengesetzte Dielektrica eine viel grössere specifische Hysteresis, als die Componenten selbst. Sehr auffallend ist der Zusammenhang zwischen den mechanischen Eigenschaften und der specifischen Hysteresis.

* Siehe meine oben citierten Abhandlungen, dann HOOR: Ujabb adatok a dielektromos testek physikájához, (második közlemény), Math. és Természettud. Közlöny XIX., p. 332 1901, und HOOR: Neuere Beiträge zur Naturgeschichte dielektrischer Körper (Zweite Mittheilung) E. T. Z. XXII. p. 716 1901.

So zeigen meine Versuche z. B., dass alle jene *Verfahren, die die specifische Hysteresis des Dielektricums herabdrücken, zugleich auch die elastischen Eigenschaften des Materials verbessern.*

Mechanische Beanspruchungen, z. B. Druck oder Zug, beeinflussen die Hysteresisarbeit ganz merkbar und sind die nach dem Aufhören der mechanischen Einwirkungen vor sich gehenden langsamen Nachwirkungen durch die Beobachtung der Hysteresisarbeit leicht zu verfolgen. Die Erscheinung der elektrostatischen Hysteresisarbeit lässt sich übrigens nicht nur durch Messungen mittelst rasch wechselnder elektromotorischer Kräfte, sondern auch durch Beobachtung der Inductionscurven bei langsamen, Schritt für Schritt veränderten polarisierenden Kräften verfolgen.

Ich habe diese Versuche in der Weise ausgeführt, dass ich die polarisierende elektromotorische Kraft Schritt für Schritt veränderte und die diesen Veränderungen entsprechenden Inductions-, resp. Ladungsdifferentiale mittelst ballistischen Galvanometers gemessen habe. Die auf diese Weise gewonnenen Punkte wurden für den auf- und absteigenden Theil in ein Coordinatensystem eingetragen und schliessen die zwei Curven eine Fläche ein, die, abgesehen von den weiter unten zu schildernden Erscheinungen, ein Maass für die statische Hysteresisarbeit abgiebt.

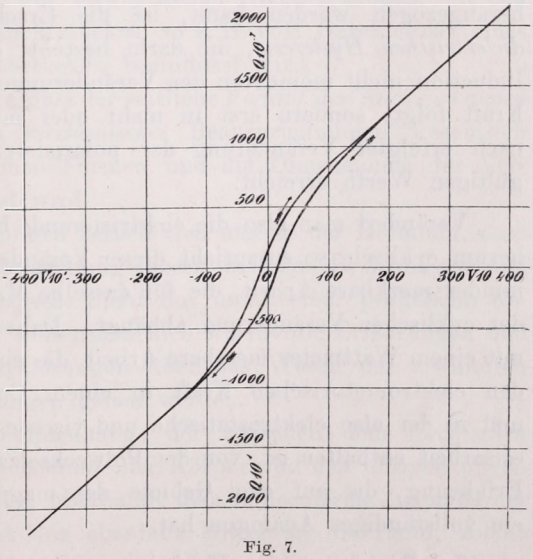


Fig. 7.

In Figur 7 habe ich die Resultate einer solchen Versuchsreihe dargestellt, die aus meiner oben citierten Abhandlung entnommen ist.

Die Figur bezieht sich auf petroleumgetränktes, gebräuntes *Leinenfaserpapier;* die Abscissen geben die polarisierende elektromotorische Kraft in Volt; die Ordinaten geben die den Abscissen entsprechenden Inductionswerthe. Die Werthe der elektromotorischen Kraft, sowie der entsprechenden Induction wurden durch Summierung der respectiven Differentiale während des Cyklus gewonnen.

Dieser Versuch ist ganz analog den allbekannten magnetischen Versuchen, für die ich in der Figur 4 einige Beispiele dargestellt habe. Allerdings ist diese Methode nicht so bequem, als die Beobachtungen der Hysteresisarbeit mittelst rasch polarisierender elektromotorischer Kräfte und dürfte daher, wenn sie auch wissenschaftlich sehr interessant ist, für praktische Zwecke kaum eine ausgedehnte Anwendung finden können.

Eine weitere wichtige Erscheinung, die zur Materialprüfung herangezogen werden kann, ist die Erscheinung der *viscosen dielektrischen Hysteresis*, die darin besteht, dass die dielektrische Induction nicht momentan den Veränderungen der polarisierenden Kraft folgt, sondern erst in mehr oder minder merkbarer Zeit nach erfolgter Veränderung der polarisierenden Kraft den endgültigen Werth erreicht.

Verändert man also die elektrisierende Kraft um einen Werth herum cyklisch, so entspricht dieser Veränderung eine mehr oder minder merkbare Arbeit, die für dasselbe Material von der Dauer der cyklischen Veränderung abhängt. Daher kommt es, dass die mit einem Wattmeter messbare Arbeit, die einer cyklisch variierenden elektromotorischen Kraft in einem Condensator entspricht und in der also elektrostatische und viscose dielektrische Hysteresisarbeit enthalten ist, von der Polwechselzahl abhängig ist, eine Erfahrung, die auf dem Gebiete der magnetischen Polarisation ein vollständiges Analogon hat.

In Bezug auf die Erscheinungen der viscosen dielektrischen Hysteresis zeigen die schlechten Leiter eine ganz besondere Mannigfaltigkeit der Erscheinungen und verhalten sich in dieser Beziehung verschiedene schlechte Leiter dermaassen typisch und ist der Einfluss der Fabricationsmethoden auf ein gegebenes Material ein so auf-

fallender, dass die Heranziehung dieser Erscheinungen zur Beschreibung des Materials überaus wichtig ist.

Es würde zu weit führen, hier auf die Einzelheiten einzugehen und ich verweise auf meine mehrmals citierten Mittheilungen, die über die einschlägigen Untersuchungsmethoden eingehende Angaben und auch eingehende Versuchsresultate enthalten.

Ich will hier nur noch auf die bemerkenswerthe Thatsache hinweisen, dass der Verlauf der Nachwirkungen, also auch die Grösse der viscosen Hysteresisarbeit, nicht nur von der Qualität des Materials, sondern, wie ich gezeigt habe, auch von den Dimensionen desselben, der Schichtendicke des Dielektricums u. s. w. abhängt.

Eine analoge Erscheinung finden wir auf dem Gebiete der magnetischen Polarisation, indem, wie es schon seit geraumer Zeit bekannt, der Verlauf der magnetischen Nachwirkungen von den Dimensionen des Versuchsstückes, so z. B. vom Durchmesser eines cylindrischen Versuchsstückes, beeinflusst wird.

Ebenso finden wir, dass der zeitliche *Verlauf der Nachwirkungen* nach dem Aufhören *mechanischer* Beanspruchungen wesentlich durch die geometrischen Formen und die Dimensionen der Versuchsstücke beeinflusst wird.

All diese Beziehungen berechtigen uns zu der Hoffnung, dass eine *systematische* Untersuchung dieser analogen Beziehungen und *einschlägige Parallelversuche* nicht nur unmittelbar praktische Resultate, sondern auch wissenschaftlich werthvolle Erfahrungen und vielleicht weitere Aufklärungen über das Wesen der erwähnten Polarisationserscheinungen geben werden.

Der innige Zusammenhang, der zwischen dem *specifischen elektrischen Leitungswiderstande* der Körper und den übrigen physikalischen Eigenschaften, überhaupt dem molecularen Zustande der Körper besteht, giebt uns ebenfalls Mittel an die Hand, solche Veränderungen des Materials zu verfolgen, die auf andere Weise kaum wahrnehmbar sind. Besonders leicht sind derlei Beobachtungen bei den verschiedenen Metallen auszuführen, da deren specifischer Widerstand ohne besondere Complicationen leicht zu bestimmen ist und jederlei mechanische Beanspruchung, Zug,

Druck, Torsion etc. die Grösse des specifischen Widerstandes merkbar beeinflussen.

Es würde zu weit führen, auf Einzelheiten einzugehen und will ich mich auch hier nur auf die Anführung einiger Beispiele beschränken.

So nimmt z. B. der Widerstand der meisten Metalle und Legierungen zu, wenn diese unter der Einwirkung von Zugkräften stehen. Ebenso nimmt der specifische Widerstand zu, wenn aus den verschiedenen Metallen hergestellte Stäbe, Drähte oder Bleche, oder überhaupt Körper beliebiger Form um eine beliebige Achse tordiert werden. Nach dem Aufhören der Beanspruchung sinkt zwar der specifische Widerstand sofort, erreicht jedoch in den meisten Fällen seinen ursprünglichen Werth nicht sofort nach Aufhebung der Beanspruchung, sondern erst geraume Zeit später, manchmal erst nach Monaten, oder, wenn die Beanspruchung genügend gross war, überhaupt gar nicht mehr.

Körper, die in Bezug auf mechanische Beanspruchungen hart sind, zeigen länger andauernde Widerstandsnachwirkungen, als weiche Körper. In weichen Körpern sind die entsprechenden Veränderungen wohl grösser, verlaufen aber viel rascher. Die auf diese Erscheinungen bezüglichen Mittheilungen enthalten eben nicht allzuviel numerische Daten, doch lassen sich diese Daten auf einfache Weise ergänzen und für ein gegebenes Material die den verschiedenen Beanspruchungen entsprechenden Widerstandsveränderungen feststellen und die Nachwirkungserscheinungen verfolgen.

All diese Erscheinungen beweisen, wie sich übrigens auch aus den Erscheinungen der magnetischen Hysteresis und der Beobachtung der magnetischen Inductionscurven ergiebt, dass selbst solche mechanische Beanspruchungen bleibende oder sehr langsam verlaufende Veränderungen in den meisten Metallen hervorrufen, die weit unter der Elasticitätsgrenze (im mechanischen Sinne) des Materials liegen; diese Veränderungen sind durch Volum- oder überhaupt Dimensionsmessungen nicht nachweisbar.

Besonders lehrreich sind die Veränderungen des specifischen Widerstandes, wenn man das Material über die Elasticitätsgrenze hinaus oder überhaupt bis zur Festigkeitsgrenze beansprucht, und

habe ich z. B. gefunden, dass sich die Thatsache, dass wir uns bei einer gegebenen Beanspruchung in der Nähe der Festigkeitsgrenze befinden, in den meisten Fällen durch eine ganz bedeutende plötzliche Veränderung des specifischen Widerstandes bemerkbar macht. Ich habe übrigens gefunden, dass bei sonst gleicher specifischer Beanspruchung eines gegebenen Materials die Zunahme des specifischen Widerstandes auch von den Dimensionen des Versuchsstückes, so z. B. auch vom Querschnitte des Stabes oder Drahtes abhängt, ebenso wie der zeitliche Verlauf der Nachwirkung.

Die Veränderungen, die ein Gussstück unmittelbar nach dem Gusse, oder z. B. ein Versuchsstück unmittelbar nach dem Härten erleidet, lassen sich durch Messung des specifischen Widerstandes ebenfalls ganz leicht und continuierlich verfolgen.

Derartige Versuche zeigen, dass auch geraume Zeit nach dem Härten oder Giessen des Materials sehr bedeutende Aenderungen in der molecularen Beschaffenheit vor sich gehen.

Der Vortheil, der durch die Heranziehung von Widerstandsbestimmungen zur Verfolgung der Nachwirkungserscheinungen in den Metallen erwächst, ist in die Augen springend, und ich bin überzeugt, dass z. B. mit Hülfe des Widerstandes sich der Härtungsgrad einer gegebenen Stahlsorte viel genauer präcisieren lässt, als bis jetzt, und überhaupt die Einwirkungen der verschiedenen Härteverfahren auf eine gegebene Stahlsorte etc. mit Hülfe solcher Messungen sich viel bequemer beobachten lassen, als mittelst irgend einer anderen Methode.

Die Veränderungen, die der specifische Widerstand bei Aenderungen der Temperatur erleidet, werfen ebenfalls scharfe Streiflichter auf die Eigenschafteu der Metalle und zeigen besonders die cyklischen Variationen des specifischen Widerstandes bei cyklischen Aenderungen der Temperatur, dass solchen Temperaturänderungen auch cyklische Aenderungen im molecularen Zustande, also in den mechanischen Eigenschaften überhaupt, entsprechen.

Die plötzlichen Aenderungen des specifischen Widerstandes, die in den Recalescenzpunkten des Eisens und der verschiedenen Stahlsorten, so z. B. bei ca. 780° im weichen Eisen und bei ca. 660° im harten Stahl eintreten, zeigen deutlich, dass wir von

einschlägigen Beobachtungen und systematischen Parallelversuchen, deren Aufgabe die Verfolgung der soeben geschilderten Erscheinungen und parallel damit der mechanischen Eigenschaften wäre, sehr viel zu erwarten haben.

Es ist sehr bedauerlich, dass das in den verschiedenen wissenschaftlichen, als auch praktischen elektrischen und magnetischen Laboratorien zusammengetragene, auf die verschiedenen Metalle, keramische Producte etc., sowie z. B. Kupfer, Eisen, die verschiedenen Eisenlegierungen, Porzellan, Glas, Guttapercha etc. bezügliche ungeheuere Versuchsmaterial für die Materialprüfung bis jetzt nicht dienstbar gemacht wurde. Es ist dies um so mehr zu bedauern, da die *Untersuchung der magnetischen und elektrischen Eigenschaften der Körper ohne deren Zerstörung vorgenommen werden kann.* Es ist also möglich, ein und dasselbe Versuchsstück wiederholt denselben Versuchen und derselben Behandlung zu unterwerfen. Ebenso ist es möglich, mit Hülfe der elektrischen und magnetischen Messungen jene molecularen Veränderungen zu studieren, die z. B. verschiedene metallene Constructionsbestandtheile in *fertigen Constructionen* erleiden oder erlitten haben, ohne dass deren Demontierung nothwendig wäre. So ist es z. B. möglich, den molecularen Zustand eines in einer Construction auf Zug beanspruchten Stabes durch Beobachtung der magnetischen Inductionscurven, der Hysteresisarbeit und des specifischen Widerstandes von Zeit zu Zeit zu beobachten, oder auch continuierlich zu verfolgen.

Andererseits bedarf auch die *Elektrotechnik* dringend der Ergänzung der Versuche über die von ihr gebrauchten Materialien durch verlässliche Angaben der mechanischen und chemischen Eigenschaften und ist der Mangel verlässlicher einschlägiger Daten besonders bei der Materialbeschaffung sehr stark fühlbar.

Die eingehende Behandlung des auf die oben geschilderten Erscheinungen bezüglichen, aus fremden, sowie aus meinen eigenen Versuchen abgeleiteten Versuchmateriales würde den Rahmen dieses Vortrages über das erlaubte Maass ausdehnen und so muss ich mich auf das oben Gesagte beschränken.

Mein Zweck war, Ihnen durch Zusammenfassung vieler bekannter und einiger neuer Versuchsergebnisse zu zeigen, dass die

Einbeziehung der elektrischen und magnetischen Eigenschaften in den Bereich der Materialprüfung *nicht nur wissenschaftliche, sondern auch praktische Erfolge* nach sich ziehen muss und ich glaube, durch das hier Gesagte den Beweis für diese Behauptung erbracht zu haben.

Soll aber ein praktischer Erfolg erzielt werden, so muss das gegenwärtig zur Verfügung stehende Material durch *systematische, nach einem einheitlichen Plane ausgeführte Parallelversuche vervollständigt werden.* Diese Versuche können am zweckmässigsten in jenen Laboratorien vorgenommen werden, die für die Prüfung der Materiale der Technik eingerichtet sind, da diese Laboratorien sich ohne besonders hohe Auslagen auf elektrische und magnetische Messungen einrichten können, währenddem die meisten elektrotechnischen Laboratorien kaum in der Lage sein dürften, die elektrischen und magnetischen Versuche selbst durch Versuche über die mechanischen und chemischen Eigenschaften zu ergänzen.

Ich erlaube mir mit Berufung auf das oben Gesagte dem Congress folgende Beschlussanträge zu unterbreiten und zur Annahme zu empfehlen:

1. Der Congress wünscht, dass in Zukunft parallel mit den mechanischen Eigenschaften der Materiale nach Thunlichkeit auch die magnetischen und elektrischen Eigenschaften mit Aufmerksamkeit verfolgt und die einschlägigen Daten gesammelt und neben den Resultaten der mechanischen und chemischen Untersuchungen veröffentlicht werden.

2. Der Congress wünscht im Hinblick auf die Anforderungen der Maschinenindustrie, dass der Internationale Verband für die Materialprüfungen der Technik seine Thätigkeit auf alle in der Maschinenindustrie und besonders in der Elektrotechnik gebrauchten Constructionsmaterialien ausdehne und überhaupt bei der Prüfung der Materialien auch den Anforderungen der Elektrotechnik Rechnung trage.

3. Der Congress beauftragt den zukünftigen Vorstand des Internationalen Verbandes für die Materialprüfungen der Technik, die nöthigen Schritte im Sinne der Punkte 1 und 2 einzuleiten

und eine Commission zum Studium der einschlägigen Fragen zu ernennen, deren besondere Aufgabe sein wird, die bereits publicierten einschlägigen Daten zu ordnen, ein allgemeines Untersuchungsprogramm festzusetzen und zu prüfen, in welcher Weise die magnetischen und elektrischen Eigenschaften zur Definition und Beschreibung der Materiale der Technik herangezogen werden können.

20.

DIE FRAGE DER CHOREA LARYNGIS.

Von Prof. Dr. A. ONODI, Budapest.

Vorgetragen in der Akademie der Wissenschaften zu Budapest 1899.*

Bekanntlich ist die Frage der Chorea laryngis durch die widersprechenden Auffassungen und Bezeichnungen verschiedenartiger Fälle eine so verwickelte, dass es nothwendig erscheint, eine Discussion und eine Klarstellung der Frage anzuregen.

Wir wollen zuerst eine kurze Zusammenfassung über den heutigen Stand der Lehre von der Chorea vorausschicken, welche uns Herr Dr. PILZ gütigst zur Verfügung stellte. Die Bezeichnung „Chorea" wurde ursprünglich einem Symptomencomplex beigelegt, welcher mit dem, was die Neurologen gegenwärtig unter „Chorea" verstehen, nichts als den Namen gemein hat.

Mit dieser Bezeichnung waren die Anfangs des Mittelalters auftretenden Anfälle von Tanzwuth gemeint, welche nach Art einer Epidemie einen grossen Theil der Einwohnerschaft einer Stadt befielen. Im Gegensatz zu dieser, auch „Chorea magna" genannten Neurose entwickelte SYDENHAM den Begriff der sogenannten Chorea minor (welche auch seinen Namen trägt) und bezeichnete damit eine Erkrankung, welche sich im Wesentlichen durch, vom Willen unabhängige, durchaus unregelmässige und zwecklose Zuckungen in der willkürlichen Muskulatur charakterisiert.

Gegenwärtig besitzt der Name Chorea magna eigentlich nur mehr historisches Recht, nachdem das damit bezeichnete Krankheitsbild nur eine der vielen Entäusserungen der grossen Psycho-

* Vorgelesen von Prof. SCHECH in der Wanderversammlung zu München. 1899.

neurose Hysterie ist. Wenn wir heute von „Chorea" schlechtweg sprechen, so meinen wir eine ätiologisch und prognostisch zwar sehr wenig einheitliche, klinisch wohl charakterisierte Erkrankung. Das Pathognostische der als „choreatisch" anzusprechenden Bewegungen ist der durchaus arhythmische, uncoordinierte Charakter derselben. Die choreatischen Zuckungen lassen weder ihrer Intensität noch ihrer Localisation nach irgend welche Gesetzmässigkeit erkennen, sie richten sich weder nach der cerebralen oder spinalen, noch nach der peripheren räumlichen Anordnung der von ihnen befallenen Muskelgruppen, sondern springen regellos von einem Muskelindividuum zum andern über, keine einzige gleicht der anderen. Weitere Attribute der choreatischen Zuckungen sind, dass sie vom Willen durchaus unabhängig sind, in besonders schweren Fällen coordinierte, gewollte Bewegungen ganz unmöglich machen, durch psychische Erregung, z. B. wenn sich die Kranken beobachtet wissen, an Intensität gesteigert werden, im Schlafe aber meistens cessieren.

Die Verschiedenheit der Aetiologie und des Verlaufes lässt es angemessen erscheinen, wenn man aus den unter choreatischen Eigenthümlichkeiten einhergehenden Hyperkinesen durch eine Eintheilung gewisse Formen herausgreift.

Am besten gruppiert man das Material in 3 Unterabtheilungen.

Eintheilung von LANNOIS.	Eintheilung von WOLLENBERG.
Chorea minor Sydenhamii.	Infectiöse Chorea.
Chorea chronica.	Degenerative Chorea.
Symptomatische Form der Chorea.	Choreiforme Zustände.

Dem gegenüber steht die Chorea hysterica, zu welcher die oben erwähnte Chorea magna gerechnet werden muss. Je nach den hervorstechenden Symptomen werden dann noch specielle Namen angegeben, *Ch. saltatoria, natatoria* u. s. w. Die wichtigsten differential-diagnostischen Anhaltspunkte sind aber nach den Lehren von CHARCOT, GOWERS, OPPENHEIM u. A. folgende: Die Zuckungen sind rhythmisch, monoton, auf bestimmte Muskelgruppen durch lange Zeit beschränkt (Ch. rhythmica sec. CHARCOT), tragen mehr den Charakter von coordinierten Bewegungen, stören

intendierte Bewegungen auffallend wenig, schwinden sogar während solcher. Ausserdem kommen natürlich in Betracht eventuelle hysterische Stigmen.

Als ein sehr wichtiges Unterscheidungsmerkmal wird endlich gegenwärtig von den meisten Neurologen die Aetiologie betont, nämlich, dass sich als ursächliches Moment hierfür die *Nachahmung* constatieren lässt. GOWERS sagt direct, dass manchmal als einziges Verdachtsmoment für die hysterische Natur der Zuckungen die imitatorische Ursache geltend gemacht werden kann. Auch die Chorea hysterica cessiert im Schlafe. Es darf aber natürlich nicht vergessen werden, dass gelegentlich bei einem und demselben Individuum beide Neurosen entweder combiniert oder einander abwechselnd vorkommen können.

Gerade so scharf wie die hysterische Chorea oder besser gesagt choreatische Formen der Hysterie von der Chorea gesondert werden, sollte man aber auch von der wirklichen die symptomatische Chorea trennen, vielleicht diesen Namen überhaupt ganz fallen lassen und die viel glücklicher gewählte Bezeichnung von WOLLENBERG *„choreiforme Zustände"* allgemein acceptieren für dergleichen Muskelzuckungen, wie sie bei Herderkrankungen etc. beobachtet werden. Kehren wir nunmehr zur echten Chorea zurück.

Was die Aetiologie der Chorea minor betrifft, so wären zunächst gewisse allgemein prädisponierende Momente zu erwähnen und zwar Alter, Geschlecht, Rasse, Heredität, Schwangerschaft etc.

Die Chorea minor befällt meist Kinder, schwächliche, blutleere Individuen. Die Heredität spielt eine untergeordnete Rolle: Bei weiblichen Individuen disponiert noch ein physiologischer Zustand zu dieser Erkrankung, nämlich die Gravidität, endlich wird Chorea manchmal bei Greisen beobachtet.

Eine hervorragende Bedeutung kommt als ätiologisches Moment dem *Gelenkrheumatismus* zu und *Infectionserkrankungen* überhaupt. WOLLENBERG bezeichnet direct (in seiner Monographie) die Chorea Sydenhamii als „infectiöse Chorea". Von anderen Infectionskrankheiten ausser dem Gelenkrheumatismus kommt in absteigender Linie in Betracht (der Häufigkeitsscala nach geordnet) *Scharlach* und *Masern*. Einen wichtigen Factor in der Aetiologie der Chorea bilden Schreck, Gemüthsalterationen und auch körper-

liche Traumen. Dagegen wird, wie erwähnt, der Nachahmung bei der Entstehung der echten Chorea minor von den meisten Autoren keine Bedeutung mehr beigelegt. Die Chorea minor wird in allen Lehrbüchern unter den Neurosen abgehandelt; schon daraus geht hervor, dass die pathologische Anatomie derselben völlig dunkel ist. Ich sehe hier natürlich ab von den Befunden bei den Herderkrankungen, welche klinischerseits choreiforme Bewegungen gezeigt hatten. Kein einziger der bisher erhobenen Befunde ist pathognostisch für die Chorea oder vermag den klinischen Symptomencomplex zu erklären.

Bezüglich der Symptomatologie können wir uns kurz fassen, nachdem wir unter der Begriffsbestimmung der Chorea schon die wesentlichen Merkmale angegeben hatten. Die continuierlichen, unwillkürlichen, unregelmässigen Zuckungen befallen vorzugsweise die Extremitäten, die Gesichts- und Zungenmuskulatur. In schweren Fällen werden auch die Augenmuskeln in Mitleidenschaft gezogen, die Kehlkopfmuskulatur und das Zwerchfell. Die Sensibilität verhält sich in allen ihren Qualitäten intact, das *Verhalten* der Reflexe ist meistens normal. Von Complicationen sind am wichtigsten und am häufigsten beobachtet die seitens des Herzens. Auf dem gemeinsamen Boden der rheumatischen Infection entwickeln sich gleichzeitig oder alternierend Chorea und Herzklappenfehler, in manchen Fällen wurde auch eine choreatische Unruhe des Herzmuskels selbst beschrieben.

Die Prognose ist bei der Chorea der Kinder fast ausnahmslos günstig. Heilung in mehreren Monaten mit Sicherheit zu erwarten. Dagegen bildet die Chorea der Schwangeren eine sehr ernste Complication, welche wiederholt zum letzten Ende führte.

Chronische (degenerative) *Chorea.* Hierher gehören Fälle von Chorea, welche in reiferen Jahren entsteht, ausnahmslos bei hereditär schwer belasteten Individuen vorkommt und unter erheblichen geistigen Störungen nach mehreren Jahren zum Tode führt.

Im Anhange müssen hier eigenthümliche Hyperkinesen erwähnt werden, für welche GOWERS die Bezeichnung des „Gewohnheitskrampfes“ vorschlägt. Es sind dies eigenthümliche ticartige Bewegungen, welche man meistens bei nervösen, reizbaren Kindern (speciell bei älteren) findet und welche nach einigen Monaten

wieder schwinden. Eine gewisse hereditäre Belastung lässt sich hierbei nachweisen. Die spasmodischen Bewegungen bestehen z. B. in Augenzwinkern, zuckenden Bewegungen des Kopfes u. s. w. Die Bewegungen treten in Intervallen von wenigen Minuten auf, sind aber auch andauernd. Häufig entstehen sie durch Nachahmung: in solchen Fällen ist auch ein eigenthümlicher Husten mit laryngealem Charakter nichts Seltenes. Gewöhnlich nehmen diese Gewohnheitskrämpfe zu, wenn man die betreffenden Personen beobachtet.

Gegenüber der echten Chorea kommt wieder die *Monotonie* der Erscheinungen in Betracht, dann das Fehlen infectiöser Erkrankungen in der Aetiologie. Für Hysterie findet sich kein rechter Anhaltspunkt, doch giebt GOWERS selbst zu, dass es sehr schwer sei, in manchen Fällen festzustellen, ob man die Bewegungen nicht auf Hysterie zurückzuführen hat.

Nachdem wir den heutigen Stand von der Lehre der Chorea erörtert haben, wenden wir uns zu jenen Fällen und Ansichten, welche mit dem Namen *Chorea laryngis* in Verbindung stehen.

Im Anschluss an die vorausgeschickten neurologischen Bemerkungen über die Lehre der Chorea beginnen wir mit jenen Meinungen und Fällen, welche eigentlich mit dem Wesen der Chorea in näherer Beziehung stehen. ZIEMSSEN* äussert sich in seinem Handbuche von 1875, worauf sich auch SCHECH, GOWERS beziehen, wie folgt:

Die Chorea der Kehlkopfmuskeln, über welche bisher Beobachtungen nicht veröffentlicht sind, ist nach meiner Beobachtung eine gewöhnliche Begleiterin schwerer Chorea. Sie charakterisiert sich durch ungenügende Stärke und Dauer der Stimmbandspannung in Folge des Mangels an Coordination und an Ausdauer der Muskelcontractionen beim Act der Phonation: die Kranken sind nicht im Stande, einen Sington längere Zeit auszuhalten oder mehrere Worte nach einander ohne Unterbrechung herzusprechen. Sie brechen den Sington plötzlich ab und verschlucken von dem einzelnen Worte die letzten Silben, um zur nächsten Inspiration zu kommen. Beim Vorlesen findet ein ungewöhnlicher Aufwand

* ZIEMSSEN, Handbuch der Krankheiten des Nervensystems II. 1875.

von Muskelkraft und starke Luftverschwendung statt, so dass die Patienten rasch ermüdet werden. Dass die Stimmbandspannung beim Phonationsacte häufig eine ungenügende ist, konnte ich in einzelnen Fällen an der relativ tiefen Lage und der Monotonie der Stimme constatieren, welche mit der Besserung verschwand, um der normalen Höhenlage und Modulation der Stimme Platz zu machen. Mit dem Kehlkopfspiegel kann man die Unruhe der Kehlkopfmuskeln, die zuckenden Contractionen der Stimmbandschliesser, -Oeffner und -Spanner sehr gut übersehen.

Sachs* sagt, die laryngeale Chorea in einer uncomplicierten Form kommt ziemlich selten vor und ist durch choreiforme Bewegungen jener Muskeln gekennzeichnet, welche die Stimmbänder in Bewegung setzen. Es ist die seltenste Form der Chorea.

Nicoll** beschreibt Fälle, wo man neben einem trockenen harten Kehlkopfhusten bei der laryngoskopischen Untersuchung die Stimmbänder häufige schnelle Bewegungen von der Mittellinie nach aussen hin vollführen sah. Im Verlaufe von ein paar Wochen entwickelte sich in allen diesen Fällen eine allgemeine Chorea und mit der Heilung dieser hörte auch die laryngeale Chorea auf. Nicoll versteht unter dem Namen laryngeale Chorea eine Affection der Kehlkopfmuskeln, ähnlich der als Chorea bekannten Krankheit der anderen Körpermuskulatur. Er führt den Husten in diesen Fällen auf den Druck oder die Reizung der sensitiven Partien der Kehlkopfschleimhaut durch die unregelmässigen choreatischen Bewegungen des Larynx zurück. Schultzen*** constatierte bei einem 15jährigen Knaben neben Chorea der Gesichts- und Halsmuskulatur einen ungewöhnlich schnellen, beiderseits gleichmässigen Tremor verschiedener Intensität der Stimmbänder. Auch die Phonationsbewegungen werden in dieser Zeit zuckend ausgeführt und vermag der Kranke die Glottis nur auf kurze Dauer zu schliessen. Gibb† sah bei einer nervösen anämischen Frau Chorea der Kehlkopfmuskulatur. Die laryngoskopische Untersuchung zeigte die gerötheten Stimmbänder in beständiger vibra-

* Lehrbuch der Nervenerkrankungen der Kinder. 1897.

** Lancet. 1892. March.

*** Charité-Annalen. 1895.

† Pilz, Ueber Chorea, Monatschr. f. Psychiatrie u. Neurologie. 1898.

MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA KÖNYVTÁRA

torischer und oscillatorischer Unruhe. Die Kranke gab Singultus-ähnliche Laute von sich. Die gesammte übrige Muskulatur war frei. Eine laryngoskopisch zu constatierende choreatische Unruhe der Stimmbänder bestand auch in einem von REDTENBACHER* veröffentlichten Falle von Chorea.

SPAMER** beschreibt einen Fall von Chorea bei einem $1^1/_2$jährigen Mädchen, wo alle 2—3 Minuten einmal einige Secunden lang ein schnarchendes Respirationsgeräusch zu hören war. Eine laryngoskopische Untersuchung war unausführbar. SPAMER glaubt das Respirationsgeräusch auf Rechnung zeitweiser krampfhafter Contractionen der Kehlkopfmuskeln zu setzen.

KUMICUTT*** beschreibt zwei Fälle allgemeiner typischer Chorea, wo die Töne theilweise articuliert waren und stossweise entstanden sind. Eine laryngoskopische Untersuchung war wegen der choreatischen Bewegungen unausführbar.

BOND† beschreibt einen Fall bei einem 11jährigen Knaben, wo choreatische Bewegungen der Hände und Arme vorhanden waren; er stiess in Zwischenräumen von 11 Secunden bis $1^1/_2$ Minuten plötzlich einen explosiven lauten sonderbaren Schrei aus, welcher mit heftiger Contraction des Diaphragma und Erheben des weichen Gaumens einherging. Er wird niemals während einer laryngoskopischen Untersuchung ausgestossen, aber stets unmittelbar nach Beendigung derselben.

SCHRÖTTER†† hat jene Fälle nervösen Hustens als *Chorea laryngis* bezeichnet, welche mit Contractionen in anderen Muskelgebieten einhergehen, und bei welchen er manchmal die gewöhnliche Form der Chorea dem Husten vorausgehen oder nachfolgen sah. In seinem neueren Buche††† hält er seine Ansicht aufrecht. „Es handelt sich nämlich um continuierlich oder nur in ganz geringen Intervallen stattfindende *Hustenstösse*, die sich durch einen ganz besonderen, oft beinahe musikalischen, z. B. feuerwehr-

* Monatschr. f. Psychiatrie u. Neurol. 1898.
** Wiener medic. Wochenschr. 1876.
*** SEMON's Centralblatt f. Laryng. 1888.
† SEMON's Centralblatt f. Laryng. 1896.
†† Allgemeine Wiener Zeitung. 1879.
††† SCHRÖTTER, Krankheiten des Kehlkopfes. 1892.

signalartigen Charakter und dabei durch solche Stärke auszeichnen, dass sie weithin gehört werden können". Der Kranke kann sie mitunter durch den Willenseinfluss mildern, jedoch nie vollkommen unterdrücken. Diese Erkrankung hat mit der Hysterie nichts zu thun und kommt sehr häufig bei Knaben im Alter zwischen 8 und 14 Jahren vor, die keine anderweitigen Krankheitserscheinungen darbieten und bei denen der Respirationstract entweder vollkommen gesund ist oder unbedeutende katarrhalische Veränderungen vorhanden sind. Die Hustenanfälle sistieren im Schlafe, ausserdem finden auch eigenthümliche Contractionen in anderen Muskelgebieten, Runzeln der Stirne, Schütteln des Kopfes statt. Die Krankheit recidiviert leicht und in einigen Fällen war die allgemeine Chorea vorausgegangen oder sie stellte sich nach einiger Zeit ein.

Ich erwähne noch die briefliche Mittheilung des Herrn Prof. SCHRÖTTER vom vorigen Jahre, sie lautet: „Meine Ansicht über die Chorea laryngis ist auch heute dieselbe wie damals. Man darf unter diesem Namen nur verstehen: Gegen den Willen des Kranken auftretende Muskelcontractionen hauptsächlich im Larynx mit Bildung oft eigenthümlich tönender Laute; nicht selten gleichzeitig geringere Zuckungen in den Gesichts- oder Halsmuskeln; meist jugendliche Individuen zwischen 10—15 Jahren; günstige Prognose (Dauer 3—4 Wochen), Heilung bei am besten hydropathischem Verfahren; hie und da Recidive."

In der Literatur wurden verschiedene Fälle unter dem Namen *Chorea laryngis* beschrieben. Der grösste Theil der Fälle bezieht sich auf einen reflectorischen nervösen Husten. In den von ROE* beschriebenen Fällen war lauter bellender Husten vorhanden, welcher Nachts sistierte; im Kehlkopf fand sich Hyperämie. In zwei Fällen sah MASUCCI** eigenthümlich tönende Hustenanfälle, welche Nachts cessierten. FASANO*** beschreibt zwei Fälle von Chorea laryngis im Sinne SCHRÖTTER's.

CHIARI† veröffentlicht zwei Fälle von Chorea laryngis. Ein 16jähriges Mädchen mit bellendem Husten, mit den Armen ver-

* SEMON's Centralblatt f. Laryngol. 1887.
** Ebendaselbst. *** Ebendaselbst. 1889.
† Monatsschrift f. Ohren-, Kehlkopfkrankh. etc. 1881.

schiedene unmotivierte Bewegungen ausführend. Ausserdem heftige Contraction der Bauchmuskeln und ungewöhnliche Intensität des Geräusches. Im Kehlkopf leichte Röthung des rechten Stimmbandes. Ein 13jähriger Knabe macht 50 Exspirationen in der Minute, das keuchende Geräusch ist so schwach, dass man es nur in der Nähe hört, Nachts Ruhe, choreatische Bewegungen fehlten, es waren nur die Exspirationsmuskeln betheiligt. MARKWALD* beschreibt einen Fall bei einem 13jährigen Knaben, wo ein Husten von eigenthümlich rauher Klangfarbe mit der starken Action der Exspirationsmuskeln verbunden ist. Während des Essens, Sprechens, der laryngoskopischen Untersuchung und Nachts Ruhe. Im Gesichte liessen sich Zuckungen der Muskulatur beobachten, während choreatische Bewegungen an den Extremitäten nicht vorhanden waren.

KEIMER** beschreibt einen Fall bei einem 12jährigen Knaben mit bellendem Husten, welcher Nachts cessierte, mit Zuckungen der Gesichts- und Schultermuskeln. Sprache und Gesang ungestört. Die Stimmbänder rücken mit einer schnellenden Bewegung dicht aneinander, um eben so rasch wieder aus der Phonations- in die Inspirationsstellung zu federn, welches Spiel sich während des Anfalles immer wiederholt, so dass eigentlich nur bei weit geöffneter Glottis gehustet wird. Er zählt den Fall jenen von Chorea laryngis im weiteren Sinne zu.

FARUNDARENA-LABAT*** beschreibt bei einem 20jährigen Mädchen eine reflectorische Form der Chorea laryngis. Bei Tag ständiger Husten, Nachts Ruhe, krampfhafte Bewegungen der Stimmbänder. Durch galvanokaustische Behandlung der hypertrophierten unteren Muskeln Heilung. TAMBURINI† hatte von Cocain in einem Falle Resultat. In dem Falle von PORCHER†† bei einer 40jährigen Frau traten laryngospastische Anfälle auf, mit vorhergehendem heftigem Husten. Locale Behandlung bringt Heilung. POSTHUMUS MEYJES††† beschreibt bei einem 50jährigen Mann einen typischen Fall von Chorea laryngis. Es besteht

* Deutsche med. Wochenschr. 1889. ** Ebendaselbst. 1885.
*** SEMON's Centralblatt f. Laryngol. 1892.
† Ebendaselbst. 1889. †† Ebendaselbst. 1894.
††† Monatsschr. f. Ohren-, Kehlkopfkrankh. 1892.

ständiger quälender Husten, welcher Nachts cessiert, der Husten ist dem höchst unangenehmen Laut des Seelöwen ähnlich, choreatische Bewegungen werden dabei nicht wahrgenommen. Heilung auf Antipyrin. Er bezeichnet im Gegensatze zu seinem Falle den zu erwähnenden Fall von LINKENHELD* als Chorea vocalis. Dieser Fall bezieht sich auf einen 11jährigen Jungen, wo der nur durch Schlaf und Essen unterbrochene laute krächzende Ton (ähnlich dem Blöken der Schafe) mit darauf folgendem kurzen bellenden Husten ausgestossen wird. Allmählich verbesserte sich der Zustand und trat wieder nur beim Lesen, Rechnen, Singen ein. Nachdem er etwa sechs Worte gelesen hatte, liess er das Blatt sinken, der Kopf wurde im Nacken etwas gebeugt, es erfolgte eine tiefe langgezogene In- und Exspiration und dann wurden unaufhörlich Phonationslaute ausgestossen, mit jeder Phonation trat gleichzeitig eine Zuckung im rechten Facialisgebiete auf.

WEIL** beschreibt einen Fall bei einem 17jährigen Mädchen, wo seit einem Jahre krächzende und bellende Hustenstösse in markerschütternder Heftigkeit auftraten, die Nachts sistierten. Behandlung der Nase und des Nasenrachens bringt Heilung.

SCHMIDT*** beschreibt einen Fall eines Geistlichen, bei welchem während der Predigt jede 5 Minuten ein Krampf eintrat, besonders bei dem Buchstaben o.

TOULMIN† occupiert den Ausdruck Chorea laryngis für jene Fälle, bei denen unwillkürliche Auf- und Abwärtsbewegungen des Kehlkopfes vorhanden sind, welche sowohl bei gesunden als auch bei verschiedenartig erkrankten Individuen vorkommen. In den meisten Fällen sind die Bewegungen nur während der Inspiration bei Aneurysmen, auch während der Exspiration vorhanden. Am häufigsten finden sich derartige Bewegungen bei Aneurysmen oder einfachen Dilatationen der Aorta.

SZEGÖ†† beschreibt zwei Endemien, die er mit der Chorea

* Monatsschr. f. Ohren-, Kehlkopfkrankh. 1891.
** Wiener klinische Wochenschr. 1898.
*** SEMON's Centralblatt f. Laryngol. 1887.
† Allgemeine medic. Centralzeitung. 1897.
†† Jahrbuch f. Kinderheilkunde. 1896.

laryngis in Zusammenhang bringt. In einem Mädchenwaisenhaus waren 7 Zöglinge erkrankt, von einem eigenthümlichen bellenden Husten befallen. Der bellende Laut wiederholt sich nach einander während 2—3 Exspirationen, die freien Intervalle dauern einige Minuten, zuweilen 1—2 Stunden. Die Sprache ist ziemlich klangvoll, die Respiration normal. Heilung. Seine eigenen Worte lauten: „Die eben beschriebene Affection gehört zweifelsohne in die Reihe jener Fälle, die wir mit dem Namen 'Chorea laryngis' bezeichnen." Bei dieser Endemie hebt SZEGÖ die Imitationserscheinungen hervor, die durch Isolierung der Zöglinge rasch coupiert werden könnten. Er erwähnt eine ähnliche Endemie, die er von Prof. BÓKAI erfahren hat. In einer höheren Mädchenerziehungsanstalt erkrankte ein 14jähriges Mädchen, brach in ein durch mehrere Minuten unterbrochenes, mehrmals sich wiederholendes, dem Pferdeniessen ähnliches Exspirium aus, welches von einer starken, den ganzen Körper erschütternden Tonexplosion begleitet war. Diesem ersten Falle folgten alsbald zwei andere Fälle mit ähnlichen Erscheinungen nach, der Unterschied zeigte sich nur in dem Stimmphänomen, welches in den beiden letzteren mehr dem Hundebellen glich. Die Fälle heilten. Zu Beginn des neuen Schuljahres recidivierten von den genannten drei Fällen zwei. Hierauf traten die Erkrankungen cumulativ auf, so dass alsbald 12 Mädchen afficiert wurden. Das Stimmphänomen hatte einen verschiedenen Charakter und glich bald dem Fauchen einer Gans, bald dem Gekreische eines Papageies, bald dem Wiehern des Pferdes, in den meisten Fällen jedoch dem Hundegebell. In einem der Fälle war das exspiratorische Stimmphänomen auch von einem inspiratorischen Krampf begleitet. Begann eines der Mädchen mit dem Anfalle, so wurden auch die übrigen hierdurch provociert. Es entstand dann ein wüster Lärm, nach der Aussage einer Lehrerin, als wenn die Bestien einer Menagerie aufgescheucht worden wären.

SZEGÖ erwähnt noch einen Fall, der sich auf ein 10jähriges Mädchen bezieht, welches mit der Diagnose Chorea laryngis im Spital lag; es stiess während jeder Exspiration dem Meckern des Lammes ähnliche Laute aus; dieser qualvolle Zustand wurde blos durch die Nachtruhe unterbrochen. Der Fall endete letal. PREYSZ

machte die Obduction und veröffentlichte* den Fall unter folgender Aufschrift: „Veränderungen des Vagus und Recurrens in einem Falle von Chorea laryngis".

Wir werden später diesen Fall besprechen, da wir kritische Bemerkungen sowohl zu der klinischen Beschreibung wie auch zu den pathologischen Ergebnissen und Schlussfolgerungen hinzufügen müssen. Wir haben somit das uns zur Verfügung stehende Material erschöpft und gesehen, in welch' unglaublich verschiedenen Fällen der Name Chorea laryngis gebraucht wurde. Bevor wir unsere Ansicht erörtern und das bisher Erwähnte kritisch beleuchten, wollen wir noch die einzelnen Ansichten erwähnen. KNIGHT** versteht unter Chorea laryngis die unregelmässige und unwillkürliche Function der Kehlkopfmuskeln; er unterscheidet drei Formen:

a) Es sind die Verengerer des Kehlkopfes, die Exspirationsmuskeln des Brustkorbes und des Bauches angegriffen;
b) die Kehlkopfmuskeln nehmen allein theil;
c) die Exspirationsmuskeln sind angegriffen.

ROSENTHAL*** sagt in seinem Buche, in dem er sich auf die SCHRÖTTER'sche Beschreibung beruft: „Trotz alledem ist der Name Chorea laryngis für den nervösen Husten nicht annehmbar. Insbesondere nicht deswegen, weil bei der Chorea die abnormen Bewegungen auftreten, wenn der Kranke bemüht ist, eine willkürliche Bewegung zu machen, während bei unserer Affection die Hustenstösse im Gegensatze hierzu verschwinden, sobald der Kranke phoniert. SCHECH† sagt, SCHRÖTTER bezeichnet jene Fälle nervösen Hustens, welche mit Contractionen in anderen Muskelgebieten, mit Runzeln der Stirne, Schütteln des Kopfes, Heben der Nasenflügel, Verziehen der Mundwinkel etc. einhergehen, als Chorea laryngis, zumal er öfter die gewöhnliche Form der Chorea dem Husten vorausgehen oder nachfolgen sah. Wie wir erwähnt haben, bezeichnen Andere als „Chorea" jede unmotivierte oder unwillkürliche Zuckung oder Coordinationsstörung,

* ORVOSI, Hetilap. 1898. Ungarische medicin. Presse. 1888.
** Trans. Am. Lar. Ass. 1883. *** Kehlkopfkrankheiten. 1897.
† Ebenda.

ja amerikanische Aerzte mit diesem Namen sogar respiratorischen Glottiskrampf. Es wäre daher sehr erwünscht, die Bezeichnung „Chorea“ nur auf eine ganz bestimmte Störung zu beschränken oder den Namen ganz fallen zu lassen.“

Gottstein* kommt zur Schlussfolgerung: „Wir glauben, dass es besser ist, die Bezeichnung Chorea laryngis ganz fallen zu lassen“. Unter den 18 von ihm beobachteten Fällen waren zweimal Zuckungen der Gesichtsmuskeln gleichzeitig mit dem Husten vorhanden, einmal wechselten sie mit ihm ab, einmal war der Husten mit allgemeiner Chorea combiniert, gleichzeitig hatte ein Bruder Chorea ohne Husten, zweimal litten Geschwister der Kranken an Chorea, endlich hatten zwei Geschwister von 6 und 9 Jahren gleichzeitig den Husten. In den übrigen Fällen liess sich ein Zusammenhang mit Chorea nicht nachweisen, dagegen zweimal mit Hysterie. „Wir können aber“, sagt Gottstein, „den geschilderten Husten auch nicht als choreaartige Zuckungen gelten lassen, weil das Charakteristische der Chorea in den anormalen Mitbewegungen bei der Ausführung willkürlicher coordinatorischer Actionen besteht und der nervöse Husten gerade während der Phonation schwindet.“ Im selben Sinne äussert sich Semon**: „Völlig stimme ich mit Gottstein darin überein, dass der von verschiedenen Autoren — übrigens in sehr verschiedenem Sinne, gebrauchte Ausdruck „Chorea laryngis“ für die Affection nicht zutrifft und ganz fallen gelassen werden sollte.“

Stoerk*** beschreibt die Chorea minor laryngis, bei der es unter unwillkürlichen Phonationserscheinungen zu Bewegungsäusserungen im Larynx in Form von Husten, Räuspern, Bellen, Schreien kommt.

Schmidt† acceptiert die Bezeichnung Chorea laryngis nur für solche Fälle, wo im Verlauf des nervösen Hustens die Symptome der Chorea im Gesicht oder an anderen Theilen des Körpers auftreten. „Nur diese allein hat man nach meiner Ansicht das Recht, Chorea laryngis zu nennen. Der Name ist nämlich von

* Gottstein, Kehlkopfkrankheiten. 1893.
** Heymann's Handbuch der Laryngologie. 1897.
*** Kehlkopfkrankheiten. 1897.
† Die Krankheiten der oberen Luftwege. 1894.

den meisten Autoren meiner Meinung nach mit Unrecht auch auf anderartige Fälle angewendet worden. Ich glaube, dass man besser den Namen Chorea für die nicht mit sonstigen Zuckungen verbundenen Fälle ganz fallen lässt, um so mehr, als es auch noch eine Chorea des Kehlkopfes giebt, die sich in nicht coordinierten Bewegungen der Stimmlippen äussert."

SCHMIDT hebt in der zweiten Auflage seines Buches noch hervor: „SCHRÖTTER hat z. B. auch den nervösen Husten des Pubertätsalters als Chorea laryngis beschrieben. Man kann aber unmöglich jeden nervösen Husten, z. B. denjenigen, welcher durch Fremdkörper im Ohr hervorgerufen wird, als Chorea bezeichnen, auch wenn dabei hie und da Zuckungen im Gesicht vorkommen."

B. BAGINSKY* äussert sich: „Ich muss nach meinen Beobachtungen mein völliges Einverständnis mit GOTTSTEIN aussprechen. Ich habe zunächst selbst einige Fälle von Veitstanz laryngoskopisch untersucht und bei diesen fast durchgängig keine Mitbetheiligung der Kehlkopfmuskulatur beobachtet."

Bevor wir unsere Auffassung präcisieren, wollen wir etwas eingehender den Fall von PREYSZ besprechen. Es handelt sich um die erste Veröffentlichung über die pathologischen Veränderungen des Vagus und Recurrens bei Chorea laryngis und mit dieser Diagnose letal endenden Falles.

Das 10jährige Mädchen hatte Masern und Pocken überstanden. Bei der Aufnahme wurde seitens der Angehörigen angegeben, dass bei dem Kinde vor drei Monaten Husten und Herzklopfen aufgetreten waren; seit drei Wochen ist der Zustand ziemlich unverändert. Die genauere Untersuchung der schwach entwickelten Pat. ergiebt ausser einer mässigen, nach links convexen Skoliose keinerlei physikalische Veränderung. Als prägnantestes Krankheitssymptom standen den ganzen Tag über andauernde, die Exspiration begleitende Hustenanfälle im Vordergrunde, die von ganz eigenthümlichen, ans Blöken erinnernden Tönen begleitet waren. Der Husten trat zwei-, dreimal im Gefolge je einer Exspiration auf, um sodann einer mehrere Secunden oder Minuten währenden Accalmie Platz zu geben. Unter dem Einflusse der

* Encykl. Jahrb. d. ges. Heilkunde. 1893.

Willenskraft kann, z. B. durch Sprechen, der Hustenanfall für kurze Zeit hintangehalten werden, um jedoch nachher um so heftiger einzutreten.

Im Schlafe sind all' diese Anzeichen wie weggewischt.

Noch ist ein geringfügiges Spiel der Mundmuskeln zu erwähnen, welches die Hustenanfälle begleitet.

Die laryngoskopische Untersuchung ergiebt nichts Abnormes. Das Kind sieht sehr aufgeregt aus und weint oft.

Nach 11 Tagen Spitalaufenthaltes wurde Pat. aus der Anstalt in häusliche Pflege genommen, wo sich zu den beschriebenen Symptomen alsbald heftige Kopfschmerzen gesellten; einige Tage nachher wurde das Krankheitsbild durch das Auftreten von mehrere Minuten, ja zwei Stunden andauernden und sich auf die Gesammtmuskulatur erstreckenden tonischen Krämpfen, sowie durch Hallucinationen compliciert. Während des Bestandes derselben pausierte der Husten. Am achten Tage nach dem Austritte hatte das Mädchen angeblicherweise plötzlich das Bewusstsein verloren und wurde nach weiteren acht Tagen in diesem Zustande neuerdings ins Spital gebracht. Pat. ist vollkommen apathisch, die Augen sind geschlossen, die Extremitäten unbeweglich und gegen äussere Reizwirkungen unempfindlich. Die in den Mund eingeführte Milch wird geschluckt; der beschriebene Husten besteht unverändert, doch sind die begleitenden Töne abgeschwächt.

Die Bewusstlosigkeit hielt mit kurzen Unterbrechungen bis zu dem vier Wochen später eingetretenen Tode an; in der Zwischenzeit kamen manchmal tonische Krämpfe in der Muskulatur des Rumpfes, der Extremitäten, des Gesichtes, anfänglich Stuhl- und Harnretention, beschleunigter Puls, später Lähmung der Sperrmuskeln und Schluckbeschwerden und schliesslich am letzten Tage das Ablassen des Krampfhustens zur Beobachtung.

Die zwei Tage nachher vorgenommene Obduction ergab folgenden Befund: mässiger, chronischer Hydrocephalus internus, acutes Lungenödem, Ecchymosen des Herzbeutels, kleines, offengebliebenes Foramen ovale, Fettleber und allgemeine Abmagerung.

Es wurden die Cervicalfragmente beider Nn. vagi, sowie die

beiden Nn. recurrentes zur mikroskopischen Untersuchung herangezogen.

Die mit Haematoxylin Weigert behandelten Segmente liessen folgendes feststellen:

1. Im Querschnitte des rechten Vagus sind die einzelnen Nervenfasernfascikel noch regelmässig rund und nicht zusammengefallen; auffallend ist jedoch die Ungleichheit und das Gelichtetsein der Segmentfläche, an welcher intacte, mit dunkel blauschwarz colorierter Medullarscheide versehene Nervenfasern nur in geringer Anzahl und zumeist degenerierte Nervenfasergebiete sichtbar sind.

Die intacten Nervenfasern sind unter den degenerierten Abschnitten ziemlich gleichmässig vertheilt. Die Reticulärlücken der letzteren sind kleiner als die Quersegmente der intacten Fasern und erscheinen entweder unausgefüllt oder weisen normale, hie und da gedunsene Achsenfortsätze auf.

2. Der linke Vagus zeigt die nämlichen Veränderungen, doch giebt es da in einigen Nervenfascikeln kleine, scharf abgegrenzte degenerierte Gebiete, welche gar keine intacten Nervenfasern aufweisen.

3. Im rechten N. recurrens ist die Degeneration eine hochgradige. Im Centralfascikel sind überhaupt keine intacte Fasern vorhanden; an zwei kleineren Fascikeln ist die eine Hälfte intact, die andere vollkommen degeneriert, die Abgrenzung zwischen den beiden Gebieten überaus scharf ausgeprägt.

4. Der linke N. recurrens besteht aus zumeist intacten Fasern; stellenweise sind kleinere Degenerationsherde bemerkbar.

Die zweifache Colorierung der Segmente des linken Vagus und Recurrens mit Haematoxylin-Eosin ergiebt weder in den diffus zerstreuten, noch in den scharf abgegrenzten Degenerationsgebieten Anzeichen von Zellenanhäufung, Zellenwachsthum oder von auf Entzündung hinweisender Zelleninfiltration; stellenweise jedoch sind gedunsene Medullarscheiben mit oder ohne ebensolche Achsenfortsätze zu beobachten. Die Blutgefässe der untersuchten Nerven zeigen nichts Abnormes.

Weitere Theile des Gehirnsystems waren leider nicht zu Untersuchungszwecken erhältlich.

Szegö, der den Fall erwähnt, thut es mit folgender Einleitung: „Zuweilen nimmt die Krankheit (d. h. Chorea laryngis) auch einen ernsteren Charakter an.“ Die Todesursache war die Inanition. Wir könnten ganz ruhig zur Tagesordnung schreiten über diesen Fall, da er klinisch und pathologisch-anatomisch so unvollständig dasteht, dass er zu klinischer Verwerthung und Schlussfolgerung absolut unbrauchbar ist. Wir müssen einige Bemerkungen machen, weil der Fall deutsch publiciert wurde und in der Monatsschrift für Ohren-, Kehlkopfkrankheiten referiert wurde mit solchen Bemerkungen, die nicht ohne Correctur bleiben dürfen. Dass wir es in diesem Falle mit keiner Chorea laryngis zu thun hatten, das wird seine Motivierung in den demnächst folgenden allgemeinen kritischen Erörterungen finden. Es ist sicher anzunehmen, dass es sich um eine Erkrankung des Centralnervensystems handelte, welches leider durch die mangelhafte Obduction nicht festgestellt werden konnte. Die pathohistologische Untersuchung zeigte eine wie erwähnt hochgradige Degeneration der Vagi und der Recurrentes im grellsten Unterschiede zu dem laryngoskopischen Bilde, welches in den Bewegungen der Stimmbänder alles in Ordnung zeigt. Wir betrachten es als einfach unmöglich, dass bei den beschriebenen grossen degenerativen Veränderungen die laryngoskopische Untersuchung in den Bewegungen der Stimmbänder nichts Abweichendes constatieren konnte. Der Untersuchende ist nicht erwähnt, in der Krankengeschichte findet man am Anfang nur eine einzige Bemerkung. Es scheint daher, dass der Kehlkopf bis zum in einigen Wochen eingetretenen Tode nicht mehr untersucht worden ist. Ich habe schon erwähnt, dass der Fall auf gar keine Verwerthung Anspruch haben kann, ich befasse mich speciell mit diesem Theile des Aufsatzes, weil der Autor die normale Function der Stimmbänder bei hochgradiger Degeneration der Nervenstämme zur Basis weiterer Erklärungsversuche benutzt, die nicht ohne Bemerkung gelassen werden können. Preysz kommt zu der Schlussfolgerung, dass „die in den Recurrentes intact angetroffenen Fasern aus dem Accessorius stammende motorische, die degenerierten hingegen dem Vagus entnommene sensorische Nervenfasern sein mussten.“ Ich habe in meinen Arbeiten ausführlich mitgetheilt, wie com-

pliciert die Zusammenstellung der Recurrentes ist, wie vielfache Nervenbündel verschiedenen Ursprunges in ihnen enthalten sind, ferner dass mit der sensitiven und motorischen Innervation des Kehlkopfes der Accessorius nichts zu thun hat. Bei dieser Gelegenheit will ich die Verbindungen mit dem Sympathicus und den Herznerven nicht berühren. Ich muss nur betonen, dass nekroskopische Untersuchungen, welche nicht nach meinem Vorschlag ausgeführt werden, werthlose Daten bleiben. Nach dem heutigen Stand unserer Kenntnisse, was kann eine Untersuchung eines herausgeschnittenen Theiles des Recurrensstammes erklären?

Wollen wir den Kehlkopfbefund in vivo mit den nekroskopischen Veränderungen der Nervenbündel in Einklang bringen, so muss jeder einzelne Nerv jedes Stimmbandmuskels isoliert untersucht werden, ausserdem die Stämme der Kehlkopfnerven, der Vagi und die Verbindungen des Sympathicus und der Herznerven. Hätte PREYSZ in diesem Falle eine solche präcise Untersuchung ausgeführt, so hätte er über die Beschaffenheit der degenerierten Faserbündel urtheilen können. Wir wollen uns nicht mehr mit dieser Sache beschäftigen, da die Resultate der PREYSZschen Untersuchungen zu wissenschaftlichen Verwerthungen und Schlussfolgerungen keine Berechtigung haben. Dieser Fall ist von BAUMGARTEN* in der Monatsschrift für Ohr- und Kehlkopfkrankheiten referiert worden, bei welcher Gelegenheit Referent auch einige Aeusserungen macht. Er hält gerechtfertigt die Annahme, dass die in den Recurrentes verlaufenden sensorischen und motorischen Fasern sich verschiedentlich verhielten und die degenerierten Fasern die sensorischen waren. Er schliesst mit folgender Bemerkung: „Es ist dieser Fall daher der erste pathologische Beweis für die SEMON'sche Annahme, die physiologisch von RUSSELL und RETHY, anatomisch von ONODI bereits verfochten wird." Was den ersten Theil dieser Bemerkungen betrifft, so wiederhole ich, dass auf Grund meiner Beobachtungen und unserer heutigen Kenntnisse die nekroskopische Untersuchung, wie sie von PREYSZ ausgeführt wurde, zu Schlussfolgerungen auf die Bestimmung der Faserbündel im Recurrensstamme absolut

* 1893.

keine Berechtigung hat. Was die letztere Bemerkung BAUMGARTEN's betrifft, so scheint B. die PREYSZ'schen Resultate mit den anatomischen und physiologischen Ergebnissen von mir und RUSSELL irrthümlich in Verbindung zu bringen. Dass RUSSELL und ich physiologisch nachgewiesen haben den isolierten Verlauf der Erweitererbündel und der Verengererbündel und dass es mir beim Pferde gelungen ist, 88 cm lang die respiratorischen und die phonatorischen Bündel anatomisch zu isolieren, diese Thatsache konnte BAUMGARTEN nur irrthümlicherweise mit den PREYSZschen Untersuchungen in Verbindung bringen. Dieselben haben mit einander nichts zu thun. Meine Untersuchungen haben gezeigt, dass die isolierten abductorischen und die isolierten adductorischen Nervenbündel auch verschiedene Nervenbündel und speciell sensitive Faserbündel besitzen, die grösstentheils vor dem Eintritt in die betreffenden Muskeln von beiden Hauptbündeln sich abzweigen. Mit einem Worte, die Behauptung PREYSZ', dass die intacten Bündel vom Accessorius und die degenerierten Bündel vom Vagus abstammen, die ersteren motorischen, die letzteren sensitiven Nervenfasern entsprechen, hat mit den Untersuchungen von RUSSELL, ONODI und RÉTHY nichts Gemeinschaftliches, übrigens haben wir auch den Werth derselben beleuchtet. Es fällt daher der von BAUMGARTEN irrthümlich aufgestellte Vergleich und der „erste pathologische Beweis" gänzlich weg.

Die vorgeführten Fälle haben uns deutlich gezeigt, welche Verworrenheit in den Begriffen der Chorea laryngis besteht. Dieser Thatsache entsprechen jene erwähnten Aeusserungen GOTTSTEIN's, SCHECH's, SEMON's, ROSENTHAL's, BAGINSKY's, SCHMIDT's. Grösstentheils wird der Wunsch geäussert, den Namen „Chorea laryngis" fallen zu lassen oder auf entsprechende Fälle zu beschränken.

Wir haben Fälle gesehen, wo neben der Chorea auch choreatische Unruhe, choreatische Bewegungen der Stimmbänder vorhanden waren, ferner bloss auf die Stimmbandmuskeln sich erstreckend; wir haben gesehen eine ganze Reihe von Fällen von nervösem Husten, einige in Verbindung mit Chorea, mit vorausgegangener und sich einstellender Chorea. Wir haben Fälle von nervösem Husten gesehen, wo weder Chorea noch Mitbewegungen

der Gesichtsmuskeln vorhanden waren. Es sind Fälle beschrieben worden von symptomatischem und reflectorischem nervösen Husten. Es wurde die Bezeichnung Chorea vocalis aufgestellt, wo die Hustenanfälle beim Lesen auftraten. Es wurde der respiratorische Glottiskrampf, ferner der phonische Glottiskrampf mit Chorea laryngis bezeichnet. Es wurden die von den Aneurysmen fortgeleiteten Bewegungen des Kehlkopfes, die Auf- und Abwärtsbewegungen als Chorea laryngis aufgefasst. Es wurde ferner eine Endemie der Chorea laryngis beschrieben, und zuletzt der erste pathologisch-anatomische Befund der Chorea laryngis.

Diese Reihe der unglaublich verschiedenen Begriffe muss ernst anregen, die Frage der Chorea einmal endgültig zu klären und eine einheitliche Auffassung zu schaffen. Wir wollen erst die Frage beantworten, ob der Name Chorea laryngis fallen zu lassen sei, oder nur für entsprechende Fälle erhalten bleibe?

Die Autoren, die den Namen Chorea laryngis fallen lassen wollen, haben die Form jenes nervösen Hustens vor Augen gehabt, welchen SCHRÖTTER damit bezeichnet hat.

Wir fassen uns schon jetzt kurz, indem wir behaupten, dass die SCHRÖTTER'sche „Chorea laryngis" die choreatischen Attribute nicht besitzt; sie hat mit der echten Chorea nichts zu thun, es handelt sich um einen nervösen Husten, dessen Aetiologie keine einheitliche ist. Derselbe kann symptomatisch sein bei den verschiedensten Affectionen des centralen oder peripheren Nervensystems, er kann, wie bekannt, reflectorisch ausgelöst werden, er kann Ausfluss von Hysterie sein, endlich kann es sich auch um Imitationserscheinungen, um Gewohnheitskrämpfe handeln. Die Zuckungen, welche gelegentlich im Gesichte beobachtet werden, sind einfach als Mitbewegungen zu betrachten. GOTTSTEIN bemerkte schon, dass das gleichzeitige Auftreten der Bewegungen in anderen Muskelgruppen nur auf die gemeinschaftliche Ursache, „die nervöse Belastung", hinweist, ohne dass deswegen die Aeusserungen derselben als gleichartige betrachtet zu werden brauchen. Er äussert sich ferner: „wir können aber den geschilderten Husten auch nicht als choreaartige Zuckungen gelten lassen, weil das Charakteristische der Chorea in den anomalen Mitbewegungen bei der Ausführung willkürlicher coordinatorischer Actionen be-

steht und der nervöse Husten gerade während der Phonation schwindet.“ Diese Argumentation finden wir bei mehreren Autoren, die sich gegen die SCHRÖTTER'sche Auffassung der Chorea laryngis wenden.

Ich habe mehrere Ansichten hochverehrter Collegen brieflich eingeholt und will einige erwähnen.

SCHECH schreibt: Meiner Meinung nach sollte man den anfallsweise auftretenden oder auch continuierlich bei Tage fortdauernden und Nachts cessierenden Husten, bei dem sich keinerlei Erkrankungen der Respirationsorgane finden, als nervösen Husten bezeichnen und die meiner Erfahrung nach sehr selten dabei vorkommenden Zuckungen im Gesichte als Mitbewegung betrachten. Der nervöse Husten verdankt im Grunde doch nur einer Reizung der sensiblen Vagusäste, mag dieselbe nun vom Centrum oder der Peripherie ausgehen, seine Entstehung, worauf dann die reflectorische Action der Muskeln folgt. Der tabische Husten, die Larynxkrise, ist ja auch nur die Folge eines Reizzustandes der Medulla, der Erkrankung gewisser Nervencentren, aber niemand fällt es daher ein, von „Chorea“ zu sprechen. Für ganz verfehlt halte ich es aber, jede nicht intendierte Contraction der Kehlkopfmuskeln als „choreatische“ zu bezeichnen, denn dann ist Alles „Chorea“, der respiratorische, der phonische Stimmritzenkrampf auch. Bei letzteren habe ich sehr starke Zuckungen in Gesichts- und anderen Muskeln gesehen.“

SEMON erklärt sich im selben Sinne seiner oben erwähnten Aeusserungen.

SCHMIDT schreibt: „Was nun meine Ansicht über Chorea laryngis anlangt, so unterscheide ich zwischen nervösem Husten und Chorea, insofern als ich nur die Fälle von nervösem Husten zu der Chorea rechnen möchte, die zugleich die für die Krankheit charakteristischen klonischen Zuckungen auch an übrigen 'Theilen des Körpers' aufweisen.“

SCHMIEGELOW schreibt: „Eine eigenthümliche Chorea laryngis bei einem Patienten, der sonst an wirklicher Chorea litt, habe ich noch nicht zu beobachten Gelegenheit gehabt, und dies, meine ich, sollten die einzigsten Fälle sein, wo die Bezeichnung berechtigt wäre. Dass man bisweilen bei anderen Patienten, welche

an verschiedenen nervösen Krankheiten litten, atactische und zitternde Bewegungen der Stimmlippen beobachten kann, scheint mir nicht zu berechtigen, auch in diesen Fällen den Begriff Chorea laryngis anzuwenden."

Burger schreibt, „dass ich den Ausdruck Chorea laryngis für eine gewisse Art von nervösem Husten gar nicht gebrauche. Wenn auch mitunter choreaartige oder doch unwillkürliche Mitbewegungen im Gesichte u. s. w. dabei beobachtet werden, so trifft doch der Ausdruck für den Husten an und für sich durchaus nicht zu. Eigentlich hätte der Ausdruck nur Recht, wenn bei einer allgemeinen Chorea auch gewisse chrakteristische Erscheinungen am Kehlkopf beobachtet würden; allein in diesen Fällen braucht man für diese Larynxerscheinungen keinen eigenen Namen und da andererseits das Wort nun einmal von einigen Autoren für den nervösen Husten gebraucht wird, so glaube ich, es sei besser, den Ausdruck gänzlich fallen zu lassen."

Hopmann schreibt: „dass ich einen der Chorea minor der Kinder ähnlichen zweckwidrigen, vom Willen unabhängigen, regellosen Zuckungszustand der Kehlkopfmuskeln so nennen würde."

Zarnico schreibt: „Ich würde nicht jeden Husten, wenn er mit Zuckungen anderer Muskelgruppen combiniert ist oder sich bei einem Choreatiker findet, als Chorea laryngis bezeichnen, sondern von einer Chorea laryngis erwarten, dass dabei, beim Versuch zu sprechen, uncoordinierte Bewegungen an den Stimmbändern vorhanden wären."

Heymann schreibt, „dass man wahrscheinlich besser thut, den Namen Chorea laryngis für die der Chorea der Gesichtsmuskeln ähnliche Zuckungen des Kehlkopfes zu reservieren."

Heryng schreibt: „Was den Namen Chorea anbetrifft, ich würde ihn ganz streichen."

Moure schreibt: „Man hat unter dem Namen Chorea laryngis eine Reihe nervöser Störungen beschrieben, die damit nichts zu schaffen hat. Meines Erachtens nach existiert eine Form von Chorea, charakterisiert durch localisiertes muskuläres Irresein (Folie musculaire) nicht blos des Kehlkopfes, sondern auch der Inspirationsmuskeln. In der Pathologie des Kehlkopfes giebt es

zwei Arten spasmodischer Störungen der Kehlkopfmuskeln, die eine nervöser Husten mit seinen verschiedenen Formen, welcher aber nicht den Namen Chorea verdient, welchen ihr SCHRÖTTER und Andere beigelegt haben; die andere ein wirkliches Choreasymptom, übrigens viel seltener; sie betrifft zu gleicher Zeit die Constrictoren des Kehlkopfes und die Exspirationsmuskeln (bellender Husten, spasmodischer Kehlkopfschrei); diesen Ansichten (cri laryngé spasmodique) gegenüber stehen die schon erwähnte briefliche Erklärung SCHRÖTTER's, der seinen bekannten Standpunkt aufrecht erhält, SEIFFERT's und CHIARI's Mittheilungen."

SEIFFERT schreibt: „Bezüglich der Chorea laryngis stelle ich mich auf den Standpunkt SCHRÖTTER's, reserviere also diese Bezeichnung für jene Fälle von nervösem Husten, welche mit eigenthümlichen Contractionen in anderen Muskelgebieten vergesellschaftet sind."

CHIARI schreibt: „Es ist eine Art von nervösem Husten bei gesunder Schleimhaut, welcher sich durch besondere Schallentwickelung bemerkbar macht und längere Zeit andauert. Da aber diese Hustenart auch durch Hysterie und andere nervöse Affectionen hervorgerufen werden kann, so ist der Name nicht ganz glücklich gewählt. Wenn man aber nur solche Fälle Chorea laryngis nennt, bei denen keine andere Ursache zu constatieren ist, als eben choreatische Affection, die sich oft auch in anderen Muskelgebieten deutlich zeigt, so kann man gegen diese von SCHRÖTTER gewählte Bezeichnung nichts einwenden."

Wir sehen aus diesen Mittheilungen, wie verschieden die Ansichten sind, was das Wesen der Frage betrifft, die Meinungen häufen sich und begründen die Stellungnahme gegen die SCHRÖTTER-sche Auffassung.

Wir halten es für absolut nothwendig, die Bezeichnung der verschiedenen Formen des nervösen Hustens mit dem Namen Chorea laryngis fallen zu lassen, denn diese veröffentlichten Fälle haben mit der echten Chorea nichts zu thun, nichts gemein. Ich habe die verschiedenen von mir beobachteten Fälle von nervösem Husten nie mit dem Namen Chorea laryngis bezeichnet, typische Fälle, wie sie von SCHRÖTTER beschrieben wurden, habe ich ebenfalls nur als nervösen Husten aufgefasst.

Zur Illustration der den nervösen Husten begleitenden Mitbewegungen erwähne ich folgenden Fall:

Ein 13jähriges Mädchen steht unter meiner Beobachtung, wo seit langer Zeit meistens nicht laute Hustenanfälle bestehen. Der Husten, welcher manchmal auch laut ist, tritt 30mal in der Minute ein. Der Spiegel zeigt nichts Abnormales. Abwechselnd begleiten eigenthümliche Mitbewegungen den Husten, welcher nur Nachts cessiert. Zuerst war Drehen des Kopfes vorhanden, dann Zuckungen der Schultern, Runzeln der Stirn, Heben der Nasenflügel, Spiel der Lippen. Diese Mitbewegungen haben abwechselnd den Husten begleitet. Dass es sich in diesem Falle bei dem anämisch-nervösen Mädchen neben dem nervösen Husten um nach GOWERS sogenannte Gewohnheitskrämpfe handelte, steht ausser Zweifel, denn das Auftreten eines Symptomes verdrängte in kurzer Zeit gänzlich das ältere Symptom. Nur ein Symptom ist unverändert geblieben während der Krankheit, welches sich in eigenthümlicher Weise einstellt; so oft das Mädchen ihren Kaffee nimmt, zwickt sie inzwischen fortwährend die Haut ihres Halses.

Es handelt sich darum festzustellen, was wir eigentlich mit dieser Bezeichnung definieren wollen und ob dieser Ausdruck für geeignete Fälle in der Terminologie erhalten werden soll. Wir haben eingehend geschildert, was wir unter der echten Form der Chorea minor zu verstehen haben; wollen wir von einer Chorea laryngis sprechen, so müssen wir ebenfalls diese choreatischen Attribute seitens der Stimmbandmuskulatur suchen. Wir haben gesehen, dass das pathognomostische der als choreatisch anzusprechenden Bewegungen der durchaus arhythmische, uncoordinierte Charakter derselben ist. Im Kehlkopfe müssen wir die choreatische Unruhe der Stimmbänder, die regellosen, durchaus verschiedenen Zuckungen und Krämpfe der Stimmbänder antreffen; wir können gleich hinzufügen bei gleichzeitigem Vorhandensein einer allgemeinen echten Chorea minor. Es kommt erst in zweiter Linie in Betracht, ob ein Husten in den erwähnten Formen vorhanden ist oder nicht. Auf diesen Punkt kommen wir noch zurück. Im scharfen Gegensatze zu den ausführlich schon erörterten choreatischen Attributen stehen aber nicht nur die

Formen des nervösen Hustens, sondern auch die Fälle von rhythmischen monotonen Bewegungen und Zuckungen der Stimmbänder. Ich will an dieser Stelle die aus der Literatur wohlbekannten Fälle der rhythmischen und zitternden Bewegungen der Stimmbänder erwähnen, die im Zusammenhang mit verschiedenartigen neuropathischen Zuständen beobachtet wurden. Anknüpfend erwähne ich einen Fall, den ich vor einiger Zeit Gelegenheit hatte zu beobachten: ein erwachsenes Mädchen, bei der seit Juni 1898 ein fortwährender Husten vorhanden ist, welcher auch Nachts nicht cessiert und ihren Schlaf stört. Sie giebt den Laut e, ö, welcher durch den Husten unterbrochen wird, ebenso unterbricht der Husten das Sprechen und das Zählen, ihre Stimme ist sonst rein. Seit October ist ein eigrosses Lymphom links unter dem Unterkiefer; Kehlkopf, Luftröhre liegen frei. Bei der Untersuchung mit dem Spiegel sieht man den Lauten e, ö entsprechende zwei rasche nach innen gehende Contractionen der Stimmbänder, und zwar in der Minute zucken die Stimmbänder nach der Mittellinie 70mal und erzeugen so die Laute e, ö, sie werden in der Minute 10mal unterbrochen durch den Husten. Im Mediastinum ist nichts nachzuweisen.

Unter den von uns angeführten Fällen sind äusserst wenige, wo die laryngoskopische Untersuchung bei Vorhandensein einer Chorea minor die uncoordinierten Bewegungen, die choreatische Unruhe der Stimmbänder constatierte. Sie wurden beobachtet in den erwähnten Fällen von Ziemssen, Schultzen, Redtenbacher, Nicoll und Gibb. Von Sachs werden sie als die seltenste Form der Chorea bezeichnet. In den Fällen von Spamer und Kumicutt konnte wegen der choreatischen Bewegungen keine laryngoskopische Untersuchung ausgeführt werden. In dem Falle von Gibb waren alle anderen Muskeln ausser den Kehlkopfmuskeln frei, in dem Falle von Nicoll trat die Chorea minor später ein und der zuerst aufgetretene nervöse Husten endete erst mit der Heilung der Chorea.

Wir wollen unseren Standpunkt präcisieren, indem wir sagen, dass der Begriff einer laryngealen Chorea insofern besteht, dass die mit dem Kehlkopfspiegel constatierbare choreatische Bewegung der Stimmbänder gleichzeitig mit einer allgemeinen echten Chorea

minor auftritt. Und in diesen wenigen Fällen genügt die Bezeichnung der allgemeinen Chorea minor mit der Aufzählung der betroffenen Muskelgruppen, so auch der Stimmbandmuskulatur. Die Bezeichnung Chorea laryngis ist in diesen Fällen ganz und gar überflüssig. Um jeder Verwechselung aus dem Wege zu gehen, würde ich für den GIBB'schen Fall und für ähnliche Fälle, wo die choreatische Unruhe der Stimmbänder zu constatieren ist, wo aber eine allgemeine Chorea minor nicht nachweisbar, in scharfem Gegensatze zu den rhythmischen, monotonen Bewegungen der Stimmbänder, die Bezeichnung *choreiforme Bewegungen* der Stimmbänder vorschlagen. Wir würden damit den Namen Chorea laryngis, welcher bisher nur zu Verwechselungen und Irrthümern geführt hat, vollständig fallen lassen. Jene Fälle, bei welchen ein nervöser Husten vorhanden war und zu dem sich nachträglich eine echte Chorea minor zugesellt hat, werden wir als Chorea minor und nervösen Husten betrachten, in den Fällen von NICOLL, SCHRÖTER und GOTTSTEIN. Es kann eine Chorea minor mit oder ohne nervösen Husten auftreten, in den meisten Fällen ohne nervösen Husten.

Alle von uns angeführten Gründe wie die erwähnten Einwendungen gegen die SCHRÖTTER'sche Auffassung, die wir auch theilen, haben zur Folge, dass wir die Bezeichnung der Chorea laryngis für die verschiedenen Formen des nervösen Hustens ein für alle Mal verwerfen. Die einzelnen Formen des nervösen Hustens nach den verschiedenen ätiologischen Momenten und verschiedenen Erscheinungen bedürfen keiner besonderen Bezeichnung, es genügt die Kenntniss derselben. Wir haben also in den unter dem Namen Chorea laryngis veröffentlichten Fällen von SCHRÖTTER, CHIARI, ROE, MASUCCI, FASANO, MARKWALD, KEIMER, FARUNDARENA-LABAT, TAMBURINI, POSTHUMUS MEYJES, LINKENFELD, WEIL die verschiedenen Formen eines nervösen und reflectorischen Hustens und dürfen in der Zukunft ähnliche Fälle nie mit dem Namen Chorea laryngis bezeichnet werden.

Den Verwirrungen der Begriffe sind jene erwähnten Fälle zuzuschreiben, welche unter dem Namen Chorea laryngis respiratorische und phonische Glottiskrämpfe, ferner zum Theil durch

Aneurysmen veranlasste Auf- und Abwärtsbewegungen des Kehlkopfes beschreiben.

Die von SZEGÖ veröffentlichten Fälle, d. h. Endemien, sind Fälle ausgesprochenen suggestiven (hysterischen) Hustens, entschiedene Imitationserscheinungen, Gewohnheitskrämpfe und haben mit der Chorea nichts zu thun. Der von PREYSZ veröffentlichte Fall war eine letal endende schwere Erkrankung des Centralnervensystems mit vorausgegangenem symptomatischen nervösen Husten.

Ich übergebe jetzt das gesammte Material, die veröffentlichten Fälle, Meinungen, die brieflichen Mittheilungen und meinen Standpunkt und Vorschlag der Discussion, damit im Interesse sowohl der Fachcollegen wie practischen Aerzte die jetzt bestehende Verwirrung der Begriffe einmal aufhört und die nicht glücklich gewählten und gebrauchten Bezeichnungen ausgeschaltet werden

21.

ZUR FRAGE DER NEKROSKOPISCHEN UNTERSUCHUNG DER KEHLKOPFNERVEN.

Von Prof. Dr. A. ONODI, Budapest.

Es ist eine bekannte Sache, dass in den einzelnen klinischen Fällen, wenn diese zur Section gelangen, die Untersuchung gewöhnlich sich auf die Kehlkopfmuskeln oder auf die Nervenstämme bezieht.

Ich habe in meinem Buche* in Verbindung mit einer wichtigen klinischen Beobachtung meine Untersuchungsmethode mitgetheilt. Diese bestand darin, dass wir nicht nur die einzelnen Muskeln, sondern die isolierten Endzweige des unteren Kehlkopfnerven untersucht haben. Mit dieser Methode ist es uns gelungen, das klinische und laryngoskopische Bild gänzlich zu erklären, andererseits haben wir den ersten pathologisch-anatomischen Beweis zur SEMON-Lehre erhalten, im Einklange mit unseren experimentellen Resultaten, nach welchen der isolierte Posticusnerv am frühesten seine Leitungsfähigkeit und elektrische Erregbarkeit verliert. In meinem Buche habe ich diesen Fall ausführlich beschrieben und erörtert, dass die bisherige Methode nicht geeignet ist zur Verwerthung in den pathologischen Streitfragen und ich habe bei mehreren Gelegenheiten die Herren Fachcollegen ersucht, neben den Muskeln die entsprechenden einzelnen Recurrenszweige zu untersuchen. Nur auf diese Weise kann man entscheiden, für welche Muskeln die im Recurrensstamme gefundenen degenerierten Nervenfasern bestimmt waren und im allgemeinen welcher Muskel intacte Nervenfasern erhielt. Leider, soweit mir

* ONODI, Die Innervation des Kehlkopfes. Wien 1895.

die Literatur zugänglich war, habe ich keinen einzigen Fall gefunden, wo die nekroskopische Untersuchung mit der von mir angegebenen Methode durchgeführt worden ist.

Die Untersuchungen sind zumeist unvollkommen, sie beziehen sich entweder auf die eine Seite und auf einzelne Muskeln oder auf die Nervenstämme; die vollkommene Untersuchung der einzelnen Muskeln und der einzelnen Nerven ist nicht vorgenommen worden. Neuerdings ist ein Aufsatz* erschienen, welcher in einem Falle von Chorea laryngis eine starke Degeneration der Vagus- und Recurrensstämme beschreibt, ohne dass die laryngoskopische Untersuchung irgend eine Veränderung im Kehlkopfe gefunden hätte. Auf diesen Aufsatz komme ich demnächst in einer die Frage der Chorea laryngis besprechenden Arbeit zurück. Ich erwähne diesen Fall nur deshalb, um im Allgemeinen zu zeigen, dass sowohl in den Fällen von Kehlkopflähmungen, wie auch in anderen Fällen durchgeführte Untersuchungen nicht jenen Bedingungen entsprechen, welche eine präcise klinische und pathologische Untersuchung unbedingt erfordert. Unsere neueren Untersuchungen** bringen diese Frage wieder aufs Tapet. Wir haben die verschiedenen Verbindungen der Kehlkopfnerven kennen gelernt*** und haben gesehen, dass im Recurrensstamme Nervenfasern verschiedenen Ursprunges und Charakters enthalten sind. Der obere und der untere Kehlkopfnerv tauschen zum Theil ihre Nervenfasern, ferner existieren die mehrfachen Verbindungen mit dem Sympathicus und den Herznerven. Auf Grund meiner neueren anatomischen Untersuchungen erweitere ich meine bisher angegebene Untersuchungsmethode. Es wird von nun an nothwendig sein, in den zur Section gelangenden Fällen nicht nur die Stämme des Vagus, der oberen und unteren Kehlkopfnerven, sondern die einzelnen Kehlkopfmuskeln und die peripheren, d. h. Endzweige des oberen und unteren Kehlkopfnerven einzeln, ferner die Verbindungsfäden des Recurrens mit dem Sympathicus und den Herznerven zu untersuchen. Durch diese Untersuchungsmethode

* Preysz Orvosi Hetilap. 1898.

** Die respiratorischen und phonat. Nervenbündel des Kehlkopfes. Arch. f. Lar. 1898. Bd. 7.

*** Beiträge z. Kenntniss d. Kehlkopfnerven. Arch. f. Lar. Bd. IX. S. 86.

kann einerseits eine klinische und laryngoskopische Beobachtung ihre volle Erklärung erhalten, andererseits kann sie zu werthvollen Resultaten führen, welche den Ursprung und Charakter der in dem Recurrensstamme enthaltenen verschiedenen Nervenbündel zu beleuchten im Stande sind.

Ich gebe zu, dass diese Untersuchungsmethode viel Zeit und Mühe in Anspruch nimmt, aber sie ist die einzige präcise wissenschaftliche Methode, welche die klinische Beobachtung vervollkommnet und zum weiteren Aufbau unserer Kenntnisse führen kann. Es ist selbstverständlich, dass in Fällen, wo die Untersuchung des centralen Nervensystems angezeigt, diese mit der von mir angegebenen Methode gemeinsam ausgeführt werden soll.

SITZUNGSBERICHTE.

I. In den Sitzungen der III. (mathematisch-naturwissenschaftlichen) Classe der Ungarischen Akademie der Wissenschaften lasen die nachbenannten Autoren die folgenden Arbeiten (anschliessend an pp. 337—343 des XVII. Bandes dieser Berichte).

Sitzung den 22. Januar 1900.

1. Ludwig Méhely (c. M.) hält seinen Antrittsvortrag unter dem Titel: „*Die Monographie der Fledermäuse Ungarns*". Vortragender hat auf Grund der vaterländischen Sammlungen die Fledermausfauna Ungarns festgestellt und nachgewiesen, dass von den bis jetzt durch die Autoren für Ungarn aufgeführten 31 Arten und Spielarten in Ungarn wirklich nur 20 Arten leben. Nach einer kritischen Würdigung der vaterländischen chiropterologischen Arbeiten fasst er die wissenschaftlichen Resultate seiner Monographie zusammen und bittet die Akademie sein mit 22 Tafeln und Originalzeichnungen illustriertes Werk herauszugeben.
2. Béla Lengyel (o. M.) führt die für die Pariser Weltausstellung bestimmten chemischen Präparate vor.
3. Andreas Högyes (o. M.) führt unter dem Titel: „*Zehnjährige Erfahrungen vom Budapester Pasteur-Institut*" seine Erfahrungen in Betreff der Verbreitung der Rabies und des Ergebnisses der antirabischen Schutzimpfungen in Ungarn vor. Aus dem reichhaltigen Datenmaterial geht hervor, dass die Rabiesansteckung an Menschen und Thieren in Ungarn von Jahr zu Jahr in grossem Maassstabe zunimmt. Die Analyse der statistischen Daten ergiebt, dass durch die antirabische Schutzimpfung in Ungarn die Verhältnisszahl der Todesfälle bei den von wüthenden Thieren Gebissenen von 13,91 % auf 0,41 % herabfiel, die Heilungsproportion sich jedoch von 86,09 % auf 99,59 % erhöhte.
4. Josef Kürschák (c. M.) bespricht den „*Rang der Determinante der inducierten linearen Substitutionen*" (s. Math. u. Naturw. Ber. Bd. XVIII, pp. 229—230).
5. Baron Roland Eötvös legt die Arbeit von Karl Tangl vor: „*Wirkung der Magnetisierung auf den Dehnungsmodul*" (s. Math. u. Naturw. Ber. Bd. XVIII, pp. 7—51).
6. Derselbe legt die Schrift von Géza Molnár: „*Die ungarische Skala in*

akustischer Beleuchtung" vor, in welcher die ungarische Skala in folgender Weise festgestellt wird: c, d, es, fis, g, as, h, c. Diese Skala wird auf Grund der akustischen Gesetze und der Musiktheorie gegen den Vorwurf des Barbarismus vertheidigt, indem nachgewiesen wird, dass sie diesen Gesetzen in demselben Maasse entspricht, wie jede andere Mollskala.

7. Andreas Högyes (o. M.) legt die Arbeit von Franz Tangl: „*Untersuchungen aus der Physiologie des Energieumsatzes*" vor, in welcher er die Energiemenge, die einige Vögel zur Erhaltung ihres Lebens benöthigen, ermittelt.

Sitzung den 19. Februar 1900.

1. Géza Horváth (o. M.) und Alexander Mocsáry (c. M.) führen „*Die Troidessammlung des Ungarischen Nationalmuseums und den Königin Elisabeth-Schmetterling*" vor. Die Troidenschmetterlinge sind Bewohner der Tropen und zwar hauptsächlich der zwischen Asien und Australien gelegenen Inseln. Die Troidessammlung des Ungarischen Nationalmuseums, aus welcher er die prachtvollsten Exemplare zeigt, gehört zu den reichhaltigsten in ganz Europa, denn sie besitzt von den bisher bekannten 30 Troidesarten 25, unter welchen sich einige sehr seltene, sogar einige Unica, befinden. Das prachtvollste und werthvollste Stück ist der schöne, in goldiggrünen und goldgelben Farben prangende Falter, den Ludwig Biró in Neuguinea entdeckt hat und welchem Vortragende zum Andenken an unsere unvergessliche Königin den Namen „Königin Elisabeth-Falter" (Troides Elisabetha Regina) gaben, welchen einzig allein nur das Ungarische Nationalmuseum besitzt.
2. Alexander Schmidt (c. M.) spricht „*Ueber die Klassen der Kristalle*". Er zeigt, dass die Regelmässigkeit der symmetrischen Kristalle in einem einzigen Satze wurzle und dass zusammen 32 voneinander in der Symmetrie verschiedene Kristallklassen möglich sind.
3. Rudolph v. Kövesligethy (c. M.) trägt unter dem Titel: „*Die physikalische Deutung der Sterngrösse*" vor. (S. Math. u. Naturw. Ber. Bd. XVIII, pp. 145—154.)

Sitzung den 19. März 1900.

1. Béla Lengyel (o. M.) trägt: „*Über das radioactive Baryum*" vor. Es ist dem Vortragenden gelungen, das Baryum radioactiv zu machen und so ist die Existenz des durch das Ehepaar Curie als *Radium* bezeichneten neuen Elementes zweifelhaft geworden. Diese interessanten Versuche sind noch im Gange.
2. Gustav Rados (c. M.): „*Beitrag zur Theorie der orthogonalen Substitutionen*" (s. Math. u. Naturw. Ber. Bd. XVIII, pp. 231—235).
3. Joseph Fodor (o. M.) legt eine Arbeit von Ernest Schiff vor: „*Neue Daten zur Haematologie der Neugeborenen*", in welcher über die langjährigen Studien des Verfassers Rechenschaft gegeben wird, welche über das

specifische Gewicht der Neugeborenen unter der Einwirkung verschiedener Umstände unternommen wurden. Unter anderem hält er es für wahrscheinlich, dass die Nationalität auf die Zusammensetzung des Blutes Einfluss hat.

4. Alexander Mocsáry (c. M.) legt eine Arbeit von Koloman Kertész vor: „*Aus der Fliegenfauna von Neuguinea*", in welcher das Genus Automyda behandelt wird. Von den untersuchten 44 Arten waren bis jetzt nur zwei bekannt, daher sind also 42 als für die Wissenschaft neu zu betrachten; diese Fliegen hat ein Ungar, Ludwig Biro gesammelt.

Sitzung den 23. April 1900.

1. Ernest Jendrássik (c. M.) hält seine Antrittsvorlesung unter dem Titel: „*Klinische und physiologische Studien über das Gehen*", in welcher er die Resultate der mit Hülfe der *Photographie* an zahlreichen gesunden und kranken Individuen in Bezug auf die Bewegung der Körpertheile ausgeführten Untersuchungen vorlegt.
2. Béla v. Tötössy (c. M.) hält seine Antrittsvorlesung: „*Ueber die Verallgemeinerung von elementaren geometrischen Verwandtschaften*". Diese führt zunächst auf eine Verwandtschaft, welche dadurch charakterisiert wird, dass entsprechende Punkte in gleichen Entfernungen zu beiden Seiten der Axe derart liegen, dass die Entfernungen immer auf Graden durch einen im Endlichen gelegenen Punkt — den Ordnungspol — gemessen werden. Ferner führt die Verallgemeinerung zu einer Verwandtschaft, in der jedes entsprechende Punktpaar die beiden Axen der Verwandtschaft auf Strahlen durch einen festen im Endlichen gelegenen Punkt harmonisch trennt.
3. Andreas Högyes (o. M.) legt die Arbeit von Aladár Aujeszky vor: „*Ueber die antifebrische und antibakterische Wirkung des natrium lygocinatum*", nach welcher sich die Hoffnungen auf dieses Präparat als trügerisch erweisen.
4. Gustav Rados (c. M.) legt eine Arbeit von Michael Bauer vor: „*Zur Theorie der Gruppen, deren Ordnungszahl eine Primzahlpotenz ist*". Es werden einige auf die Structur dieser Gruppen bezügliche neue Sätze entwickelt.

Sitzung den 21. Mai 1900.

1. Eugen v. Daday (c. M.): „*Ueber die in den mikroskopischen Krebsen schmarotzenden Bandwurmlarven*". Vortragender bespricht die sogenannten Cercocystis Bandwurmlarven, von denen er 222 Exemplare fand, weist das Verhältniss der in den Wasservögeln schmarotzenden Bandwurmarten zu den mikroskopischen Krebsen nach. Die Wasservögel inficieren die kleinen Krebslein und diese wiederum die Wasservögel. Zur Zeit kennen wir 21 solche Krebslein, in denen sich die Cercocystislarven von 27 Bandwurmarten vorfinden. Derart behaftete mikroskopische Krebse

finden sich in den stehenden Wässern von Bugacz, Félegyhazá Vadkert und Kisujszallás; sicher schmarotzen in den dortigen Enten und Gänsen die entsprechenden Bandwurmlarven.

2. Baron R. v. Eötvös (o. M.) legt eine Arbeit von Karl Tangl vor: „*Untersuchungen über die mechanischen Wirkungen der Magnetisierung*“ (s. Math. u. Naturw. Ber. Bd. XVIII, pp. 35—51).
3. Alois Schuller (o. M.) legt eine Arbeit von Hermann Strauss vor: „*Ueber die Klassification dioptrischer Systeme*“ (s. Math. u. Naturw. Ber. Bd. XVIII, pp. 308—340).
4. Anton Koch (o. M.) legt die Arbeit von Emerich v. Lörenthey vor: „*Einige neue Exemplare der tertiärzeitlichen Krebsfauna Ungarns*“. Er hat mehrere Genera und Species dieser Krebse entdeckt und zwei derselben zu Ehren der Schöpfer des neuen Palastes der Königl. Ung. geologischen Anstalt: Dr. Ignatz Daránÿi und Andreas Semsey: Daranyia granulata und Andorina elegans benannt. Das erstere stammt aus dem oberen eozen-zeitlichen Nummulitkalk des Ofener Kleinen Schwabenberges, das zweite aus dem oberen mediterränen Kalkstein, der bei einer Kanalgrabung in der Budapester Telepigasse blossgelegt wurde. Wir kennen von keiner der beiden Arten weder lebendige noch ausgestorbene Verwandte; sie gehören beide zur Gruppe der kurzschwänzigen Krebse (Brachyuren).
5. Alexander Schmidt (c. M.) spricht unter dem Titel: „*Mineralogische Berichte*“ über die gelegentlich der Blocksbergsprengung blossgelegten Schichten und die darin enthaltenen, bis jetzt aus dieser Gegend unbekannten Mineralien. So fand er z. B. hier zuerst das Fluorit, welches in den Ofener Bergen bis jetzt nur am Kleinen Schwabenberg durch Wartha im Jahre 1884 gefunden wurde.

Sitzung den 18. Juni 1900.

1. Paul Stäckel (a. w. M.): „*Die Entdeckung der nichteuklidischen Geometrie durch Johann Bolyai*“ (s. Math. u. Naturw. Ber. Bd. XVII, pp. 1—19).
2. Alois Schuller (o. M.): „*Sekundäre Kathodenstrahlen*“ (s. Math. u. Naturw. Ber. Bd. XVII, pp. 281—292).
3. August Franzenau (o. M.): „*Ueber das Brockenkiller Azurit*“. Besprechung des Vorkommens und der Kristallformationen dieses Minerals.
4. Isidor Fröhlich (o. M.) legt die Arbeit von Moritz Hoor vor: „*Neuere Daten zur Physik der dielektrischen Körper*“.
5. Joseph Krenner (o. M.) legt die Arbeit von Gustav Melczer vor: „*Minerale von der Insel Ceylon*“, in welcher die kristallographischen und die optischen Eigenschaften der Chrysoberylle von Ceylon, Brasilien und Takovaja (Uralgebirge), die Bestimmung des Brechungscoëfficienten des Ceyloner Sillimanits und Spinells vorgetragen werden.

Sitzung den 22. October 1900.

1. Rudolph v. Kövesligethy (c. M.): „*Der Entwickelungsgang der Himmelskörper und das Alter der Erde*". Ziel der Untersuchungen ist die Darstellung des zeitlichen Verlaufes der Fixsterne; ist es möglich, diesen für die Sonne anzugeben, so ist damit auch das Alter der Erde bekannt, indem dieses unabhängig von geologischer Grundlage durch jene Zeit gegeben ist, in welcher die Masse der Sonne bis zur Erdbahn reicht. Aus vorläufigen, später durch genauere Daten zu ergänzenden Untersuchungen ergiebt sich als untere Grenze für dieses Alter 4,3 Millionen Jahre. Das wichtigste Resultat dieser Untersuchungen ist der Nachweis und die Charakterisierung intensiver Strömungen im Innern der Sonne, welche aufs engste mit der Activität derselben in Flecken-, Fackeln- und Protuberanzenbildungen verknüpft sind.
2. Karl Laufenauer (c. M.) legt eine Arbeit von Friedrich Reuss vor: „*Das Centralnervensystem des spalax typtus*". Dieses in Südungarn heimische Nagethier, lebt dem Maulwurf ähnlich in unterirdischen Gängen; während jedoch der Maulwurf seine Augen gebrauchen kann, ist er gänzlich blind und dementsprechend sind bei ihm nicht nur die unter der Haut verborgenen Augen, sondern auch die mit dem Sehnerven verbundenen Gehirnpartieen stark verkümmert.
3. Alexander v. Mágócsy-Dietz (c. M.) legt eine Arbeit Johann Tuzson's vor: „*Der Tarnóczer versteinerte Baumstamm*". Diesen Baum hat Franz Kubinyi im Jahre 1837 bei Tarnócz (Nógrader Comitat) entdeckt und mit Johann Szabó beschrieben. Moriz Staub und Dr. Johann Felix trachteten seinen Speciescharakter zu bestimmen, letzterer hat ihn dem fossilen Genus Phityoxylon Kr. zugezählt. Nach Tuzson ist dieser, durch seine Masse grosses Aufsehen erregende Stamm kein fossiler, solche Bäume können nur auf Grund der Anatomie der jetztzeitlichen Bäume bestimmt und ihrem System eingefügt werden. Nach ausführlicher Beschreibung des Fundortes, den Tuzson als den ursprünglichen Entstehungsort ansieht, giebt er eine präcise anatomische Beschreibung des Stammes und schliesst daraus, dass zu seinen Lebzeiten in der Gegend die Jahreszeiten ähnlich wie heute wechselten. Nach den anatomischen Zeichen ist der Baum den Pinusarten zuzuzählen und zwar unter dem Namen: Pinus Tarnócziensis.

Sitzung den 19. November 1900.

1. Julius König (o. M.) theilt unter dem Titel: „*Ueber ein Grundproblem der Theorie der algebraischen Grössen*" einige neue Definitionen und Sätze seines neuen Buches über algebraische Grössen mit.
2. Eugen Daday (c. M.) legt eine Arbeit Zoltán Szilády's vor: „*Die Crustaceen des Retyezát*" (s. Math. u. Naturw. Ber. Bd. XVIII, pp. 71—97).

3. Karl Laufenauer (c. M.) legt eine Arbeit Paul Ranschburg's vor: „*Mnemometerapparat zur Untersuchung der Gedächtnisskraft*", in welcher ein nach den Plänen des Verfassers durch den Präcisionsmechaniker des Leipziger Wundt'schen Laboratoriums: E. Zimmermann ausgeführter neuer Apparat vorgeführt wird. Dieser Mnemometer stellt mit mathematischer Genauigkeit die physikalischen Verhältnisse fest, unter denen der zu weckende Reiz auftritt, ferner die Zahl der geweckten Reize, und die Zeitdauer, die das Individuum benöthigt, damit ihm z. B. ein vorhin gemerktes Wort im Moment, wo er sich dessen erinnern will, „einfalle". Verfasser theilt weiterhin seine mit dem Apparat an Kindern, Erwachsenen, Kranken und Gesunden ausgeführten Versuche mit, nach welchen die Abnahme des Gedächtnisses in erster Reihe am Wortgedächtniss zu merken ist. Z. B. merken sich in derselben Zeit von 15 Worten: Schulkinder: 9, ungebildete Erwachsene: 8,5, Gebildete: 10, Nervenschwache: 5,5, Paralytiker: 1.

Sitzung den 17. Dezember 1900.

1. Ludwig Winkler (c. M.) hält seine Antrittsvorlesung unter dem Titel: „*Die Löslichkeit der Gase in Wasser*". Vortragender hat ein Verfahren bezüglich der Absorption des Oxygens im Wasser festgestellt, nach welchem die Resultate sich wesentlich von denen Bunsen's unterscheiden. Er wandte danach seine Methode auch auf andere Gase: so auf Hydrogen, Luft, Nitrogenoxyd, Kohlenstoffoxyd, Methan und Ethan an und fand auch bei diesen von Bunsen's Experimenten abweichende Resultate. Seine Versuche haben infolge der grossen Verhältnisse der Agentien sehr verlässliche Daten ergeben.
2. Julius Farkas (c. M.): „*Allgemeine mechanische Principien*".
3. Ludwig Méhely (c. M.): „*Ueber einige Cardinalsätze der Zoologie*". Es werden die schädelanatomischen Verhältnisse der durch L. Biró eingesandten Frösche, welche noch nie bei Wirbelthieren gesehen wurden, besprochen, ferner unter ihnen Froscharten bekannt gemacht, die sich von den andern ganz verschieden entwickeln, indem sie ihre sehr grossen Eier nicht ins Wasser legen und die junge Brut ganz fertig aus dem Ei hervorkriechen lassen. Eine dieser Arten hat Vortragender zu Ehren ihres Entdeckers Ephenophryne Birói benannt. Wir haben bei ihnen mit der ursprünglichen Entwickelungsart der Frösche zu thun.
4. Eugen Daday (c. M.) bespricht unter dem Titel: „*Die ungarländischen Eylaisarten*" die unsere Wasser bevölkernden Milben. Von dem Genus Eylais waren bis jetzt nur zwei vaterländische Arten bekannt; der Vortragende fand dagegen deren 16, unter welchen 5 ganz unbekannt, 11 auch in andern Ländern Europas verzeichnet sind. Math. u. Naturw. Ber. Bd. XVIII, pp. 341—364.

II. Die Fachsectionen der Königlichen Ungarischen Naturwissenschaftlichen Gesellschaft hielten in den Jahren 1899 und 1900 zwanglose Sitzungen, deren Protokolle in folgendem, anschliessend an die diesbezüglichen Berichte pp. 326—344 des XVI. Bandes dieser Berichte mitgetheilt werden.

A) Fachconferenz für Zoologie.

Sitzung den 13. Januar 1899.

1. Stephan Ratz bespricht einige interessante *Helminthiasisarten*, namentlich *Simondsia paradoxa, Hystrichis tricolor, Guathostomata hispidum.*
2. Eugen Daday zeigt den *Cysticercus* eines in der Wüste Gobi gesammelten untergeordneten Krebschens.

   Eugen Vángel weist darauf hin, dass Broun in seinem „Klassen und Ordnungen" betitelten Werk 22 solche Taeniaarten erwähnt, deren Cysticercus in untergeordneten Krebsen lebt.

Sitzung den 3. Februar 1899.

1. Coloman Kertész legt seine auf Grund des Stoffes des Genuensischen Museums entstandene Arbeit über die *Cleitamiaarten von Neuguinea* vor. Aus diesem Genus waren bisher 5 Arten bekannt, zu denen sich jetzt 3 neue gesellen, nämlich *Cl. similis*, *Cl. Roederi*, *Cl. Gestroi.*

   Derselbe zeigt die aus der Sammlung Ludwig Biró's verarbeiteten Fliegenarten, unter denen sich mehrere neue befinden. Als die interessanteste Art bezeichnet er die *Scenopinus Birói* genannte neue Art, da die Familie der Scenopiniden von diesem Gebiet bisher unbekannt war. Nicht minder interessant ist die *Asyntona Doleschalli* O. S. genannte Fliegenart, welche Ostensacken, der das Genus und die Art aufstellte, nur auf Grund der Zeichnung Doleschall's beschrieb, infolge dessen sich viele Fehler in die Beschreibung einschlichen. Ludwig Biró sandte aus Amboina mehrere Exemplare dieser Fliege und auf Grund dieses berichtigt und ergänzt Vortragender die Beschreibung der Art.

   Derselbe legt auch eine Arbeit Ludwig Biró's unter dem Titel „Tischgemeinschaft bei den Fliegen" vor, in welcher dieser aus der Biologie des *Omnatius minor* Dol. und der *Desmometopa minutissima* v. d. Wulp. interessante Beiträge mittheilt.
2. Eugen Vángel trägt über die Verlassenschaft Ladislaus Traxler's vor. Er bespricht den Inhalt der zurückgelassenen Manuskripte. Er erwähnt, dass er die Schwammsammlung, 40 Stück, zum Andenken erhielt, während die Muschelsammlung im Besitze des ungarischen Nationalmuseums ist.

3. Géza Horváth liest die neuesten Briefe Ludwig Biró's aus Simbang vor und theilt in Zusammenhang damit einige interessante Beobachtungen des Forschers mit.

Sitzung den 3. März 1899.

1. Eugen Csiki hält „*Ueber zwei ungarische Chrysomelidagattungen*" einen Vortrag und zeigte die ungarischen Vertreter des *Orsodacne* Latr. und *Adoxus* Kirby-Genus. Von der Gattung *Orsodacne* kommen in Ungarn 2 Arten mit je 6 Speciesvariationen vor, die bisher in den meisten Sammlungen verwechselt wurden. Bisher beobachtete er die folgenden Formen: *Orsodacne cérasi* Linn., *v. limbata* Ol., *v. lineola* Lac., *v. melanura* Fabr., *v. Duftschmidi* Wse., *v. cantharoides* Fabr., *v. glabrata* Panz., *v. flava* Csiki (var. a. Weise), *v. nigricollis* Oliv., *v. marginata* Csiki, *v. humeralis* Latr., *v. coerulescens* Duft., *v. croatica* Weise.

Von den Erwähnten ist die *var. marginata* Csiki eine neue Abart, für welche der neben dem Seitensaum und der Naht der Flügeldecken sich hinziehende, breite, bläulich-metallschimmernde Saum charakteristisch ist. Die bisher bekannten Fundorte dieser Abart sind Hermannstadt (Coll. Csiki et Fuss) und das Comitat Szörény (Pável).

Von der Gattung *Adoxus* Kirby kommen in Ungarn ausser dem *A. obscurus L.* und *var. villosulus* Schrnk. noch zwei Abarten vor, nämlich die *var. epilobii* Weise und *var. Weisei* Heyd. Vortragender bemerkt, dass Weise neuestens nachwies, dass statt dem *A. vitis* Fabr. der Name *villosulus* Schrnk. zu gebrauchen ist, da der Fabricius'sche Name bisher aus Irrthum gebraucht wurde, und er nichts anderes ist, als das Synonym des Männchens des *Cryptocephalus coryli* Linn.

2. Dr. Géza Horváth bemerkt hierauf, dass jener traubenverheerende Käfer, der bisher allgemein *Eumolpus vitis* genannt wurde, im Sinne des vorher Gesagten in der wissenschaftlichen Literatur von nun an *Adoxus obscurus L. var. villosulus* Schrnk. genannt werden muss. Es wäre jedoch übertrieben, wenn wir diesen Namen auch in die populäre ökonomische und ampelologische Literatur übertragen wollten. Die Gepflogenheit sanctificierte hier schon den Namen *Eumolpus vitis*; es würde daher nur Verwirrung machen, wenn man statt diesem Namen, der unter den Weinbauern schon überall verbreitet und verständlich ist, nun auf einmal einen neuen gebrauchen wollte. In diesem Falle muss das Princip der wissenschaftlichen Priorität den Erfordernissen des praktischen Lebens weichen. So ist es auch in einigen anderen Fällen. So z. B. müsste man die traubenverheerende Filloxera bei strenger Anwendung der wissenschaftlichen Ausdrücke *Phylloxera vitifoliae* Fitch. nennen; und dennoch kommt sie in der Literatur allseits als *Phylloxera vastatrix* Planch. vor. Der älteste wissenschaftliche Name der Blutlaus ist: *Myzoxylus laniger* Hausm.; deshalb wird sie aber in der ökonomischen Literatur doch immer als *Schizoneura lanigera* Hausm. vorkommen.

3. Joseph Jablonowski spricht „*Ueber die Ausrottung des Apfelschaben betreffende einfache Versuche*". Er zählt die alten Schutzmethoden auf und bespricht auch jene, die durch die amerikanischen Obstbauern sich auch in Ungarn sehr verbreitete, nämlich das Bespritzen mit Arsensalzen. Von der Lebensweise des Apfelschaben ausgehend, weist er nach, warum dieses Vorgehen in der Praxis keinen guten Erfolg hat und bezeichnet die zu befolgende richtige Methode. Die Richtigkeit dieses theoretisch abgeleiteten Vorgehens bewies er dann auch durch seine eigenen Versuche. Das Vorgehen besteht darin, dass man einen einfachen Stroh- oder Heustrick an den Stamm des Baumes bindet, in den die Raupe des Apfelschaben sich einnistet und theilweise sich dort einpuppt, theilweise dort überwintert. Die auf diese Weise zusammengelockten Raupen wirft man dann im Winter sammt den Strick in das Feuer.
4. Béla Krécsy zeigt den kleinen, ausgestopften Alligator, den er im vorigen Jahr der Fachconferenz lebendig gezeigt hat.

Sitzung den 7. April 1899.

1. Adolf Lendl betrachtet in seinem „*Ueber die Verwandtschaft der langbeinigen Spinne*" betitelten Vortrag die Skorpionform für einen Urtypus der Arachnoideen, aus dessen Entartung und Weiterentwicklung die *Telyphonus-* und *Phrynusformen* hervorgingen. Zu den letzteren gesellen sich später einerseits die langbeinigen Spinnen, andererseits die Vogelspinne und die eigentlichen Spinnen. Die Pseudoskorpionen sind nach der Meinung des Vortragenden in naher Verwandtschaft mit den Telyphoniden, so sehr, dass man sie einfach Microtelyphonus nennen könnte. Die *Galcodeniden* können aber überhaupt aus keiner der hier angeführten Arachnoideengruppen abgeleitet werden, doch haben sie sich, da übrigens ihr Arachnoideentypus unverkennbar ist, der Meinung des Vortragenden nach in einer anderen Reihe entwickelt und stehen nun isoliert im weiten Kreise der Arachnoideen. Die Urform der Arachnoideen, der Skorpion, kann auf ausgestorbene, versteinerte Formen zurückgeleitet werden, welche unter dem Namen *Palaeostraca* zusammengefasst werden.

   Vortragender begründet und erklärt diese Ansichten durch das Vergleichen von Typen aus den einzelnen Gattungen und unterwirft hauptsächlich die Körperschnitte und Extremitäten einer eingehenden Untersuchung.

Sitzung den 12. Mai 1899.

1. Ernst Csiki hält einen Vortrag „*Ueber Ungarns Donaciinen*", indem er diese charakterisiert und auch einen historischen Rückblick giebt. Dann geht er auf die einzelnen Arten über und erwähnt, dass in Ungarn 3 Gattungen mit 26 Arten und 9 Abarten vorkommen. Die *Donacia fennica* Payk. muss aus unserer Fauna gestrichen werden, da dieses nördliche Thier bei uns nicht vorkommt und dasjenige, welches man bisher

dafür gehalten, nichts anderes ist, als die *Donacia Malinovskyi* Ahr. *var. arundinis* Ahr. Neue Formen sind in unserer Fauna: *Donacia simplex F. var. pulcherrima* Hummel und *Plateumaris scoicea L. var. micans* Panz., die erste aus Zala-Tapolcza (Redl), letztere aus Hermannstadt (Csiki, Fuss) und aus dem Banat (Fuss).

2. Eugen Daday schildert die Entwicklung der Bandwürmer und charakterisiert dann den *Cysticercus* und die *Cercocystis*. Er zeigt und beschreibt die in dem mongolischen *Diaptomus asiaticus* Ulj. und den ungarischen *Diaptomus spinosus* Dad. und den *Paracondona Hungarica* Dad. Arten vorkommenden Cercocysten, von denen er 5 neue unter den folgenden Namen vorweist: *Taenia* Zichyi, *Echinocotyle* Linstowi, *Echinocotyle polyacantha*, *Drepanidotaenia* Rátzi und *Drepanidotaenia mesacantha*.

Sitzung den 13. October 1899.

1. Vorsitzender giebt in warmen Worten der Trauer über das Ableben Victor v. Mihalkovics' Ausdruck.
2. Géza Entz bespricht Ernst Haeckel's „Kunstformen der Natur" betiteltes Werk und macht hierzu verschiedene Bemerkungen. Er überblickt alle jene Wirkungen, welche bei Thieren die verschiedenartigen Schönheiten der Form, der Farbe etc. hervorbringen. Er bespricht auch die Darwin'sche Selectionstheorie und den sexualen Dimorphismus, deren Bedeutung er auf ein Minimum reduciert.
3. Ludwig Aigner legt sein Werk „*Die Geschichte der Schmetterlingskunde in Ungarn*" vor.
4. Derselbe spricht „*Ueber die letzte Stunde der Raupen*" und erwähnt seine Beobachtung, dass die Raupen der *Macroglossa* vor der Einpuppung sich mit einer zu unbestimmbarem Zweck dienenden Flüssigkeit einschmierten.
5. Eugen Daday zeigt ein Exemplar der *Cucullia fraudatrix* Evers., das er in den ersten Tagen des August 1899 zu Semesnye, im Comitat Szolnok-Doboka sammelte. Diese Schmetterlingsart erwähnte in der ungarischen Fauna zuerst Emerich Frivaldszky, sie stammt aus der Gegend von Futak, aus Beél im Comitat Bihar und aus Nagyág in Siebenbürgen. Das Semesnyeer Exemplar ist im ungarischen Nationalmuseum das erste aus Ungarn.

Sitzung den 3. November 1899.

1. Julius Madarász legt das erste Heft seines „*Ungarns Vögel*" betitelten Werkes vor und erwähnt einige interessante Angaben aus der Avifauna Ungarns.
2. Zoltán Szilády spricht über „*Die Crustaceen der Retyezáter Seen*". Als interessantere erwähnt er: *Diaptomus Tatricus*, *Alona intermedia*, *Branchipus diaphanus* und *Daphnia alpina* Dad.; er entdeckte auch das bisher unbekannte Männchen der letzteren. Auf die Schilderung der Lebensverhältnisse übergehend, weist er nach, dass sich die Fauna der Qualität

der Seen gemäss vertheilt und dass man vom Standpunkte des Bodens, der Beständigkeit und des geographischen Ursprunges am Retyezát vier Seeentypen unterscheiden kann, welche auch jede ihre eigenen Crustaceenarten haben. Es ist interessant, dass in diesen Seen nicht specielle alpine, sondern sich leicht acclimatisierende gewöhnliche Arten vorkommen.

Sitzung den 3. December 1899.

1. Ludwig Aigner liest die „Schmetterlingsbeobachtungen" Stephan Nécsey's vor.
2. Alexander Gorka hält unter dem Titel „*Beiträge zur morphologischen und physiologischen Kenntniss der Darmröhre der Coleopteren*" einen Vortrag, worin er nach Mittheilung der Geschichte dieses Gegenstandes und der Untersuchungsmethoden über seine eigenen, im zoologischen Institut der Budapester Universität gemachten Untersuchungen berichtet. Seine Ergebnisse fasst er in den folgenden Sätzen zusammen:
   1. Vom anatomischen Standpunkt ist die Darmröhre der Käfer nach drei, resp. vier Typen beschaffen, und zwar nach: a) sarcophagem, b) necrophagem, c) phytophagem und d) coprophagem Typus. Für die Speiseröhre der Sarcophage ist das gleichzeitige Vorhandensein des Kropfes und des Proventriculus und die Kurzheit des Mitteldarms charakteristisch. Die Merkmale der Darmröhre der Necrophagen sind: das Vorhandensein des Proventriculus, die Kurzheit des Mitteldarms und die auffällige Länge des Darmendes. Der Kropf (ingluvies) fehlt immer. An der Speiseröhre der Phytophagen ist der Proventriculus nie entwickelt, während die mittlere Speiseröhre stark entwickelt ist. Die Verdauungsorgane der Coprophagen endlich sind nach dem Typus der Phytophagen nnd Necrophagen entwickelt, je nachdem sie betreffs der Nahrung dem Einen oder dem Anderen näher stehen; selbstständige Kennzeichen besitzen sie also nicht.
   2. Vom histologischen Standpunkt: a) Die Wand der Darmröhre besteht aus vier Schichten, nämlich: aus der Muskelschichte, dem Grundepithel, der Epithelschichte und der Chitinschichte. b) Die Peritonialschichte fehlt. Statt dem umgeben lockere Bindegewebsfasern die Darmröhre. c) Die Chitinschichte ist in der ganzen Darmröhre vorhanden; also auch im Mitteldarm, doch hat sie hier eine poröse Structur. d) Die mit dem Mitteldarm verbundenen drüsenartigen Gebilde sind nicht bloss Drüsen, sondern auch epithelregenerierende Organe. e) Die im Mitteldarm sich befindenden Epithelschichten sind gegen das Lumen zu mit einem aus Stäbchen bestehenden Band versehen, der aus Chitin ist.
   3. Vom physiologischen Standpunkt: a) Die Aufsaugung geht an den Necrophoren wahrscheinlich im letzten Drittel des Mitteldarms und im oberen Viertel der Enddarmröhre vor sich. b) Die Malpighischen Gefässe enthalten ausser der Harnsäure bei den Carabus und Necro-

phoren auch Albumine. c) Der Inhalt der Malpighischen Gefässe ist von alkalischer, oder selten von neutraler Reactionswirkung, doch giebt sie nie eine säuerige Reaction.

3. Dr. Coloman Kertész zeigt ein Exemplar der *Aulacocephala* Braueri genannten Neuguineanischen Fliegenart, das in dem von Loria gesammelten und vom genuesischen Museum zur Bestimmung ihm gesandten Stoff vorhanden war. Aus dem Aulacocephala-Genus waren bisher zwei Arten bekannt, welche die Zoologen in die Familie der Oestriden einreihten und auch Brauer in seiner bekannten Monographie über die Oestriden im Rahmen dieser Familie beschrieb. Vortragender bemerkt ferner, dass aus der australischen Region bisher kein einziger Repräsentant dieser Familie bekannt war und die Meinung allgemein ist, dass die Familie der Oestriden in dieser Region gar nicht vorkommt. Diese Ansicht wird auch durch die Thatsache bekräftigt, dass man den neuen Repräsentanten des genannten Genus aus verschiedenen morphologischen Gründen in die Familie der Oestriden gar nicht einreiht, sondern in die durch Brauer-Bergenstamm aufgestellte *Trixa*gruppe der Muscaria schizometopa.

Er zeigt noch aus der neuesten Sendung Ludwig Biró's die *Phytalmia cervicornis*- und *alcicornis*arten, einen Repräsentanten des *Achias*genus, die *Diopsis*- und *Merodon*arten und damit in Verbindung die *Taxaphora furcifera*- und *Bolbamyia inequipes*arten aus Bolivien, die durch ihre sonderbare Form, ihre wunderlichen Auswüchse sämmtlich zu den auffallenden Fliegen gehören.

4. Géza Horváth zeigt die farbige Zeichnung eines Hermaphroditen der *Lycaena Bellargus*. Diesen interessanten Schmetterling fand Coloman Jámbory am Ofener Adlersberg am 30. Juni 1899.

Cornelius Chyzer bemerkt, dass er einen Hermaphroditen der *Xysticus*-spinne besitzt; Spinnenhermaphroditen sind bisher nur 3 bekannt.

Nach der Kenntniss Coloman Kertész' fand man bisher unter den Fliegen bloss 3 Hermaphroditen.

B) Fachconferenz für Botanik.

Sitzung den 11. Januar 1899.

1. Alexander Mágócsy-Dietz legt Ladislaus Hollós' „*Schwämme aus dem Kaukasus*" betitelte Arbeit vor. Hollós war Mitglied der Déchy'schen VI. Kaukasusexpedition, es bewog ihn hauptsächlich sein reges Interesse für Pilze zur Theilnahme an dieser Expedition. Während seines Aufenthaltes im Kaukasus sammelte er sehr viel Pflanzen, besonders eine Menge von Pilzen, darunter die *Bovista Debreczeniensis*.
2. Moritz Staub hält „*Ueber die in einem Jahr zwei- oder dreimal blühenden Pflanzen*" einen Vortrag. Er macht schon seit mehr als 30 Jahren Beobachtungen und Aufzeichnungen über diesen Gegenstand. Auf Grund der

vorgelegten Angaben erklärt er die Thatsache, dass das zweite Blühen der Pflanzen keine unregelmässige, sondern eine natürliche Erscheinung ist, welche rein nur darin begründet ist, dass die Pflanzen sich den biologischen Verhältnissen anpassen, welche Eigenschaft wir unter den Pflanzenüberresten der Kretazeit reichlich vorfinden. In jenem Zeitalter der Erde nämlich, aus dem die Kretagebilde stammen, herrschte auf der ganzen Erde das tropische Klima und in jener Zeit blühten die in ihrem Typus seither verhältnissmässig wenig veränderten Dicotyledonen, ähnlich den heutigen tropischen Pflanzen, in der That zweimal. So ist das zweite Blühen der Pflanzen eine ihrer ursprünglichen Eigenschaften, welche die von den tropischen Gegenden in das gemässigte Klima gebrachten Pflanzen mehr oder weniger beibehielten, und welche sich dann äussert, wenn es die wechselnden Umstände der Witterung zugeben. Das diesbezügliche Verhalten einiger Pflanzen ist besonders auffallend, da auch das Abweichen von der normalen Jahrestemperatur in geringerem Maasse sie zur zweiten Blüthe bringt, ja sogar manche in regelmässigen Zeiträumen ihre zweiten Blüthen oder auch Früchte treiben.

Carl Schilberszky, der mit den Ursachen dieser Frage schon seit langer Zeit beschäftigt ist, empfiehlt besonders den wilden Kastanienbaum zum Gegenstande eines Studiums. Es kam wiederholt vor, dass in Budapest der wilde Kastanienbaum an trockenen, heissen Sommern im Juli und August sein Laub verlor und kurze Zeit darauf im September oder October voll Blüthen stand. Eine interessante Reihe des Grades der diesbezüglichen Empfindsamkeit verrathen auch die in einer Reihe stehenden Bäume während mehrerer Jahre. Die Feuchtigkeit des Bodens und der Luft behindert das zweite Blühen. Häufig kann man hingegen das zweite Blühen zwischen den strahlenden Mauern der Häuser oder am Rande offener Strassen beobachten, wo sie beständig der Sonnenwärme ausgesetzt sind.

3. Aladár Richter berichtet über die botanischen Ergebnisse der neuesten asiatischen Reise des Grafen Eugen Zichy. Durch diese Reise wurde das ungarische Nationalmuseum durch 75 schön präparierte Pflanzen bereichert.

An das *Delphinium Consolida* der ungarischen Flora erinnert z. B. das *Delphinium laxiflorum*; an das *Aconitum Anthra* das *Aconitum barbatum*, während die *Gentiana cruciata* dort durch die *Gentiana macrophylla* Gmel. ersetzt wird. In der Zichy'schen Sammlung sehen wir *Dianthus plumarius, Gnaphalium dioicum, Rosa cinnamomea, Adenophora liliifolia* Ledeb. forma nova; *dasycarpa* (calyce I hispido), *Vaccinium Vitis Idaea* und *Gentiana adscendens* Gmel.

Am auffallendsten war unter ihnen das in grosser Zahl gesammelte *Gnaphalium Leontopodium* (*Leontopodium alpinum* Cass.), von dem bisher geglaubt wurde, dass seine Heimat in den mitteleuropäischen Alpen ist. Die in Ledebour's Flora Rossica aufgezählte grosse Zahl („Habitat in

omni Sibiria altaica") und die vielen aus Burgaltai (Mongolien) mitgebrachten Exemplare der Zichy-Expedition lässt jedoch den Schluss ziehen, dass der eigentliche geographische Mittelpunkt der Verbreitung des *Leontopodium alpinum* die altaische Gegend Sibiriens ist.

Sitzung den 8. Februar 1899.

Den Gegenstand der Sitzung bildet das Andenken Friedrich v. Hazslinszky's, dessen Alexander Mágócsy-Dietz in warmen Worten gedachte.

Sitzung den 8. März 1899.

1. Eugen Bernátsky besprach H. Bruchmann's „*Ueber die Prothallien und Keimpflanzen mehrerer europäischer Lycopodien*" betiteltes Werk, worin der Verfasser die Prothallienverhältnisse des Lycopodium clavatum, annotinum, complanatum und selago näher beleuchtet. Vortragender erwähnt dass auch er eines der Prothallien vor einigen Jahren in der Hohen Tátra vorfand.
2. Carl Schilberszky legt eine Abhandlung Martin Péterfi's unter dem Titel „*Ein neues vaterländisches Astomum*" vor.
3. Ludwig Thaisz legt Johannes Wagner's „*Neuere Beiträge zur ungarischen Flora*" betitelte Arbeit vor, in welcher der Verfasser die Kenntniss der ungarischen Flora um einige interessante Beiträge bereichert.
4. Ludwig Thaisz spricht „*Ueber die anatomische Untersuchung der Kerne und über die verschiedenen Präparierungsmethoden*".
5. Alexander Mágócsy-Dietz legt das folgenderweise betitelte Heft vor: „*Index florae Szamosujvariensis*", ediderunt: Simeon Kovrig et Josephus Ornstein. 1899.

Sitzung den 12. April 1899.

1. Eugen Bernátsky spricht unter dem Titel „*Crocus reticulatus in der ungarischen Tiefebene*" über die Acclimatisation dieser Safranart im lockeren Boden der Tiefebene und über die dadurch erlittene morphologische Entartung. Ausserdem erwähnt er, dass er unlängst in der Nähe des Budapester Franzstädter Bahnhofes ein Exemplar der *Fussilaga farfara* fand, obgleich diese Pflanze gewöhnlich nur in nassem, lehmigem Boden gedeiht. Moritz Staub fand das erwähnte Vorkommen der Pflanze auf Grund der wechselnden geologischen Verhältnisse des Bodens gerechtfertigt.
2. Alexander Mágócsy-Dietz legt der Fachconferenz eine Arbeit von Ladislaus Hollós über *Morchella tremelloides* (Vent.) vor. Der fruchttragende Theil der im sandigen Boden des Kecskeméter Szt.-Lörincz- und Nyírwaldes wachsenden Spitzmorchel ist kugelartig, gräulichweiss und an den Rändern durchschimmernd und gebrechlich. Ihre Windungen sind dicht und zerzaust, verbreiten sich über den ganzen fruchttragenden Körper und geben dem Hut eine erdbeerartige Oberfläche. Dem Verfasser

fiel es auf, dass die fruchttragende Schichte oft gänzlich fehlt, während Sporen nur im oberen Viertel des Schlauches zu finden sind. Durch eingehende Studien gelang er zur Voraussetzung, dass in diesem Fall ein Parasit den Körper des Pilzes verstellt und zur irrigen Unterscheidung neuer Arten (Morchella crispa) Gelegenheit giebt. Ueber die Natur des Parasiten kann er vor der Hand keinen Aufschluss geben, doch vermuthet er, dass hier der Hypomyces cervinus, H. hyalopus und vielleicht auch der H. epicoccum die Morchella esculenta verstellen, was zur Unterscheidung der Morchella tremellosa und M. tremelloides Anlass gab.

3. Carl Schilbeszky legt Martin Petérfi's „*Einige Beiträge zur laubigen Moosflora Ungarns*" betitelte Abhandlung vor. Péterfi hatte die Gelegenheit, während der Revision der reichen Barth'schen Sammlung einige theilweise für Siebenbürgen, theilweise für ganz Ungarn neue laubige Moose kennen zu lernen und gehörig — abweichend vom Sammler — zu determinieren.
4. Ludwig Thaisz hält „*Ueber die auf die mikroskopische Untersuchung der Kerne bezüglichen Präparierungsmethoden*" einen Vortrag. Während der Untersuchung der Kerne ergab sich, dass ausschliesslich Kernquerschnitte keinen ausreichenden Grund zur Unterscheidung der Arten und Genera geben und deshalb ausserdem das Verfertigen von Oberflächenschnitten üblich wurde. Seit dem ersten diesbezüglichen Versuch Sempelowski's bietet nur das Höhnel'sche Verfahren einen ausreichenden Erfolg. Vortragender modificiert dieses Verfahren auf die Weise, dass er die Kerne erst in Wasser, dann in stärkerer oder schwächerer Kalilauge kocht, ablagern lässt und die Lauge mit Essigsäure neutralisiert und in einer weiteren Eprouvette schüttelt. Von der vernichteten Kernhülle lösen sich auf diese Weise schöne, zusammenhängende Schichten ab. Vortragender geht hierauf auf die diagnostische Wichtigkeit der auf solche Weise gewonnenen Flächenschnitte über, indem er die Früchte der Schirmblüthenpflanzen bespricht.

Sitzung den 10. Mai 1899.

1. Alexander Mágócsy-Dietz legt eine „*Neue Beiträge zur Kenntniss der Pilze Ungarns*" betitelte Abhandlung von Ladislaus Hollós vor.
2. Carl Schilberszky legt Martin Péterfi's „*Beiträge zur Laubmoosflora Ungarns*" betitelte Arbeit vor.
3. Alexander Pollák hält unter dem Titel „*Die Drainierung und die Wurzeln der Bäume*" einen Vortrag.

Sitzung den 17. October 1899.

1. Eugen Bernátsky theilt unter dem Titel „*Ueber die Pflanzen der Nyírség*" seine floristischen und pflanzengeographischen Erfahrungen mit und erklärt das Vorkommen in der Nähe der Sümpfe der Nyírség in den Wäldern von Zsömböly und Nyír-Bátor beobachteten Pflanzen.

2. Carl Schilberszky legt Adolf Fanta's „*Beiträge zur Kenntniss der karpellomanen Mohnköpfe*" betitelte Abhandlung vor und zeigt die unweit Stuhlweissenburg gewachsenen unregelmässigen Mohnköpfe, aus welchen der Verfasser auch reife Kerne sandte, damit sie für wissenschaftliche Zwecke gezüchtet werden.
3. Alexander Mágócsy-Dietz legt eine von Johannes Fábry verfasste Abhandlung unter dem Titel „*Ein anonymer Botaniker*" vor, in welcher dieser viel interessante Daten über das zu Zeiten Michael Szilinczky's herrschende didaktische System mittheilt. Er hebt besonders die in den vierziger Jahren gemachten phenologischen Forschungen Michael Szilinczky's hervor.

Sitzung den 8. November 1899.

1. Präsident Julius Klein theilt der Fachsection mit, dass der Decan der philosophischen Facultät der Universität ihm in einer amtlichen Zuschrift mittheilte, dass die philosophische Facultät mit Dank erfüllt jenen pietätvollen Act zur Kenntniss nahm, dass Alexander Mágócsy-Dietz das aus den Spenden der Fachsection angefertigte Bild des Universitätsprofessors weiland L. Jurányi im Directoratssaale des botanischen Instituts der Universität würdig untergebracht hat, und er aus diesem Anlass der botanischen Fachsection sowie dem Professor A. Mágócsy-Dietz seinen Dank ausspricht.
2. Eugen Bernátsky trägt seine Beobachtungen unter dem Titel „*Die anatomische Bestimmung der heimischen Polygonatumarten*" vor.

   Im Juni 1899 fand Vortragender eine Polygonatumart, die wegen des Mangels an Blüthen, sowie ihres getrockneten Zustandes halber schwer zu bestimmen war. Es war nicht zu ergründen, ob die gefundene Art *P. officinale, P. latifolium* oder *P. multiflorium* sei. Die Ursache äusserte sich theilweise auch in der mangelhaften Diagnose der bestimmenden Bücher; aus diesem Grunde versuchte er die Pflanze anatomisch zu bestimmen.

   Er stellte fest, dass die drei genannten Arten auf Grund der Blattepidermis leicht zu bestimmen sind. Die Epidermiszellen der *P. officinale* sind nahezu so breit, als lang, diejenigen des *P. multiflorium* sind zwei-, dreimal, sogar auch viermal länger, als sie breit sind; die Seitenwände der Epidermiszellen des *P. latifolium* sind winkelig und sehen wie Bruchlinien aus. Die in Frage stehende ist also ein Exemplar des *P. multiflorium*, was umso interessanter ist, als diese Art in der ungarischen Tiefebene sozusagen unbekannt ist.
3. Ferdinand Filarszky spricht über „*Eine interessante Form der Fichte*" und erwähnt einen im Káposztafalva befindlichen Wunderbaum, auf den er während seiner vorjährigen Ausflüge aufmerksam gemacht wurde. Dieser Wunderbaum ist ein selten schöner Fall von Kladomanie oder Blastomanie und hat halb eine normal entwickelte, halb eine gänzlich

abweichende, rein säulenhaft gebildete, dichoptische Form. Es ist das eine seltene Abart der *Picea excelsa* Link, „lusus columnaris Carrière" genannt, die bisher bloss aus der Schweiz bekannt ist, in nicht mehr als sechs Exemplaren.

Vortragender zeigt auch das gelungene Bild und einige getrocknete Aeste des Baumes, welch letztere er dem oberen, kladimoniösen Theil des Baumes entnahm. In Verbindung hiermit berichtet er auch über C. Schröter's „*Vielgestaltigkeit der Fichte*" (Zürich 1898) betiteltes Werk, in welchem der Autor die längst bekannte Variabilität der Fichte systematisch bespricht und die verschiedenen Fichtenformen in drei Gruppen theilt. In der Gruppe der *Lusus* behandelt er auch den *Lusus columnaris*, bei welchem die Illustrationen sehr an das Abbild des Káposztafalvaer Wunderbaumes erinnern.

4. Alexander Mágócsy-Dietz spricht unter dem Titel „*Riesenbovisten*" über die Etymologie der Benennungen *Lycoperdon giganteum* = *Lycoperdon Bovista* = *Globaria Bovista* Quélet und zeigt die dem botanischen Institut der Universität gesandten mächtigen Exemplare, von denen das grösste und schwerste aus Marosnémeti stammt und frisch 9 kg, getrocknet 340 gr wiegt. Die übrigen sind aus Felső-Nyárad und Neusatz.
5. Carl Schilberszky legt eine Mittheilung Ladislaus Bikkal's über die unregelmässige Birnenfrucht vor. Er zeigt die Photographie einer unregelmässigen Birne, aus der ersichtlich ist, dass die Entartung sich aus überzähligen Fruchtblättern und deren unregelmässigen Vertheilung entwickelte.
6. Carl Schilberszky legt Martin Péterfi's „*Bryologische Skizzen aus Siebenbürgen*" betitelte Abhandlung vor.

Sitzung den 13. December 1899.

1. Árpád Kardos bespricht einen interessanten Fall der Verflachung und Verkrümmung der Aeste der *Picea excelsa*.
2. Ludwig Fialowsky legt Béla Kontur's „*Der Ungar und die Botanik*" betitelte Abhandlung vor. Der Verfasser sammelte im Comitat Békés unter dem Volke einige hundert Pflanzennamen. Viele der Benennungen bedeuten heute andere Pflanzen, bei denen Vortragender den Grund oder die Weise der Sinnveränderung zu erklären versucht. Es giebt in dieser Sammlung auch solche Namen, die in der Litteratur bisher unbekannt waren. Der Verfasser citiert ferner diesbezügliche Anfangszeilen von Volksliedern und Gedichten, theilt Orts- und Personennamen mit und erwähnt schliesslich zahlreiche Sprichwörter, welche von der Schärfe der Pflanzenbeobachtung des Volkes Zeugniss geben
3. Carl Schilberszky bespricht unter dem Titel „*Die Moniliakrankheit der Fruchtbäume, vorzüglich des Weichselbaumes*" die parasitische Wirkung des *Monilia fructigena* genannten Pilzes, indem er sich am eingehendsten mit der im Stadium der Blüthe sich offenbarenden Verheerung befasst.

4. Ludwig Thaisz erstattet unter dem Titel „*Floristische Mittheilungen aus dem Comitat Krassó-Szörény*“ über drei neue Pflanzen aus dem genannten Comitat Meldung, und zwar: *Salvia silvestris L.* (S. nemorosa + pratensis), *Salvia dumetorum* Andrz. und *Glyceria plicata*. Gegenüber einer früheren Publication Victor Janka's beweist er, dass die *Trochiscanthes nodiflorus* Koch in Ungarn nicht vorkommt.
5. Alexander Mágócsy-Dietz stellt die seitens des botanischen Institutes der Universität auf der Pariser internationalen Ausstellung auszustellenden originalen anatomischen plastischen Pflanzenmuster und pflanzenmorphologischen sowie biologischen Blüthenschnitte zur Schau, die er grösstentheils in dem unter seiner Leitung stehenden Institut nach den Präparaten seines seligen Vorgängers, des Professors Jurányi, anfertigen liess.

C) Fachconferenz für Chemie-Mineralogie.

Sitzung den 31. Januar 1899.

1. Ignaz Pfeifer bespricht unter dem Titel „*Studien über das Reinigen des Kesselwassers*“ die Methoden, mit denen man die Härte des Wassers bis auf den möglichst schwächsten Grad verringern kann.
2. Julius Weszelszky spricht unter dem Titel „*Die titrimetrische Bestimmung der Bromiden neben Chloriden und Jodiden*“ darüber, wie man das in geringer Menge vorkommende Brom neben Chlor und Jod zu Bromat umgestalten und das entstehende Product dazu benützen kann, um mittelst des aus dem Kaliumjodid abgeschiedenen Jodes auf die Menge des Bromes zu schliessen.
3. Sigismund Bernauer berichtet über die Beschlüsse der Commission, welche die Fachconferenz entsandte, um nach dem Durchstudieren der vom königl. ungarischen Minister für Agricultur über die öffentlichen chemischen und mikroskopischen Stationen herausgegebenen Verordnung alle jene Bemerkungen zusammen zu fassen, welche sie dem Minister vorzulegen für geeignet erachtet.

Sitzung den 28. Februar 1899.

1. Ludwig Ilosvay bespricht unter dem Titel „*Ueber ein neueres Reagensmittel des Ozons*“ die Abhandlung G. Ellwein's und Th. Weyl's, derzufolge die Phenylendiamine in laugigem Medium nur auf Einwirkung von Ozon eine gelbe oder gelbliche, in manchem Falle burgunderrothe Farbe annehmen, hingegen solche Farben auf Einwirkung von Hydrogenperoxyd oder salpetrige Säure nie, auf Einwirkung von Oxygen aber nur nach längerer Zeit annehmen. Wenn die Phenylendiamine ihre Farbe in laugigem Medium auch auf Einwirkung von sehr dünnem Ozon ändern würden, wären wir im Besitze eines Reagensmittels, womit wir das Vorhandensein des Ozons in der Luft auch bei Hydrogenperoxyd und salpetriger Säure nachweisen könnten.

Ilosvay's Versuche ergaben, dass, wenn das Ozon in grosser Menge vorhanden, die Untersuchung mit Phenylendiaminen überflüssig ist; wenn aber die Menge des Ozons gering ist, so ist die Untersuchung unsicher.

2. Ludwig Winkler spricht über „*Die Bestimmung der Menge der in natürlichen Wässern gelösten Gase*" und zeigt einen selbsterfundenen Apparat, mittelst welchem man binnen kurzer Zeit, mit weniger Mühe und ohne kostspielige Einrichtungen präcise Erfolge erzielen kann.

Sitzung den 25. April 1899.

1. Ludwig Ilosvay weist in seinem Vortrag über „*Die Darstellung von ammoniahaltiger Cuprolösung mit Hydroxylamin*" nach, dass man aus verschiedenen ammoniahaltigen Cuprisolösungen mit Hydroxylamin schnell eine gänzlich farblose Cuprolösung darstellen kann, welche im Vergleich zum Acetylen sehr empfindlich ist. Mit dem im Leuchtgas vorhandenen Acetylen kann man in einigen Secunden eine schöne Reaction erzielen. Durch das Hydroxylamin kann das Kupfer aus der Cupriverbindung in kurzer Frist in die Cuproform gebracht werden, und umgekehrt kann die Cuprolösung mit Luft geschüttelt wieder zur Cupriverbindung umgestaltet werden.
2. Ludwig Winkler spricht unter dem Titel „*Die Bestimmung des Calciums und Magnesiums in natürlichen Gewässern durch Kaliumoleat*" über sein eigenes Vorgehen, mittelst welchem man die Bestimmung der Härte des Wassers viel präciser und schneller vollziehen kann als bisher.

   Ignatz Pfeifer, Jakob Szilasi und Siegmund Bernauer bezweifeln die Vorzüglichkeit dieser Methode und hauptsächlich Bernauer hält die Wartha'sche Methode für viel präciser und viel rascher.

   Ludwig Ilosvay meint, dass die Anhänglichkeit, welche die Franzosen in ihrer Hydrotimetrie dem ölsäuerigen Kalium, resp. dem Natrium gegenüber beweisen, die Ueberzeugung wachrufen, dass das Winkler'sche Vorgehen nicht gänzlich verworfen werden kann, und stellt diesem eine schöne Zukunft in Aussicht.
3. Die Fachconferenz entsendet in das Internationale Atomgewichtbestimmungscomité unter dem Präsidium Carl v. Than's die Mitglieder Ludwig Ilosvay, Béla v. Lengyel, Julius Tóth und Vinzenz Wartha.

Sitzung den 30. Mai 1899.

1. Wilhelm Glancz beschreibt in seinem Vortrag „*Ueber die Analysierung eines St. Gottharder Adulars*", wie man nach Jannasch mit Bor Silicate erforschen kann.
2. Ludwig Winkler ergänzte seinen im April gehaltenen Vortrag mit der Bemerkung, dass, wenn das Wasser gehörig verdünnt ist, mittelst Kaliumoleats die gesammte Härte bestimmt werden kann.
3. Joseph Nuricsán bespricht die *Daten der Analyse der Tusnáder Mineralwässer*, hauptsächlich die der Quellen Fökút, Rezsö und Mikes.

4. Julius Weszelszky legt Richard Windisch's „*Die Versuche behufs Darstellung der Propylendisulfilsäure*" betitelte Abhandlung vor.

Sitzung den 31. October 1899.

1. Vinzenz Wartha spricht in seiner „*Neuere Methoden der Schwefelsäurenfabrication*" betitelten Abhandlung über die Art und Weise, mittelst welcher man aus Schwefeldioxyd und Oxygen Schwefeltrioxyd, resp. Schwefelsäure darzustellen versucht. Die ersten Versuche versprachen wenig Erfolg. Seitdem man aber erkannte, dass das Erhitzen der Mischung von Schwefeldioxyd und Oxygen schädlich ist, da die zur Beihülfe angewandte Hitze Dissociation verursacht, und es klar wurde, dass die Reactionshitze für sich dazu genügt, dass die beiden Gase bei Vorhandensein einiger Körper von contacter Wirkung sich in ihrer ganzen Masse vereinigen, kann der Gang der Fabrication für gesichert betrachtet werden.
2. Gustav Buchböck hält einen Vortrag über „*Die Wirkung des Mediums auf die Reactionsgeschwindigkeit*" und spricht darüber, wie die Reactionsgeschwindigkeit des Carbonylsulfids in den verschiedene Säuren und Salze enthaltenden Lösungen sich verändert und gelangt zu dem Schluss, dass die Reactionsgeschwindigkeit des Körpers im Grossen genommen im verkehrten Verhältniss zur inneren Reibung des Mediums steht.

Sitzung den 28. November 1899.

1. Emerich Szarvasy theilt unter dem Titel „*Die elektrolytische Darstellung der Induline*" mit, dass er, indem er salzsäueriges Anilin in geschmolzenem Zustand elektrolysierte, die folgenden Producte erhielt: Indulin, Anilinomdulin, Indulin 6B und Azophenin. Das bei der Elektrolyse freiwerdende Chlor hat eine diazolierende Wirkung, indem die Azoverbindung und die Salzsäure aufeinander wirken und erst Azodiphenin, dann hieraus eine zu den Indulinen gehörige Farbe entspringt.
2. Ludwig Winkler hält einen Vortrag über „*Die Bestimmung der in natürlichen Wässern gelösten Gase*", in welchem er angiebt, wie man einerseits das gesammte Kohlendioxyd, andererseits das Oxygen und das Nitrogen möglichst rasch und doch genügend pünktlich bestimmen kann. Aus dem bekannten Gewicht der natürlichen Wässer entfernt er das Kohlendioxyd durch Salzsäure, mittelst Wärme, sammelt es über Quecksilber, und das Volumen bestimmend berechnet er das Gewicht. Das Oxygen und Nitrogen entfernt er durch aus Calcit mit Salzsäure dargestelltem Schwefeldioxyd und sammelt die entfernte Gasmischung in einer mit Natriumhydroxyd gefüllten Messungsröhre; das Natriumhydroxyd verschlingt das Kohlendioxyd, das Oxygen und Nitrogen aber nicht. Deren Volumen bestimmend, lässt er das Oxygen von laugiger Pyrogallollösung verschlingen, während das Nitrogen zurückbleibt.

Sitzung den 21. December 1899.

1. Alexander Kalecsinszky theilt die Methoden mit, mittelst welcher er den *Wasserwerth des Kalorimeters* zu bestimmen pflegt.
2. Joseph Krenner spricht im Zusammenhang mit einem *bolivianischen Jamesonit* über die verschiedenen sulfantimonsäurehaltigen Minerale und lenkt durch das Aufzählen der auf dem Jamesonit vorkommenden mehrartigen Minerale die Aufmerksamkeit auf die Wachsamkeit, welche die Auswahl des bei den Mineralanalysen gebrauchten Stoffes benöthigt, wenn wir aus den Daten der Analyse auf die Formel des Minerals einen Schluss ziehen wollen.
3. Joseph Loczka theilt die Daten der Analyse eines *bolivianischen und cornwallischen Jamesoniten* mit. Aus diesen ergiebt sich für den bolivianischen Jamesoniten die Formel: $6\,Pb \cdot 2\,FeS \cdot 5\,Sb_2S_3$; für den cornwallischen aber: $4\,PbS \cdot FeS \cdot Sb_2S_3$.

D) Fachconferenz für Physiologie.

Sitzung den 24. Januar 1899.

1. Dr. Samuel Beck legt das Resultat seiner in Gemeinschaft mit Dr. Béla Fenyvessy im pharmakologischen Institut gemachten Arbeiten unter dem Titel „*Ueber das Aufsaugen des Ichthyols durch die Haut; Beiträge zur Lehre der Hautresorption*“ vor. Mit Rücksicht auf den ausserordentlich verbreiteten Gebrauch des Ichthyols in den verschiedenen Zweigen der Medicinalwissenschaften, besonders aber bei der Heilung der Hautkrankheiten, erscheint es für nothwendig zu ergründen, ob dieses Mittel, an der Haut angewandt, von dort aufgesogen wird.

   Die Versuche beweisen, dass das Ichthyol durch die gesunde Haut des Hundes aufgesogen wird, woraus man hinsichtlich der Physiologie und der Heilung der Haut den Schluss ziehen kann, dass die gesunde Haut nicht bloss sich verflüchtigende oder das Epithel lösende Stoffe, sondern auch solche durchdringen, welche, wie das Ichthyol, sich in Wasser und Fett gut lösen.
2. Dr. Paul Hári theilt in seinem Vortrag „*Ueber das Aufsaugen des Eisens im Magen und im Duodenum*“ mit, dass es ihm gelang, das Aufsaugen des als Medium eingegebenen Eisens im Magen des Hundes nachzuweisen.

Sitzung den 28. Februar 1899.

1. Dr. Béla Fenyvessy theilt seine mit *Nebennierenexcerpten* bewerkstelligten Versuche mit. Vor allem bespricht er die physiologische Bedeutung der Nebennieren und illustriert deren Unentbehrlichkeit durch die schweren Folgen der Nebennierenvertilgung. Dann spricht er über die chemische Zusammensetzung des erwähnten Organes, fasst die Resultate der bisherigen Forschungen zusammen und vergleicht sie mit seinen Versuchen.

Mittelst letzteren gelang es ihm, den specifischen Wirkungsstoff der Nebennieren von den übrigen abzusondern und deren physiologische Wirkungen einzeln zu studieren. Es stellte sich auf diese Weise heraus, dass die lähmende, vergiftende Wirkung der Excerpte durch die Nebenstoffe verursacht wird, die Wirkung des specifischen Wirkungsstoffes des Sphygmogenins, aber sehr wohl auf die Organe der Blutcirkulation zu beschränken ist. Der Umstand, dass das Sphygmogenin in der Vene der Nebenniere zu finden ist, beweist, dass dieser Stoff thatsächlich die Ausscheidung dieses Organes ist, dass also die Nebenniere in der That eine innere Ausscheidung vollführende Drüse ist.

Nach der Schilderung der vergiftenden Wirkung der Nebenniere beschreibt er die Wirkung des Sphygmogenins auf die Blutcirkulation. Das Zusammenziehen der Gefässe rührt von der Wirkung auf die glatten Muskelelemente her. So stellte es sich heraus, dass die intravenose Injection des Sphygmogenins sehr lebhafte Darmbewegungen verursacht und zwar direct durch die Wirkung auf die Muskelelemente, was dadurch erwiesen wird, dass die Ausschliessung der Nervenbahnen des Darmsystems das Eintreffen der Wirkung nicht beeinträchtigt. Demzufolge kann man es als bewiesen betrachten, dass die physiologische Rolle des Sphygmogenins darin besteht, dass es den Ton der glatten Muskelzellen, namentlich den der Organe der Blutcirkulation, aufrecht erhält, und es ist anzunehmen, dass wir der Entartung der Nebenniere bei der Erklärung von Symptomen der Herzschwäche, welche sich bei gewissen Infectionskrankheiten einzustellen pflegen, eine Rolle zuerkennen müssen.

Endlich bespricht er die antitoxische giftbindende Rolle der Nebennieren.

Sitzung den 14. März 1899.

Dr. Eugen Pólya führt in seinem Vortrag über „*Die Anatomie des Hallenwinkels beim normalen und beim glaucomösen Auge*“ aus, dass er im normalen menschlichen Hallenwinkel keinen Bandapparat vorfand, bloss in einem einzigen Fall, bei einem $2^1/_2$ Jahre alten Kinde war das lig. pectinatum Hueck und das Fasersystem des Fontana'schen Raumes entwickelt; die Form des Hallenwinkels wechselt je nach dem Grade der Entwickelung des elliptischen Theiles des Ciliarmuskels: bei emmetropem Strahlenmuskel ist er breit, gewölbt, bei hypermetropem Strahlenmuskel spitz und eng, bei myopem endlich rund und sehr weit. Nach diesen Formen des Hallenwinkels kommt die Schliessung nach verschiedenen Mechanismen zu Stande. Von 23 anatomisch untersuchten glaucomösen Augen war der Winkel in 20 Fällen typisch verschlossen.

Sitzung den 18. April 1899.

1. Gustav Oláh referiert unter dem Titel „*Neue Methoden der psychologischen und physikalischen experimentalen Forschung krankhafter Geisteszustände*“

über die bisherigen Resultate seiner noch andauernden Forschungen in der staatlichen Irrenanstalt zu Angyalföld (in Budapest). Gegenwärtig sind in der Anstalt hauptsächlich in zwei Richtungen Versuche im Gang. Eine der Aufgaben ist in grösserer Menge Daten zu sammeln zur Lösung der Frage, ob der Kniesehnenreflex in seinem weiteren Verlaufe nach der Auslösung durch Einwirkung von Gehirnzuständen beeinträchtigt wird und inwiefern. Von der Reflexbewegung selbst und den darauf folgenden kleineren Bewegungen machte er auf dem Myografion Aufnahmen und fand, dass die verschiedenen krankhaften Gehirnzustände auf die Bewegungen nach dem Kniereflex auf das verschiedenste einwirken. Er zeigt die von den verschiedenen Krankheitsformen aufgenommenen Kniereflexcurven und gelangt zu dem Resultat, dass die auf diese Weise aufgenommenen Kniereflexcurven vom diagnostischen Standpunkt aus eine bedeutende Zukunft haben. Der andere Theil der Beobachtungen bezieht sich auf die Gedankenassociation der Geisteskranken. Vortragender stellte 100 Worte fest, auf welche die untersuchten Geisteskranken auf verschiedene Weise associiert frei gewählte andere Worte sagen. Die Art der Association zeigt bei den einzelnen Krankheitsformen wesentliche Unterschiede. Betreffend die Theorie der Ideenassociation meint Vortragender, dass man, die anatomische Ursache psychologischer Vorgänge suchend, sich hüten muss, psychologische Begriffseinheiten in die Anatomie zu bringen. Es giebt Ideen und eine Ideenassociation, aber bloss auf der Schultafel. In den Gehirnzellen sind keine Ideen aufgehäuft, sowie den Tasten des Klaviers kein musikalischer Begriff innewohnt. Auch die allerelementarste Idee ist ein auf hunderttausenden von Zellen zugleich angeschlagener Akkord, welche auf andere Weise angeschlagen im Bewusstsein eine andere Idee hervorbringen. Die Ideenassociation aber ist das zeitliche Aufeinanderfolgen der daraus sich ergebenden Akkorde.

2. Joseph Abonyi theilt in seinem Vortrag: „*Die Anwendung des Kautschuks in der ärztlichen Praxis*“ die Daten bezüglich der Entdeckung des Kautschuks mit, beschreibt dessen physische und chemische Eigenschaften und hebt seine Wichtigkeit in der ärztlichen, namentlich in der dentistischen Praxis hervor.

Sitzung den 16. Mai 1899.

1. Paul Ranschburg hält über „*Psychophysiologische Untersuchungsmethoden*“ einen Vortrag, in dessen Rahmen er das neue psychophysiologische Laboratorium auf der Klinik des Professors Laufenauer schildert. Die Methoden sind theilweise physiologischer, theilweise physikalischer Natur. Von den physiologischen Apparaten dienen die meisten, so der Mosso'sche Plethysmograph (Rauminhaltsmesser), der Sphygmomanometer (Blutdruckmesser); die neuestens modificierten Marey'schen Pulsations-, Athmungs- und Herzschlagschreibapparate, der Muskelarbeitmesser (Ergograph) zur

Untersuchung der, die psychischen Prozesse begleitenden organischen Entartungen. So kann man mit ihrer Hülfe z. B. jene Veränderungen erforschen, die in Begleitung der Empfindungen und Erregungen im Athmen, im Herzen und in den umliegenden Adern, sowie in der Innervation der willkürlichen Muskulatur vorkommen.

Die andere Gruppe bilden die im engeren Sinn genommenen psychophysikalischen Methoden. Diese dienen theilweise zur fortsetzungsweisen Messung der Dauer der geistigen Arbeit, wonach aus der Zahl der auf je 5 Minuten fallenden geistigen Leistungen die für eine Leistung erforderliche Mittelzeit festgestellt wird. Theilweise wird aber die besondere Dauer jeder einzelnen Leistung mittels pünktlicher Präcisionsapparate gemessen. Zu solchen Untersuchungen, mittels welcher z. B. die einfachen und zusammengesetzten Reaktionen, die mathematischen Operationen, die Dauer der Ideenassociationen erforscht werden können, ist das Hipp'sche Chronoskop erforderlich, mittels dessen wir die erwähnten Prozesse mit einer Pünktlichkeit von Tausendstelsecunden messen können. Es sind ferner zur Aufnahme gewisser Reize Apparate nöthig, welche so construiert sind, dass die auf sie einwirkenden (Hör-, Seh- und andere) Reize im Augenblick ihrer Wirkung zugleich einen elektrischen Strom verursachen, der den Zeiger des Chronoskopes in Bewegung setzt, schliesslich Reactionsapparate, die im Augenblick der auf den Reiz gegebenen Reaction den elektrischen Strom unterbrechen und hierdurch den Zeiger der Uhr zum Stillstand bringen. Auf diese Art messen wir die Zeitdauer zwischen dem Reiz und der sich einstellenden Reaction mit einer Pünktlichkeit von Tausendstelsecunden. Ausserdem benöthigen wir einen Fallapparat, mit dessen Hülfe wir den Wechsel des die Uhr bewegenden und des unterbrechenden Stromes controllieren und mittels eines Rheostates regulieren. Vortragender zeigt alle diese Apparate während ihrer Function und macht auf die eventuell zu begehenden Fehler und auf die Art ihrer Vermeidung aufmerksam.

Sitzung den 3. Oktober 1899.

1. Vicepräsident Franz Hutyra gedenkt in warmen Worten des verstorbenen Präsidenten der Fachsection Victor v. Mihalkovics. (S. den Nekrolog Bd. XVII, p. 357 dieser Berichte.)
2. Karl Schaffer weist in seinem Vortrag über „*Die Technik und die Demonstration der Schnitte des grossen Gehirns*“ auf den Umstand hin, dass der Anatom des gesunden, aber auch des kranken Gehirnes an vollständigen Gehirnen gemachte Schnitte benöthigt; die in der Hemisphärensubstanz bemerkbaren Verhältnisse der Gehirnentwicklung und der secundären Entartung sind nur auf unversehrten Schnitten des grossen Gehirns sichtbar. Zur Herstellung von so grossen Schnitten dienen besonders construierte Mikrotome; die Herstellung der Schnitte muss mit besonderen technischen Kniffen angestellt werden. Vortragender arbeitet mit einem

von der Wiener Firma Reichert gelieferten grossen Mikrotom, welches zum Schneiden unter Wasser eingerichtet ist; und bereitet das zum Schneiden bestimmte Material auf die folgende Art vor. Er härtet das möglicherweise frisch herausgenommene Gehirn in einer 20proc. Formalinlösung, so dass es schon in einigen Tagen so hart ist, dass es mittels eines flachen, an beiden Rändern scharfen Messers in zwei Theile geschnitten werden kann (in horizontaler wie auch in frontaler Richtung), zu dem Zwecke, dass die Flüssigkeit das Hirn besser durchdringe. In ca. 2 Wochen kommt das Gehirn in eine 5proc. Bichromatlösung; noch zweckmässiger ist es, wenn die Behandlung durch Bichromat für später bleibt, wenn die Schnitte schon fertig sind. Nach einer entsprechenden Härtung durch Formol schneiden wir das Gehirn in Stücke von 2 cm Dicke und tauchen sie zuerst in Spiritus, dann in eine Mischung von Alkohol, Aether und Wasser, schliesslich in dünnes, später in dichtes Celloidin. Die Durchtränkung der 2 cm dicken grossen Hirnscheibe mit Celloidin ist in drei Wochen beendet; nun kleben wir die Hirnscheibe mittels Celloidin auf einen breiten gerippten Zinkgrund. Hierauf füllen wir das Becken des Mikrotoms mit Wasser und das Schneiden kann begonnen werden. Schnitte von 40 μ können auf diese Weise leicht hergestellt werden; dünnere hält Vortragender für überflüssig. Der Schnitt schwimmt im Wasser, von wo wir ihn mittels Papier herausfischen. Die an dem Papier haftenden Schnitte legen wir auf mit Spiritus reich getränktes Flusspapier. Von da legen wir den Schnitt sammt dem Papier in ein mit Farbe gefülltes, flaches Gefäss und der Schnitt macht sämmtliche Phasen des üblichen Weigert'schen haematoxylenigen oder anderen Färbens durch, immer am Papier liegend. Das nach dem Färben wohl ausgewaschene Präparat thun wir sammt dem Papier wieder in absoluten Alkohol und achten darauf, dass der Schnitt 3—4 Stunden darin verbleibt, dass er von dem carboligen Xylol nicht zusammenschrumpfe. Nachdem wir ihn getrocknet, giessen wir in Xylol aufgelösten canadischen Balsam auf das Präparat und schliessen es endlich mit einer dünnen Glasplatte ab

Sitzung den 21. November 1899.

1. Dr. Joseph Guszman hält unter dem Titel „*Ueber die Morphologie der Oberfläche des Gehirns*“ einen Vortrag, in welchem er vor allem jene pünktlichen Forschungen schildert, die an Gehirnen solcher Individuen gemacht wurden, die grosse geistige Fähigkeiten hatten. Der Zweck dieser Forschungen war, dass jene hervorragende geistige Wirksamkeit, die jemandem im Leben eigen war, nach seinem Tode mit den eventuellen morphologischen Eigenheiten der Oberfläche des Gehirns in Einklang gebracht werde. Die Reihe der Forschungen eröffnete Rudolf Wagner in Göttingen. Seinen Forschungen folgten etwa 20 Jahre später ebenfalls in Deutschland diejenigen Bischof's und Rüdinger's. Solche Forschungen machten ferner M. Duval, Hervé, Manouvrier und Chud-

zinski in Frankreich, John Marshall in England und neuestens Gustaf Retzius in Schweden. Auf diese Weise untersuchte auch Daniel Hansemann das Gehirn Helmholtz'. Im Zusammenhang mit diesen Forschungen zeigt Vortragender das Gehirn eines früh verstorbenen genialen Tonkünstlers, dessen Oberfläche er eingehend untersuchte. Interessant wird diese Untersuchung auch dadurch, dass das Gehirn eines Künstlers noch nie der Gegenstand solcher Forschungen war. Im vorliegenden Falle verdient hauptsächlich der sogenannte lobulus parietalis inferior Beachtung, welche Fläche Eberstaller eingehender umschrieb und dessen Grenzen die folgenden sind: vorn der sulcus retrocentralis transversus, sulcus retrocentralis, medial der sulcus interparietalis, hinten der sulcus occipitalis transversus und lateral der Anfangstheil des aufwärtssteigenden Zweiges der fossa Sylvii und des sulcus temporalis I et II. Auf derselben Fläche der rechten Hemisphäre fand Vortragender die folgenden Verhältnisse vor: der ramus ascendens fossae Sylvii hat direkt im sulcus retrocentralis seine Fortsetzung, es fehlt hier also die diesen gewöhnlich umgebende erste Bogenwindung (gyrus supramarginalis) und darum muss die zweite und dritte Bogenwindung (gyrus angularis et g. parietalis inf. post.) die vorhandene grosse Fläche mit ihrer ausserordentlichen Grösse allein ausfüllen. Die auf der gewöhnlichen Stelle befindliche Partie des gyrus angularis ist verhältnissmässig von kleiner Ausdehnung, doch sitzt darauf noch ein ausserordentlich grosses, viereckiges Gewinde, dessen mediale Grenze der sulcus parietalis bildet und somit kann dies als der Zusatz des gyrus enormis betrachtet werden. Der gyrus parietalis post. inferior hat die gewöhnliche Form. Eine sehr interessante Abweichung war noch auf der linken Hemisphäre auf dem sulcus frontalis inferior, auf dem ramus ascendens anterior fossae Sylvii und auf dem gyrus frontalis inferior. Dies sind die hauptsächlichsten auffallenden und interessanten Formationen der Oberfläche des untersuchten Gehirns. Die hauptsächlichsten Abweichungen sind also auf dem lobulus parietalis inferior und dies ist die Fläche, auf welcher auch auf den neuestens untersuchten Gehirnen Helmholtz' und des Astronomen Hugo Gildén einige Abweichungen sichtbar waren und welche Fläche auch Eberstaller als in Entwicklung begriffen bezeichnete. Vortragender demonstrierte das Bild des Gehirns auch durch Photographien und Diapositive.

2. Dr. Paul Ranschburg und Rudolph Báhut halten unter dem Titel „*Exacte Forschungen über die Psychophysiologie der Greise*" einen Vortrag. Ranschburg mass mit präcisen Apparaten und Methoden erst an jungen Leuten die Zeitdauer der verschiedenen einfacheren und complicierteren geistigen Thätigkeiten, dann untersuchte er in Gemeinschaft mit Báhut die Zeitdauer derselben geistigen Thätigkeiten an 13 60—80jährigen körperlich gesunden Greisen im Ofner Armenhaus. Zur Grundlage der Untersuchung diente eine Messung mit der Pünktlichkeit von etwa 4500 Tausendstelsecunden. Die Durchschnittszahlen ergaben folgendes Resultat:

	bei Greisen	bei Jungen	Differenz
Dauer der einfachen Gehörsreactionen . .	193 Sec.	152 Sec.	21 Proc.
„ „ zusammengesetzten Gehörsreact.	368 „	249 „	32 „
Reine psychische Dauer der Unterscheidung und des Wählens	175 „	97 „	44 „
Reactionen des Lesens (Sehens) einsilbiger Worte	924 „	757 „	18 „
Reactionen der Addierung einziffriger Zahlen	1366 „	1113 „	17 „
Reine Zeitdauer der Addierung	342 „	376 „	10 „
Dauer elementarer Urtheilsreactionen . .	1330 „	1047 „	21 „
Reine Zeitdauer elementarer Urtheile . .	355 „	289 „	19 „
Reactionen freier Ideenassociierungen . .	2447 „	1459 „	40 „
Reine Zeitdauer freier Ideenassociierungen	1523 „	701 „	54 „

Es ist also ersichtlich, dass die Dauer der sämmtlichen Reactionen bei Greisen um 17—40 Proc. länger ist, als bei jungen Leuten. Die einzige Ausnahme ist die Dauer der Addierung einziffriger Zahlen, wobei wir, nach Abziehen der zum Lesen benöthigten Zeit, bei Greisen eine kürzere Dauer erhalten, als bei den Jungen. Die Ursache davon liegt theils in der früheren Beschäftigung (Krämer, Wirth etc.) der untersuchten Greise, theils im niederen geistigen Niveau der untersuchten jungen Leute (Wärter). Die grösste Differenz ist bei der reinen Zeitdauer freier Ideenassociierungen zu beobachten: 54 Proc. auf Kosten der Greise. Die Untersuchungen beweisen, dass, obwohl unter den Jungen auch solche zu finden sind, deren geistige Handlungen langsamer sind, als diejenigen des einen oder anderen Greises, doch die Schnelligkeit der geistigen Thätigkeiten im 60.—80. Lebensjahre eine gewisse gesetzmässige Abnahme verräth.

3. Adolf Szili zeigt einen interessanten Fall der „*Haarbildung unter der Bindehaut des oberen Augenlides*", daran die Ansicht Eugen Szili's knüpfend, wonach der Ursprung des Gebildes auf das Epithel der Meibomschen Drüsen zurückzuführen ist.

Sitzung den 19. Dezember 1899.

1. Ludwig Thanhoffer demonstriert unter dem Titel „*Ueber die Anwendbarkeit der Projectionsapparate*" nach kurzer historischer Einleitung die in dem unter seiner Leitung stehenden II. anatomischen Institut befindlichen Projectionsapparate. Der eine stammt von der Wiener Firma Plössl, der andere von Zeiss aus Jena. Beide Apparate sind zur Projection von Photographieen, undurchsichtigen Gegenständen und mikroskopischen Apparaten gleichmässig geeignet. Jeder der Apparate hat seine guten und üblen Eigenschaften. Der Plössl'sche Apparat eignet sich ausgezeichnet zur Projection mikroskopischer Präparate und Photographieen; der Zeiss'sche ist zu mikroskopischen Projectionen weniger geeignet,

doch ist er hinsichtlich der Projection undurchsichtiger Gegenstände unübertrefflich. Der Zeiss'sche Apparat demonstriert grosse Gegenstände, menschliche Körperdurchschnitte, ganze Schädelschnitte, Pflanzen, kleine lebende Thiere etc. mit der grössten Pünktlichkeit in ihrer natürlichen Farbe und Plasticität, verzehrt weniger Strom, seine Anwendbarkeit ist viel einfacher und der Apparat selbst ist auch viel billiger.

Sitzungen im Jahre 1900.

A) Fachconferenz für Zoologie.

Sitzung den 5. Januar 1900.

1 Ernest Csiki zeigt in seiner „*Käfer aus der neuguineäischen Sammlung von Ludwig Biró*" betitelten Vorlesung zehn verschiedene in die Familie der *Endomychidaen* gehörige Arten. Unter diesen sind neu: das *Encymon Ercinae*, die *Saula Birói* und der *Stenotarsus Birói*. Interessant sind noch die bisher nur in je einem Exemplar gekannten und aus Neu-Guinea beschriebenen *Beccaria Wallacei Gosh.* und *papuensis Gosh.*-Arten, an die sich der *Dryastites borneensis* Friv. anreihte, welchen Johann Frivaldszky aus der Insel Borneo beschreibt, wo ihn Johann Xántus gesammelt hat; Ludwig Biró fand ihn aber auch am Singapore.

Derselbe bespricht unter dem Titel: „*Neue Endomychidaen in der Sammlung des Nationalmuseums* 6 Arten, nämlich die folgenden: *Mycetina cruciata o. balcanica* (Balkan), *chycetina montana* (Ostindien, Dasjiling); *Prycherus elegans* (Kamerun, Lehrdorf), *Haploscelis nitidus* und *madagassus* (Madagaskar); *H. nossibianus* (Nossi-Bé).

2. Eugen Daday bespricht die Resultate, die durch das Studium des im Bugayer See gesammelten mikroskopischen Materials erreicht wurden. Der See befindet sich im Besitze der Stadt Kecskemét. Er notierte im ganzen 69 Arten, von welchen 58 auch in andern Gegenden des Landes gedeihen, 11 Arten sind jedoch bisher nur von hier bekannt. Unter diesen Arten befinden sich auch neue, nämlich: die *Paracandona hungarica* und die *Lymnicythere hungarica*.

3. Géza Entz macht die „*Études sur la Faune des mares salées de Lorrain*" (Paris 1899) betitelte Abhandlung M. R. Florentin's bekannt, welche anknüpfend an die Behandlung der lothringischen Kochsalzseen sich mit der bisher noch nicht gelösten Frage beschäftigt, woher diejenigen Seeprotisten stammen, die aus den Salzseen in Algier, Lothringen, Siebenbürgen und Süditalien bekannt sind? Diese Frage lösend beschäftigt er sich zuerst mit der Entstehung der Binnensalzseen und gelangt zu dem Resultat, dass ausser den südrussischen Limanen, welche Meerüberreste sind, die anderen Binnenlandsalzseen, und zwar die algierischen, lothringischen und siebenbürgischen Binnenwässer lokaler Entstehung sind, deren Fauna keinesfalls oceanischen Ursprungs sein kann, sondern aus von

süssen Wässern eingewanderten und unter der Wirkung des Salzwassers verwandelten Arten besteht. Was die Entstehung der siebenbürgischen Salzseen betrifft, so hat Florentin jedenfalls Recht, aber Vortragender findet die Erklärung des Ursprunges der Fauna für nicht annehmbar und trachtet durch ausführliche Erörterungen zu beweisen, dass die Seeprotisten der Salzwässer in gewissem Sinne zur relicta fauna gehören. Es ist nach seiner Auffassung nicht nur hypothetisch, sondern anders gar nicht denkbar, als dass das Meer in jenen Gebieten, in welchen jetzt Salzwässer sind, nach seinem Rückzug oder nach seiner Abnahme kleinere oder grössere Salzseen zurückgelassen hat, in welchen diejenigen Protisten, die sich an die veränderten Verhältnisse gewöhnen konnten, ihre Existenz fortsetzten und sich so eine relicte Fauna entwickelte, zu deren Seeprotisten sich immer mehr und mehr süsswässerige Einwanderer gesellten. Diese zurückgelassenen (relicta) Seen trockneten zwar mit der Zeit aus, aber bei ihrem Austrocknen entstanden schon aus dem in den tieferen Theilen der Salzgebiete angesammeltem Regenwasser oder aus den vom Salzboden entspringenden Quellen Salzseen nicht zurückgelassenen Ursprunges, welche indirect oder direct ihre Seeprotisten aus den relicten Seen empfingen.

Eugen Csiki erinnert hieran anknüpfend an die südrussischen Limanen, die ihr Wasser noch jetzt aus dem Schwarzen Meer bekommen. Beim Kaspischen See ist nur das untere Zweidrittel Meer, das obere Drittel ist das Wasser der Wolga. Von den mittelasiatischen Wässern fand er nur das Cherminczagan salzig, welches ein Bodenwasser ist.

Nach Josef Mallász können die Dévaer Salzpfützen keine Relicten sein, da hier das aus dem Berge sprudelnde Wasser das Salz auflöst.

Sitzung den 9. Februar 1900.

1. Stephan Rátz bespricht aus Neu-Guinea stammende Eingeweidewürmer. Er spricht über die Isolierung der Cestraenarten und über die *Ichthyotaenien*. Er macht die *Ichthyotaenia Birói*, die *Icht. saccifera* und die *Icht. tonocephala* bekannt, die sämmtlich neu sind.
2. Géza Horváth spricht über den *Pterichlorus longipes* und führt dessen grosses Eierlegen vor.
3. Eugen Daday liest seine Vorlage über den *Carassius bucephalus* vor, in welcher er constatiert, dass diese Art, wie sie in unserm Lande vorkommt, J. Heckel beschrieb.

Ludwig Méhely bemerkt, dass Smitt im Jahre 1895 diese Art als synomym bezeichnete und dass er auch in dieser Richtung vorwärtsschritt.

Kornélius Chyzer erzählt, wie er zur Uebersetzung der J. Heckel'schen Arbeit gelangte und empfiehlt, dass unsere Ichthyologen den Hévvizer See besuchen mögen und so über den *C. bucephalus* entscheiden sollen.

Sitzung den 6. April 1900.

1. Alexander Mocsáry macht die im Besitze des Nationalmuseums befindlichen Exemplare der *Troides*-Schmetterlingsart bekannt und daran anknüpfend bespricht er den Lebens- und Entwicklungsgang dieser Schmetterlinge. Er behandelt und zeigt die neue durch L. Biró gesammelte *Troides Elisabethae*-Art, welche in Erinnerung an weil. die Königin Elisabeth G. Horváth und A. Mocsáry beschrieben haben. Ausserdem erwähnt er einige interessante Varietäten, welche ebenfalls L. Biró in Neu-Guinea gesammelt hat.
2. Ernst Csiki wirft — als Einleitung — einen kurzen Rückblick auf die sich auf die vaterländischen Käfer beziehende Literatur und bespricht hauptsächlich die Daten, welche die *Cicindela*-Arten behandeln. Auf Grund seiner Studien machte er mehrere auf die *Cicindela*-Art bezügliche corrigierende Bemerkungen und theilt ausserdem Daten mit, welche sich auf die vaterländische Verbreitung von mehreren dieser Arten beziehen. Zur Ergänzung seines Vortrages zeigt er die charakteristischen Exemplare und Zeichnungen der vaterländischen Arten.

   Géza Entz stellt eine Frage betreffs des Vorkommens der *Cicindela elegans*.

   Nach Ernest Csiki hat man die *Cicindela elegans* unter mehreren Benennungen beschrieben, sie ist eigentlich die *Cicindela sigmatophora* Fisch. und gedeiht in der Umgebung der Siebenbürgischen Salzwässer.
3. Joseph Mallász spricht über die unter den Exemplaren der Carabus obsoletus-Art vorkommenden Varietäten und mit deren kurzem Vergleichen würdigt er ihre Bedeutung. Im Zusammenhange zeigt er auch die betreffenden Exemplare.
4. Victor Szépligeti skizziert den Stand der Kenntnisse über die Familie der *Braconidae* Hymenoptera. Er weist auf die Schwierigkeiten hin, mit denen die Bearbeiter der *Braconiden* kämpfen müssen und giebt einen kurzen Ueberblick der diesbezüglichen Literatur. Bisher sind aus unserm Lande 155 Arten bekannt. Er stellt eine Tabelle zur Bestimmung der bisher bekannten Arten zusammen.
5. Zoltán Szilády bespricht das Formaldehyd. Er trägt die Geschichte seiner Entdeckung vor, spricht über seine Wirkung und über seine das Verfaulen hindernde Eigenschaft. In unserer Literatur wies J. Szakáll zuerst auf die Brauchbarkeit des Formaldehyd bei der Verfertigung von Präparaten hin; aber auch Ludwig Méhely und Ludwig Biró beschäftigten sich mit dieser Frage. Im Jahre 1896 wurde aus den durch Formaldehyd conservierten Präparaten eine Ausstellung arrangiert. Er stellt die Resultate seiner eigenen Experimente dar und spricht über die guten und schlechten Eigenschaften des Formaldehyd.

   Kornélius Chyzer bemerkt, dass L. Biró viel mehr gesammelt hätte, wenn er kein Formaldehyd gebraucht hätte; er liebt diese Flüssigkeit nicht.

Ludwig Méhely verspricht, dass er demnächst seine diesbezüglichen Erfahrungen vortragen wird. Nach seiner Meinung ist das Formaldehyd zum Fixieren vortheilhaft, aber zum Conservieren nicht geeignet.

Géza Entz erklärt es als ein ausgezeichnetes Mittel für die Conservierung der Protozoen.

Stephan Rátz empfiehlt das Formaldehyd sehr beim Verfertigen anatomischer Präparate und trägt einige Modificationen des Verfahrens vor. Man muss die Präparate aus dem Formol in Alkohol, von da in glycerinartige Salzlösungen legen.

Sitzung den 11. Mai 1900.

1. Alexander Mocsáry hält einen Vortrag „*Ueber die schönsten Bienenarten*". Er trägt vor, welche verschiedenen Farben und Farbenvariationen bei den Bienen vorkommen können; die grüne Farbe ist selten, aber desto häufiger das Metallgrün und das Goldgrün. Er bespricht die Lebensweise und den Nestbau der buntfarbigen Bienen und führt gleichzeitig mehrere glänzende Bienenexemplare vor.
2. Stephan Rátz macht zwei neue *Dipylidia* bekannt und führt sie vor. Einleitend erwähnt er die bisher bekannten Arten dieses Genus. Er beschreibt die neuen *Dipylidia sexcoronata-* und *D. Örley*-Arten. Bisher sind zusammen 10 *Dipylidium*-Arten bekannt, von denen nur drei in unserem Lande vorkommen.
3. Ernest Csiki macht die zoologischen Daten des „*Die Pusztenflora der grossen Ungarischen Tiefebene*" betitelten Werkes von F. Woenig bekannt und demonstriert die Oberflächlichkeit und Unrichtigkeit der meisten Daten.
4. Koloman Kertész bespricht das Werk E. Ficalbi's: „Venti specie di zanzare (Culicidae) etc.", welche zuverlässige Tabellen zur Bestimmung der Arten enthält.

B) Fachconferenz für Botanik.

Sitzung den 10. Januar 1900.

1. Karl Schilberszky hält einen Vortrag „*Ueber die pfirsichförmige Mandelfrucht*", zu welchem eine Mandelfrucht, die die Gestalt eines Pfirsichs hatte und im Herbst durch ein Vereinsmitglied eingeschickt wurde, Anlass gab; der Baum soll sich, wie der Einsender angiebt, in einem in nordöstlicher Richtung gelegenen Garten des Ofner Festungsberges befinden; er hat immer nur normale Mandelfrüchte getragen, und im Jahre 1899 nahmen seine sämmtlichen Früchte die Gestalt des Pfirsichs an. Schilberszky erwähnt, dass dieses Phänomen wahrscheinlich die Folge von gekreuzter Bestäubung sein kann, da ähnliche Fälle auch an andern Pflanzen, resp. Bäumen bekannt sind.

Julius Klein hat auch im Laufe des verflossenen Herbstes aus der Umgebung von Budapest eine ähnliche Frucht erhalten und ist auch geneigt als Begründung die Wirkung des Bestäubens, resp. der Befruchtung anzunehmen.

2. Schilberszky trägt „*Die Angelegenheit der Ausrottung der Nessel*" vor, welche Angelegenheit in Form einer Anfrage von der Sebes-Köröser Wasserregulierungsgesellschaft angeregt wurde. Die Schutzdämme der Gesellschaft sind aus sandigem, schlammigem Material gebaut, auf welchem eine üppige Flora entstanden ist. Unter anderm vermehrte sich die Nessel in dem Maasse, dass die Oberfläche der Dämme sich vom Standpunkte der Verwerthung als ganz unmöglich erwies. So entstand die Frage, wie man da die Nessel mit wenig Kosten ausrotten könnte. — Nach kurzem Gedankenaustausch hat die Fachsection mit der Beantwortung der Frage Karl Schilberszky und Ludwig Thaisz betraut.

3. Alexander Mágócsy-Dietz legt unter dem Titel: „*Neue Erscheinungen in der Literatur*" mehrere botanische Werke vor. — Aus Anlass des Erscheinens und der Vorlage des Werkes: „*Die Flora des Esztergomer Comitates*", verfasst von dem Nestor unserer vaterländischen Botaniker Alexander Feichtinger, beschliesst die Fachsection auf Antrag von Moritz Staub einstimmig, dass dem Verfasser ein Begrüssungsschreiben mit den Unterschriften der anwesenden Mitglieder der Fachsection zugesendet werde.

Sitzung den 14. Februar 1900.

1. Alexander Mágócsy-Dietz trägt die unter dem Titel: „*Beiträge zur Kenntniss unserer Pilze*" eingesandte Mittheilung von Ladislaus Hollós vor, in welcher Hollós aus mehreren vaterländischen Gegenden stammende Gasteromycetesarten bekannt macht, unter welchen sich viele für unser Land noch neue Arten befinden.

2. Alexander Mágócsy-Dietz giebt folgende Erklärung: „In der am 17. October 1899 gehaltenen Sitzung der botanischen Fachsection habe ich auf Wunsch von Aladár Richter, des Professor-Stellvertreters der Botanik an der Klausenburger Universität, den Sonderabdruck seines im „Budapesti Szemle" erschienenen Artikels: „Unsere naturwissenschaftlichen Verhältnisse und das Ausland" unter den Mitgliedern der Fachsection vertheilt. Ich erklärte bei der Vertheilung, dass Richter die vaterländischen botanischen Verhältnisse viel schlimmer schildert, als dies nöthig. Diese Bemerkung wurde in der December-Nummer der Naturwissenschaftlichen Zeitschrift des Jahres 1899, pp. 726—727 publiciert. Richter erklärt in seinen an das Secretariat der Gesellschaft und auch in den an mich gerichteten Zeilen, dass „diese Bemerkungen überraschend klingen und rein persönlicher Beziehung sind". Diese Erklärung — da es mir fern liegt, unter den Botanikern eine Zwietracht wachzurufen — veranlasst mich zu folgender Bemerkung: Ich bedauere, dass meine Bemerkungen Richter

unangenehm berührten, da nicht nur alte Freundschaftsbande mich an seine Person knüpfen, sondern auch die Zuneigung, die ich für jeden, der an der Entwicklung unseres botanischen Wirkens mit solchem Eifer arbeitet, wie er, empfinde. Ich stimme mit ihm vollständig darin überein, dass bei uns auf dem Gebiete der Botanik, wie auch in der Wissenschaft im allgemeinen, viel zu schaffen ist. Aladár Richter wird meine persönliche Freiheit in dieser Sache wahrscheinlich in Ehren halten und auch ich kann ihn versichern, dass ich mit ihm Hand in Hand jetzt und auch in der Zukunft an der Beseitigung der verspürten Mängel und an der Entwicklung der vaterländischen botanischen Verhältnisse mit aller Kraft, mit ernster und stiller Arbeit, mit grösster Freude theilnehmen werde."

3. Ludwig Simonkai spricht unter dem Titel: „*Die Synonyme einer unserer vaterländischen Poa-Arten*" darüber, dass die Art der mit *Kitaibel Poa scabra* benannten und der in dem Wildenow'schen Herbarium im Original aufbewahrten Pflanze mit der vaterländischen *Poa pannonica* Kern-Art übereinstimmt, es ist sogar fast sicher, dass diese durch Kitaibel unterschiedene vaterländische Art dieselbe ist wie diejenige, welche durch Besser in Podolia im Jahre 1822 — viel später nach dem Tode Kitaibel's — *Poa versicolor* benannt wurde.

Sitzung den 14. März 1900.

1. Andreas Kibacska führt die zur Demonstration der Assimilation und des Athmens dienende Phosphorprobe vor.
2. Eugen Bernátsky fand in der Tátra den mit *Absidia septata V. Thight* benannten Pilz, führt ihn als eine für unser Land neue Pilzart vor und macht gleichzeitig deren generische und specifische Kennzeichen bekannt und hebt ihre Abweichung von den andern Mucorarten hervor.
3. Präsident legt den Dankbrief Alexander Feichtinger's für die Begrüssung der Fachsection vor.

Sitzung den 4. April 1900.

1. Árpád Kardos bespricht unter dem Titel: „*Die Blumen und die Pflanzen in der türkischen Volksdichtung und in dem Volksglauben*" auf Grund der anlässlich seiner ostasiatischen Reise gesammelten Daten die symbolistische Bedeutung der Pflanzen und die volksthümliche Anwendung mancher Pflanzen zu medizinischen Zwecken.
2. Ludwig Fialowski würdigt in vergleichender Weise die Arbeit Alexander Feichtinger's: „*Die Verbreitung vornehmlich ungarischer Pflanzen und die in der Umgebung der Hauptstadt fehlenden Arten*" über die Esztergomer und die des Professors Ludwig Töke's über die Váczer Flora.

Sitzung den 9. Mai 1900.

1. Ludwig Fialowski macht unter dem Titel: „*Die Sternbergia mit der Blume der Zeitlosen*" die abweichenden Blumenconstitutionen der in der Um-

gebung der Hauptstadt beobachteten, gepflanzten und eingehend untersuchten *Sternbergia colchiflora W. Kit.* bekannt und zeigt hieran anknüpfend mit dem Grundriss der Blume andere interessante und lehrreiche photographische Aufnahmen.

2. Béla Kontur legt eine eingehende Studie L. S. J. Fonck's: „*Der Ysop in der heiligen Schrift*" vor, welche eine noch unentschiedene Frage behandelt, nämlich die Frage, was der Hysoppos der heiligen Schrift ist? Man erwähnt nicht weniger als 18 Pflanzenarten als solche biblische Hysoppen; so viel ist jedoch sicher, dass dabei nicht vom Linné'schen *Hysoppus officinalis* die Rede ist. Mit dieser Frage hat sich unter den vaterländischen Forschern Ludwig Haynald beschäftigt. Nach ihm ist der biblische Hysoppos und der *Capparis spinosa L.* dasselbe. Zuletzt hat der Jesuitenpater Fonck die ungefähr 300 Jahr alte, diesbezügliche Literatur einer Beurteilung unterzogen und beweist, dass der biblische Ysop nichts anderes sein kann, als das *Organum Maru L. var. sinaicum.*
3. Ludwig Simonkai hält unter dem Titel: „*Unsere halbblütigen Salbeiarten aus der Gruppe der Euplethiosphacen*" einen Vortrag. Vorausschickend, dass die meisten Arten des Salbeigeschlechts in der Familie der Labiatifloren enthalten und dass die Salbeien käferlockend sind, führt er aus, dass unsere in die Euplethiosphacegruppe gehörigen Salbeiarten mehrere Halbblut- (hybridische) Arten besitzen. Diese kurz würdigend, zeigt und charakterisiert er drei neue Halbblutarten.

Sitzung den 9. Juni 1900.

1. Ludwig Fialowski trägt über „*Gedeihende Feigenbäumchen am Blocksberge*" vor; er spricht über die am südlichen Abhange des Budapester Blocksberges unter natürlichen Verhältnissen gedeihenden Feigenbüsche. Die eingebürgerten Pflanzen verlieren jeden Herbst die Blätter und fangen erst Ende April zu knospen an, ihre Frucht reift, wenn der Herbst günstig ist und wird sogar auch geniessbar. Vortragender meint, dass diese Feigenbäumchen Reste einstiger türkischer Gärten sind und durch ihre constant gewordene Vanabilität Aufmerksamkeit verdienen. Er führt noch mehrere Photographien und diapositive Platten zur Demonstration seines Vortrages vor.
2. Ferdinand Filarszky's in der Angelegenheit des „*Alpinetum aus der Tátraer Gegend*" eingereichter ausführlicher Bericht wird durch Karl Schilberszky vorgelesen.
3. Karl Schilberszky liest die gemäss des früheren principiellen Uebereinkommens der Fachsection zusammengestellten Statuten für die „Botanischen Berichte" in ihrem ganzen Umfange vor.
4. Zuletzt wurden der dendrologische Garten, die Obstcolonie und die Treibhauspflanzen des botanischen Institutes besichtigt.

Fachconferenz für Chemie. — Mineralogie.

Sitzung den 30. Januar 1900.

1. August Detsinyi (als Gast) hält unter dem Titel: „*Neues Heizverfahren mit Gas*“ einen Vortrag. Das Leuchtgas mit Luft gemischt verbrennt er auf der Oberfläche von Ziegelstücken, die durch Erwärmung und mit Platin zur katalytischen Wirkung geeignet gemacht wurden. Nach seiner Meinung ist das Verbrennen ein vollständiges und die Brennproducte entfernen sich aus dem Ofen fast auf gewöhnliche Temperatur ausgekühlt. Er meint, dass bei diesem Heizverfahren die Verbrennungswärme in Vergleich zu den frühern Verfahren besser zu verwerthen ist, wenn es gelingt, für den Ofen eine zweckmässige Form zu erfinden.

   Vincenz Waitha prophezeit diesem Heizverfahren keine grosse Zukunft. Bei den Heizverfahren mit Gas wurde bisher auch immer danach gestrebt, dass die Verwerthung der Verbrennungswärme zu Gunsten des Heizens immer vollständiger werde und dieses Ziel hat man auch schon gehörig erreicht; hingegen weiss man bei dem Detsinyi'schen Verfahren noch nicht, ob die Verbrennung des Gases eine vollständige ist? wie lange der das Brennen vermittelnde Körper brauchbar ist? ob das Platin das Verfahren nicht theuer macht? Er hält es auch für eine ungünstige Eigenschaft, dass eine Vorwärmung des vermittelnden Körpers nöthig ist.
2. Béla Lengyel führt jenes Calciumcarbonat und jenes Strontium vor, welche er zur Pariser Weltausstellung sendet. Seine Präparate erregen durch ihre Menge mit Recht das Staunen und zeugen genügend dafür, dass, wenn die alkalischen Erdmetalle irgend welche praktische Bedeutung erhalten, ihre Herstellung in grosser Menge möglich ist.
3. Joseph Messinger antwortet auf die Arbeit von W. Fresenius und L. Grünhut, in welcher diese Autoren die Methoden zur quantitativen Bestimmung der Salicylsäure kritisierend, sein Verfahren verurtheilen. Er beweist mit neueren Experimenten, dass sein Verfahren, falls man die experimentellen Bedingungen erfüllt, ausgezeichnete Resultate ergiebt.
4. Joseph Nuricsán bespricht die Daten der chemischen Analyse der Málnáser „*Siculia-Quelle*“, aus denen hervorgeht, dass das Wasser der „Siculia-Quelle“ zu den salzigen Mineralwässern gehört und dass seine Zusammensetzung der des Gleichenberger Wassers ähnlich ist.
5. Johann Schürger macht in seinem über „*Das Calciumamalgam*“ gehaltenen Vortrage die Verfahren bekannt, mit welchen ihm gelungen ist, krystallinisches Calciumamalgam von constanter Zusammensetzung herzustellen und bespricht dessen physikalische und chemische Eigenschaften.
6. Emerich Szarvasy trägt unter dem Titel: „*Ueber die Elektrolyse der Nitrogen-Hydrogen-Verbindungen*“ darüber vor, unter welchen Bedingungen Ammonia, Hydrazin, Azoimid und deren Salze, sowie die Salze des Hydroxilamin in Lösungen so zerfallen, dass an den Polen die die Bestand-

theile bildenden Elemente nach dem in der Moleküle gegebenen Verhältniss auftreten.

7. Alexius Sigmond giebt unter dem Titel: „*Daten zu den Anbauungsbedingungen zweier landwirthschaftlicher Pflanzen*" Rechenschaft über die Studien, welche er mit Mais und mit Tabak ausführte und welche Aufschluss über die Düngerbedürfnisse dieser Pflanze geben.

Sitzung den 20. Februar 1900.

1. Sigmund Neumann trägt unter dem Titel: „*Die Erkennung gefälschter Federn*" vor, dass man die Federn mit Stärke, Mehl, Barium- oder Caliumsulfat fälscht, damit sie schwerer werden. Die Stärke kann man unter Mikroskop oder mit Jodreactionen leicht erkennen, aber auf die in Wasser nicht auflösbaren festen Theile kann man nur aus der Gewichtszunahme der Asche schliessen; zu letzterem Zwecke muss man mindestens 10 g Federn verbrennen. Da aber die Verbrennung so vieler Federn wegen des grossen Umfanges der Feder überaus schwierig ist, so ist es zweckmässig, die Federn mit Alkohol zu befeuchten, da sie so zusammenschrumpfen und das Verbrennen hierdurch auch in verhältnissmässig kleinen Platinschalen gelingt, wenn wir den Alkohol anzünden und nach dessen Verbrennen die Veraschung durch untere Erwärmung der Schale vervollständigen. Der Ascheninhalt der von Sand und erdigen Substanzen befreiten Feder ist ungefähr 4 Proc.; und wenn nur ein bisschen mehr Asche vorhanden ist, so ist die Feder schon verdächtig und aus der Vermehrung um 2 Proc. kann man ganz sicher auf das Gefälschtsein der Federn schliessen.
2. Ignaz Pfeiffer macht unter dem Titel: „*Die Controle der Feuerungsanlagen*" bekannt, wie man die Feuerung theils auf thermometrischem Wege, theils durch die Bestimmung der Quantität des im Rauchgas enthaltenen Kohlendioxyd controllieren kann.
3. Karl Than (Präsident) liest den Brief Vant Hoff's vor, in welchem dieser der Fachsection für die Begrüssung anlässlich seines 25jährigen Jubiläums dankt.

Sitzung den 27. März 1900.

1. Ludwig Ilosvay bespricht in seinem über „*Die Eigenschaften der mit Hydrasin hergestellten Ammonia-Cuprolösung*" gehaltenen Vortrag, dass es ihm nicht gelungen ist, aus verschiedenen Cuprisalzlösungen weder mit Hydrasindioxyd noch mit salzsäurigem oder schwefelsäurigem Hydrasin solche Cuprolösungen herzustellen, welche für das Acetylen gerade charakteristische Reagentien wären, wie die mit salzsäurigem Hydroxilamin reducierten Lösungen. Die mit Hydrasin hergestellten Ammonia-Cuprolösungen geben zwar mit Acetylen auch Niederschläge, aber dieselben sind braun oder rothbraun, woraus hervorgeht, dass sie entweder anderer Zusammensetzung oder isomer zu dem seiner Farbe nach bekannten Cuproacetylen sind. Es

ist jedoch interessant, dass man aus den mit Hydrasin hergestellten Cuprolösungen entweder direct oder nach Vermengung mit Alkalimetallhydroxydlösung und nach Erwärmung einen schönen, auf der Glasfläche gut klebenden Kupferspiegel absondern kann.

2. Béla Lengyel giebt unter dem Titel: „*Ueber das radioactive Barium*" einen vorläufigen Bericht über diejenigen Studien, die er an Barium- und Uranverbindungen deshalb unternahm, damit er die Radioactivität des Bariums herstellen könne. Er kann gemäss seinen bisherigen Untersuchungen annehmen, dass das Radium und das Polonium, welche chemisch wirkende Strahlen aussenden, keine Elemente sind und dass sie mit demjenigen radioactiven Barium in Verbindung stehen, welches er herstellte. Bisher hat er schon mehrere radioactive Bariumverbindungen hergestellt, deren Wirkung auf photographische Platten er auch vorführte.

   Vincenz Wartha erinnert an solche Eigenschaften der Oxydgemenge des Erdmetalls, welche bezeugen, dass Béla Lengyel guten Spuren nachgeht.

   Alois Schuller ergänzte die vorgetragenen Erscheinungen der Radioactivität mit beachtenswerthen Bemerkungen.

3. Arthur Zaitschek trägt kurz den Inhalt einer in Verbindung mit Isidor Weiser verfassten Arbeit: „*Ueber die Bestimmung des Stärkeinhaltes des Futters*" vor. Der Werth der Arbeit wird dadurch erhöht, dass die Autoren solche Umstände berücksichtigen, welche die bisher bekannten Verfahren unverlässlich machten.

Sitzung den 27. April 1900.

1. Joseph Loczka berichtet über die chemische Analyse zweier *Magnesit*- und einer Bronzeantiquität. Das eine Magnesit war durch seinen reichen Eiseninhalt interessanter. Der Bronzgegenstand stammte vom Grunde der Donau und enthielt ziemlich viel Zinn und Zink und glich dadurch dem Messing.

2. Emerich Szarvasy spricht über „*Die Herstellung der Nitrogenhydride*". Er macht diejenigen Verfahren bekannt, welcher er sich bei der Herstellung des freien Hydroxylamins, des freien Hydrasins und des Asoimids bediente und trägt ausführlich vor, wie er das Verfahren von Wislicenus dahin modificierte, dass man das Natriumasoimid leicht in grösseren Quantitäten herstellen könne.

3. Ludwig Winkler trägt unter dem Titel: „*Die Bestimmung von Meniscuscorrectionen*" vor, wie er die Meniscuscorrectionen macht. Bunsen verfuhr so, dass er die Wölbung des in das Messglas gegossenen Quecksilbers mit Mercurichloridlösung horizontal machte und die Höhendifferenz zwischen der Wölbung und der Horizontalen ablas. Winkler füllt Glasröhren von verschiedenem Durchmesser und verschieden geschliffenen Enden mit Quecksilber, dann drückt er das Quecksilber herab, bis es horizontal liegt und liest jetzt die Höhendifferenz zwischen dem Ende

der Röhre und der durch die hervorstehende Wölbung des Quecksilbers gedachten horizontalen Höhe ab. Zwischen den Daten von Bunsen und Winkler zeigen sich keine grösseren Abweichungen.

4. Präsident Karl v. Than legt die bisherigen Uebereinkommen der *Internationalen Atomgewichtcommission* vor. Diese sind die folgenden: 1. Die ungarische Section, die Interessen der Anwendungen vor Augen haltend, stimmt dazu bei, dass bei der Berechnung der Atomgewichte zur Einheit das Atomgewicht des Oxygen: 16 dienen soll. 2. Sie stimmt auch dazu bei, dass man bei der Auswerthung der Atomgewichte als Princip befolge, dass die letzte Ziffer bis auf eine Einheit sicher sei. 3. Sie hat beschlossen, dass in der Centralcommission die ungarische Section durch Karl v. Than vertreten sei.

Sitzung den 29. Mai 1900.

1. Arthur Klein macht in seinem Vortrage: „*Ueber die Aenderung der freien Energie in einigen schwer lösbaren Salzbildungen*“ bekannt, dass seine mit Cupro-, Silber- und Bleisalzen unternommenen Experimente eine neue Bestätigung für die Helmholtz'sche Theorie lieferten, nach welcher als Maass der chemischen Verwandtschaft nur die Verminderung der freien — in Arbeit umsetzbaren — Energie dienen kann, und also nicht die Reactionswärme, wie man dies früher glaubte. Während seiner Untersuchungen fand er neben andern interessanten Daten drei endothermische Reactionen, welche aus sich selbst hervorgehen.
2. Joseph Loczka macht die Daten der chemischen Analyse eines vom Botesberg stammenden Tetraëdrites bekannt.
3. Karl Zimányi trägt die krystallographischen Eigenschaften desselben Tetraëdrites vor. Die Goldminen des Botesberges befinden sich in den Sandsteinen der Karpathen; man findet ausser dem daselbst so besonders schön vorkommenden Hessit (Tellursilber) noch schön krystallisiertes Tetraëdrit, dessen Krystalle auf weissem oder halb durchsichtigem Quarz sitzen. Man konnte durch Messung insgesammt 12 Formen erkennen. Die Combinationen haben alle den Charakter des Tetraëders. Neben den allereinfachsten Combinationen sind auch solche, die sehr viele Seiten haben, auf welchen man 7—10 einfache Formen erkennen kann. Die Zwillingskrystalle sind seltener.

Facheonferenz für Physiologie.

Sitzung den 16. Januar 1900.

1. Franz Tangl bespricht unter dem Titel: „*Kalorimetrische Untersuchungen* (mit Vorführung der modificierten Berthelot-Mahler'schen kalorimetrischen Bombe)“ ausführlich die Verfahren, mit welchen man die Berthelot-Mahler'sche Bombe zu physiologischen Untersuchungen verwerthen kann. Mit solchen kalorimetrischen Messungen kann man den Energiewechsel

der Organisation pünktlich bestimmen, besonders, wenn wir damit zusammen auch den Stoffwechsel beobachten. Vortragender führt einige Resultate der an Ochsen und an Geflügel unternommenen kalorimetrischen Untersuchungen vor.

2. Dr. Samuel Scheiber führt unter dem Titel: „*Beiträge zur Anatomie und zur physiologischen Function des musculus sternocleidomastoideus*“ aus, dass hinsichtlich der physiologischen Function des sternocleidomastoideus die Anatomen und die Kliniker principiell abweichende Ansichten haben. Erstere lehren in neuerer Zeit, dass der sternocleidomastoideus bei seiner beiderseitigen Function den Kopf nach hinten und nicht wie man früher glaubte nach vorn und nach unten zieht, und dass so sein alter Name: „Kopfnicker“ nicht entsprechend ist. Duchenne hat schon vor längerer Zeit festgestellt, dass er mit seiner beiderseitigen Function den Kopf aus seiner geraden Stellung nach vorn und nach unten zieht und wenn der Kopf schon in einer nach hinten gebeugten Lage ist, denselben noch mehr nach hinten beugt. Bei seiner einseitigen Funktion beugt er aber den Kopf immer nur nach vorn und nach unten. Diese Meinungsverschiedenheiten veranlassten Scheiber, dass er die Frage eingehend untersuchte; über seine diesbezüglichen Forschungen gab er der Fachsection Rechenschaft.

Sitzung den 15. Mai 1900.

1. Franz Tangl trägt „*Ueber die Arbeit des senilen Herzens*“ vor. Das eine Hauptresultat seiner Untersuchungen ist, dass die Arbeitskraft des senilen Herzens bei normalen Verhältnissen die vorkommenden Hindernisse zu überwältigen fähig ist und die Function des Herzens ist dementsprechend compensiert. Die Herzthätigkeit reicht beim Vollführen grösserer Muskelarbeit nicht aus und es treten die auf die Gefriermethode der Incompensation beruhenden Erscheinungen, manchmal begleitet von den klinischen Symptomen der Incompensation, in den Vordergrund. Auch unterscheidet sich das senile Herz von dem hypertrophischen und vom gesunden Herzen, da es entweder keine Ersatzkräfte zur Vollführung äusserer Arbeit zur Verfügung hat, oder diese Ersatzkräfte nur in überaus schwachem Maasse besitzt. Die im senilen Herzen mehr oder weniger immer vorhandenen organischen Veränderungen binden den grössten Theil des vorhandenen Energiegehaltes und so bleibt für die äussere Arbeitsleistung wenig Energie übrig. Wenn aber trotzdem zur äusseren Arbeit der grösste Theil der vorhandenen Energie benutzt wird, so ist das Herz zur Aufrechterhaltung der Blutcirculation unfähig, da es über genügende Energie nicht verfügt. Es ist weiterhin zu beachten, dass im Greisenalter die Gesammtenergie des Körpers schon infolge der mässigeren Ernährung abnimmt. Jede Veränderung im Herzen beansprucht vom Herzen grössere Arbeitsleistung. Also ist im Greisenalter, da diese Veränderungen nie fehlen, jedenfalls mit 57 kgmm mehr Arbeit nöthig, dass das Herz das

Blut durch das Herz durchtreiben soll. Das Herz muss um so grössere Arbeit leisten, je grösser seine Veränderungen sind und je grössere Arbeit infolgedessen zur Bekämpfung der Herzhindernisse benöthigt wird. Die Arbeitsvergrösserung ist bei kleinen Veränderungen gering und der Zustand des senilen Herzens ist nur wenig ungünstiger als der des gesunden Herzens. Eine solche Person verträgt die Arbeit schwerer als eine gesunde, obzwar bis zu einem gewissen Grade der grössere Energiebedarf mit bedeutender Ernährung zu ersetzen ist. Sehr grosse Herzveränderungen machen die Verrichtung jeder äusseren Muskelarbeit unmöglich. Weiterhin ist es festgestellt, dass die Endoarteriitis der Adern im Greisenalter zur Bewältigung der im ganzen Adersystem vorhandenen Hindernisse einer grösseren Arbeit bedarf als 758 kgmm, welche beim gesunden Herzen schon ausreichend ist.

2. Ladislaus Jacob spricht über „*Die Temperatur der alten Personen unter gesunden und kränklichen Umständen*“. Nach einer kurzen Erörterung der Bedeutung der Thermometrie und der bisherigen Untersuchungen weist er darauf hin, dass es bis zum heutigen Tage nicht festgestellt ist, welche die obere Grenze der physiologischen Temperatur ist, und dass, obzwar sich bei mittelalten Personen viele mit dieser Frage beschäftigten, die Sache bei älteren Personen noch weniger aufgeklärt ist. Wunderlich nimmt an, dass die Temperatur der alten Personen etwas höher ist als die der mittelalten, hingegen hat Vortragender für dieselbe nach seinen im Ofner Armenhause unternommenen Experimenten das Gegentheil gefunden; er fand, dass bei über 60 Jahre alten Personen das tägliche Maximum der Temperatur 37° C. nicht erreicht, also wenn diese höher ist, sie als fieberisch zu betrachten ist. Es ist bei der im Vergleich geringen Oscillation auffallend, wie oft der typus inversus bei Greisen vorkommt: das Maximum am Morgen und das Minimum am Abend.

Diejenigen physiologischen Wirkungen, welche die Temperatur wesentlich beeinflussen, wie z. B. die Arbeit, verursacht bei Greisen unter denselben Umständen viel kleinere Veränderung der Temperatur als bei mittelalten Personen.

Vortragender bespricht dann die unter krankhaften Verhältnissen eintretenden Abweichungen. Die fieberische Temperatur der alten Personen erreicht selten einen sehr hohen Grad, hingegen kommt der Collapsus, die bedeutende Abnahme der Temperatur, häufig vor.

Er erwähnt die im Ofner Armenhause gemachte interessante Erfahrung, dass, während in der Umgebung viele typhus abdominalis-Fälle vorkamen und sogar ein Diener des Hauses daran starb, unter den Alten überhaupt kein Typhusfall war.

Endlich weist er darauf hin, dass die Schnelligkeit des Pulsschlages der Alten mit der Temperatur nicht in jenem Verhältniss steht, welches man bei den mittelalten Personen findet; sie ist gewöhnlich kleiner und

die Schnelligkeit des Pulsschlages ist das Symptom der für die fieberischen Krankheiten grössten Gefahr: der Schwäche des Herzmuskels.

3. Géza Kövesi hebt in seinem Vortrage: „*Ueber den Eiweissstoffwechsel im Greisenalter*" jene Mängel hervor, welche in der Lehre über den Eiweissstoffwechsel zu finden sind. Hauptsächlich ist die sehr wichtige Frage, in welchem Maasse die im Greisenalter zu beobachtenden atrophischen Processe durch die Veränderung, eventuell durch die Störung des Stoffwechsels beeinflusst sind, noch unaufgeklärt. Diese Mängel machen das exacte Studium des Stoffwechsels im Greisenalter erforderlich; diesen Zweck verfolgte der Vortragende für den Eiweissstoffwechsel und fand wesentliche Abweichungen gegenüber dem normalen Nitrogenstoffwechsel.

Die Absorption, d. h. die Ausnützung der Eiweissstoffe litt in der Darmröhre gar nicht, da die Quantität des täglich mit dem Darmkoth ausgeleerten Nitrogens zwischen 3—5 g schwankte. Das Rubner'sche Gesetz, nach welchem der Caloriebedarf des menschlichen Organismus von der Grösse der Körperoberfläche und deren Verhältniss zu einander abhängen soll, verliert im Greisenalter seine Gültigkeit, da die untersuchten Personen bei täglicher Einnahme von 30 g Eiweiss (25 Calorien per Kilo) nicht nur in Nitrogengleichgewicht kamen, sondern es war auch Eiweisszurückhaltung mit Körpergewichtzunahme vereint zu beobachten.

Vortragender führt auf Grund seiner experimentellen Resultate aus, dass sowohl der Eiweissbedarf, wie der Caloriebedarf des senilen Organismus bedeutend abnahm. Demzufolge zeigt der Eiweissstoffwechsel im Greisenalter nur quantitative, aber keine qualitativen Unterschiede.

Diese Abweichungen vom Normalen beweisen die Veränderungen in den biologischen Verhältnissen des senilen Zellenprotoplasmas, nämlich die Eiweiss auflösende Befähigung des letztern nahm bedeutend ab, und dieser Umstand spielt beim Hervorbringen der atrophischen Processe im Greisenalter eine erhebliche Rolle.

E) Conferenz der vereinten Sectionen.

Sitzung den 17. October 1900.

1. Alexander Kalecsinszky trägt über „*Die Messung hoher Temperaturen*" vor und zeigt gleichzeitig die hierfür dienenden Apparate.

Sitzung den 21. November 1900.

1. Dr. Paul Ranschburg (Nervenarzt) hält über „*Die Untersuchung der Erinnerungsfähigkeit*" einen Vortrag und führt den Apparat vor, welchen er zu diesem Zwecke construierte. Seine Untersuchungen führen die exacte Messmethode auch in den die Erinnerung behandelnden Theil der Psychophysik ein.

JAHRESBERICHT DES GENERALSECRETÄRS COLOMAN VON SZILY.

(Gelesen in der Generalversammlung vom 6. Mai.)

Die ungarische Akademie der Wissenschaften hat im Jahre 1899 im ganzen 39 öffentliche Sitzungen gehalten, und zwar 26 Klassensitzungen, 12 Allgemeinsitzungen und eine Generalversammlung. Die Zahl der Vorlesungen betrug 93.

Der grösste Theil dieser Vorlesungen (52), mehr als die Hälfte des ganzen, fällt auf die III. Klasse. Aus dem Gebiete der Mathematik hielten unsere Collegen Julius König, Josef Kürschák und Gustav Rados Vorlesungen; aus dem der Physik und Chemie Rudolf Fabinyi, Isidor Fröhlich, Wilhelm Hankó, August Heller, Ludwig Ilosvay, Rudolf Kövesligethy, Paul Plósz und Alois Schuller; aus dem der Zoologie: Eugen Daday und Alexander Mocsáry; aus dem Gebiete der Botanik Julius Klein, Alexander Mágócsy-Dietz und Moritz Staub; aus dem der Mineralogie und Geologie Josef Krenner und Ludwig Lóczy; aus dem Gebiete der ärztlichen Wissenschaften Árpád Bókay, Anton Genersich, Andreas Högyes, Karl Kétly, Karl Laufenauer, Adolf Ónodi, Wilhelm Schulek und Ludwig Thanhoffer. Auf das technische Gebiet entfiel nur eine Vorlesung, und zwar der Antrittsvortrag unseres Collegen, Architekt Professor Emerich Steindl, über das grösste Werk seines Lebens: „Unser neues Parlamentshaus."

In den Sitzungen der ersten Klasse hielten unsere Collegen Josef Bayer, Zsolt Beöthy, Johann Csengeri, Julius Gyomlay, Franz Kozma, Ignatz Kunos, Albert Lehr und Aron Szilády aus dem Gebiete der schönen Wissenschaften und der Literatur Vorträge, als Gäste Árpád Kégl und Johann Váczy. Diese Vorträge bezogen sich natürlicherweise hauptsächlich auf die ungarische Literatur und auf solche Werke fremder Sprachen, welche in ungarischer Uebersetzung erschienen sind. Ebenso waren die Vorträge unserer Collegen Ignatz Halász, Ignatz Kunos, Sigmund Simonyi, Emil Thewrewk von ponor, Julius Zolnay und Johann Melich dem Gebiete der ungarischen Sprachwissenschaft entnommen, während der Antrittsvortrag des ord. Mitgliedes Anton Bartal sich auf die lateinische Sprache in Ungarn bezog.

Die II. Klasse hatte im vergangenen Jahre weniger Vorträge als gewöhnlich auf die Tagesordnung gesetzt. Der grösste Theil dieser Vorlesungen war der allgemeinen Geschichte oder der Kulturgeschichte gewidmet, so die Vorträge von Ignatz Acsády, Alfred Ballagi, Remigius Békefi, Johann Karácsonyi, Heinrich Marczali, Florian Mátyás, Leopold Óváry, Julius Schwarcz, Karl Tagányi, Gabriel Téglás und Eduard Mahler, und nur der Vortrag unseres Collegen Zoltán Ráth war dem Gebiete der Socialwissenschaft entnommen.

In den Ausgaben unserer Akademie sind 48 Werke erschienen, welche 885 Druckbogen umfassten. Hier kann ich natürlich nur einige erwähnen. Das Ehrenmitglied Karl Szász vollendete sein grosses Unternehmen, die Uebersetzung von Dante's „Göttlicher Komödie", indem er mit dem, im vorigen Jahre erschienenen dritten Theil „Das Paradies" dies unsterbliche Werk in ungarischer Sprache, in der dem Originale gleichen Versform, vollendete. Von dem preisgekrönten Werke des Professors Béla Jánossy „Zur Geschichte der Aesthetik" ist der erste Theil, welcher die Aesthetik der Griechen enthält, erschienen. — Aus dem Briefwechsel Franz Kazinczy's, dieser wichtigen Forschungsquelle unserer Literaturgeschichte, ist der IX. Band, von Johann Váczy redigiert, erschienen. — „Das Archiv des ung. königl. Patronatsrechtes" von dem ord. Mitglied Wilhelm Fraknoi. — Von dem ord. Mitglied Emerich Hajnik: „Die Organisation der ungarischen Gerichtsbarkeit und die Processordnung unter den Königen aus dem Hause der Arpáden und deren Nachfolgern". Es ist dies nicht nur ein juridisches Werk wie man es auch in der Literatur des Auslandes kaum findet, sondern es gewährt uns auch in unsere Staatsorganisation und unser Regierungssystem im Mittelalter einen tiefen Einblick und ist uns ein Schlüssel zum Verständniss unserer Staatsarchive. — „Die Gesetze der Debrecziner und Sárospataker reformierten Hochschulen im XVII. Jahrhundert" von dem corresp. Mitglied Remigius Békefi, sind ein wichtiger Beitrag zu unserer Kulturgeschichte. — Von Ladislaus Réthy corresp. Mitglied ist das erste Heft des ersten Bandes der Numismatik, welche sich mit dem Zeitalter der Könige aus dem Hause der Arpáden beschäftigt, erschienen; des raschen Absatzes dieses Heftes halber mussten neue Exemplare nachgedruckt werden. — Von den auf den Lebenslauf Nikolaus Zrinyi's, des Helden von Szigetvár bezüglichen Briefen und Dokumenten ist der II. Band unter der Redaction von Samuel Barabás erschienen. — Das preisgekrönte Werk Geyza Ferdinandy's: „Die goldene Bulle." — „Die Geschichte des Unterrichtswesens in Ungarn zur Zeit Maria Theresia's" von Ernst Finászy. — Nicht nur die I. und II., sondern auch die III. Klasse veröffentlichte Werke, welche das Interesse der weitesten Kreise erweckten, indem sie unter der Redaction von Franz Schmidt und Paul Stäckel den Briefwechsel zwischen Bolyai und Gauss — diesen zwei auf gleicher Höhe stehenden Geistesgrössen — von den Jahren 1797—1853 veröffentlichte; weiter erschien das preisgekrönte Werk von Wilhelm Hankó und Johann Gáspár: „Ueber die chemische Zu-

sammensetzung des ungarischen Weizens", welches eine Frage, die auch im Auslande viel erörtert wurde, entschied.

Auch kann ich die freudige Nachricht bringen, dass manches vor langer Zeit begonnene sehnlichst erwartete Werk vollendet wurde. Die neue Ausgabe der „Regeln der ungarischen Rechtschreibung" wird jetzt, nachdem die Meinungsverschiedenheit der I. Klasse und der sprachwissenschaftlichen Commission ausgeglichen ist, in nicht zu ferner Zeit vor die gesammte Akademie gelangen und im Herbste dieses Jahres erscheinen. — Nach Aufforderung des Herrn Ministers Julius Wlassisz und mit Hülfe des Ministeriums für Cultus und Unterricht hat die sprachwissenschaftliche Commission ein Wörterbuch verfertigt, welches den Zweck hat, die in den parlamentarischen Reden und in der Journalistik überwuchernden Fremdwörter auszurotten; mit der Redaction betraute sie Herrn Wilhelm Tolnai. Auch dieses Wörterbuch wird im Herbste dieses Jahres erscheinen.

Von dem *Wörterbuche der Gewerbe*, unter der Redaction des Johann Frecskay, sind 18 Hefte schon erschienen, und nach dem gegenseitigen Uebereinkommen des Autors und des Herausgebers wird das vollständige Werk zu Ende dieses Jahres das Licht der Welt erblicken. — Von dem grossen Werke unseres Collegen Anton Bartal, dem *Wörterbuche des Latein Ungarns*, welches nicht nur die heimischen, sondern auch die gelehrten Kreise des Auslandes mit Interesse erwarten, sind 30 Bogen schon ausgedruckt, welche von Seite des Herausgebers in der Heimath Ducange's bei Gelegenheit der Weltausstellung erscheinen werden. — Die Millenniumsausgabe der Akademie: *Die Quellen der Landnahme Ungarns* wurde, wie wenn das Schicksal es so gewollt hätte, erst heuer im Jahre des thatsächlichen Vollendens des tausendjährigen Besitzes, fertig. Für die auf 104 Bogen sich belaufende grosse Sammlung der Quellen hat die byzantinischen Heinrich Marczalli und Rudolf Vári, die orientalischen Graf Géza Kunn, die occidentalischen ebenfalls Heinrich Marczalli, die slawischen Quellen Vratiszlav Jagié und Ludwig Thallóczy, die heimischen endlich Ladislaus Fejérpataky und Heinrich Marczali und die heimathlichen Andenken aus der Zeit der Landnahme Josef Hampel aufgearbeitet. Die Redaction der Ausgabe aber haben der verstorbene Alexander Szilágyi und Julius Pauler übernommen. Jetzt ist nur mehr das Vorwort und das Inhaltsverzeichniss zu vollenden, so dass dies grosse Werk auch in kurzer Zeit erscheinen wird. Unser College Julius Pauler wurde damit betraut, ein Werk über „Das Zeitalter der Heerführer" zu schreiben; dies soll eine Ergänzung seiner Arbeit „Ueber die Könige aus dem Hause der Arpáden" bilden. Auch dies Werk ist schon unter der Presse und wird in der Reihe des dieses Jahr erscheinenden „Bücherausgabe-Unternehmens" (Könyvkiadó Vállalat) erscheinen.

Ich habe mich bemüht, meinen diesjährigen Jahresbericht so kurz als nur möglich zu fassen, und es ist nicht mein Fehler, sondern das Verdienst unserer Akademie und ihrer Mitglieder, dass dieser trotzdem etwas umfangreich wurde. Unser Zeitalter — das Zeitalter der Maschinen — ist geneigt

zu glauben, dass dort, wo kein Getöse zu hören ist, auch nicht gearbeitet wird; und doch zeitigt die stille das Getöse meidende Arbeit, wenn sie andauernd ausgeübt wird, ebensolche, ja sogar noch sicherere Früchte.

Das verflossene Jahr war nicht nur ein Jahr der Arbeit, es war auch ein Jahr der Feste. An den literarischen Festen war unsere Akademie überall vertreten. — Bei dem in Gran stattgefundenen Knauzfeste war unsere Akademie durch Anton Pór vertreten, bei der Enthüllung des Bessenyey-Monumentes in Nyiregyháza durch Zsolt Beöthy, bei der Enthüllung des Szilágyi-Monumentes durch Andreas György, bei Gelegenheit der Enthüllung der Gedenktafel für Albert Pálfy in Békés-Gyula durch Paul Gyulai, bei derjenigen, welche dem Andenken August Trefort's gewidmet ist, vertrat Géza Ballagi unsere Akademie, bei dem zu Ehren des serbischen Dichters Johann Ioanovics veranstalteten Jubiläum war Oskar Asbóth erschienen, zu dem elfhundertjährigen Jubiläum des Paulus Diaconus in Cividale wurde Leopold Ováry gesandt, bei der Enthüllung der Büste Gabriel Szarvas' in Budapest erschien Paul Gyulai als Stellvertreter des Generalsecretärs, bei der in Segesvár veranstalteten Petöfi-Feier war Michael Zsilinsky, bei der Budapester Petöfi-Feier Eugen Rákosi und Josef Bayer zugegen. Zu der in Nagyszalonta stattgehabten Eröffnung des Aranyzimmers erschienen Karl Szász und Josef Lévay; bei der in Eperies stattgefundenen Petöfi-Feier war unser Kollege Franz Herczeg erschienen, und bei dem in Rom zusammengetretenen orientalischen Congress repräsentierte unsere Akademie Ignatz Goldziher.

Doch wir haben auch traurige Tage zu verzeichnen, Tage, an welchen wir den Einen oder Anderen unserer abgeschiedenen Collegen zu Grabe tragen oder seinen Tod anzeigen mussten. Von den ordentlichen Mitgliedern sind Géza Mihalkovics und Julius Schwarcz gestorben, beide auf der Mittagshöhe ihres Wirkens. Beide hervorragende Gelehrte: der Eine auf dem Gebiete der Anatomie, der Andere auf dem der altgriechischen Geschichte. Der erstere baute mit den Werkzeugen der Forschung weiter fort auf dem festen Grunde, der letztere zertrümmerte mit den, durch die Induction der Dialektik ihm gebotenen Waffen das alte Gebäude, um an dessen Stelle ein neues aufzurichten. Die Wissenschaft nimmt aber nicht nur das Weiterbauen, sondern auch das Niederreissen, wenn dies im Interesse der Wahrheit geschieht, mit Dank an. Diesen Dank sprachen nicht nur wir in unseren Sitzungen aus, es gab diesem auch an der Bahre des Einen Professor Wilhelm Waldeyer, der Secretär der Berliner Akademie, Ausdruck.

Von den correspondierenden Mitgliedern sind drei gestorben: Justinian Hollósy, Abt von Dömölk, anfangs selbst ein fleissiger Arbeiter auf dem Gebiete der physikalischen Literatur, wurde er später, als hoher geistlicher Würdenträger, ein wahrer Beschützer der Wissenschaft; Béla Majláth, der einstige Custos der Bibliothek des Nationalmuseums, der sich mit Geschichte und Geologie erfolgreich befasste; und weit über dem Ocean, in einem

entfernten Welttheile, fand ein reich begabtes, jedoch trauriges Leben sein frühes tragisches Ende durch den Tod von Karl Pulszky.

Unter den auswärtigen Mitgliedern starben: Franz Bock, Abt von Aachen, Kunsthistoriker und der erste sachkundige Gelehrte, der die heilige ungarische Krone beschrieb; Robert Bunsen, der grosse Chemiker der Heidelberger Universität, dessen Name mit so vielen Entdeckungen eng verknüpft ist und dessen Andenken auch heute noch so viele Schüler dankbar bewahren; Berthold Capasso, italienischer Geschichtsschreiber, Präsident der Neapolitanischen Akademie; Ernst Kunik, russischer Staatsrath, der Geschichtsschreiber der mit der ungarischen Nation verwandten Völker; Anton Patterson, Professor der englischen Sprache an der Budapester Universität, welchen unsere Akademie wegen seiner in englischer Sprache geschriebenen Studien über Ungarn zu ihrem Mitgliede wählte.

Segnen wir das Andenken der Dahingeschiedenen und heissen wir die neu Angekommenen willkommen.

A. Vermögen der Akademie am 31. Dezember 1899.

I. Activum.

1. Werthpapiere	3 456 924	Kron.	24 H.
2. Gebäude der Akademie, Bibliothek, Einrichtung	2 000 000	„	— „
3. Aeussere Stiftungen	165 492	„	66 „
4. Rückständige Zinsen der obigen Fonds	1 276	„	16 „
5. Forderungen	155 133	„	68 „
6. Im Vorhinein für 1900 bezahlte Gebühren	4 279	„	35 „
7. Ausstehende Vorschüsse	2 007	„	98 „
8. Rückständige Hausmiethe	110	„	— „

II. Passivum.

1. Die von der Akademie verwalteten Fonds	355 273	„	32 „
2. Verschiedene Forderungen	87 018	„	72 „
3. Für das Jahr 1900 im Voraus bezahlte Hausmiethe	3 140	„	07 „
4. Gesammtvermögen	5 339 791	„	96 „

B. Ausgaben der Akademie im Jahre 1899.

1. Personalbezüge	60 796	„	40 „
2. Almanach, Anzeiger u. s. w.	8 810	„	36 „
3. I. Classe und deren Commissionen	33 961	„	86 „
4. II. „ „ „ „	69 294	„	68 „
5. III. „ „ „ „	32 759	„	64 „
6. Wörterbuch-Commission	6 317	„	60 „
7. Bücherausgabe-Unternehmungen	8 000	„	— „
	219 940	Kron.	54 H.

		219 940	Kron.	54 H.
8.	Für das Graf Széchenyi-Museum	1 105	„	22 „
8 a.	Ausgabe der Correspondenz Kazinczy's aus dem Kazinczy-Fonds u. a.	51 399	„	92 „
8 b.	Szinnyei: Biographien ungarischer Schriftsteller	2 400	„	— „
9.	Preise	10 511	„	22 „
10.	Budapesti Szemle (Budapester Revue)	8 000	„	— „
11.	Für ausländische Publicationen der ungarischen Literatur	1 948	„	— „
12.	Naturwissenschaftliche Berichte	3 000	„	— „
13.	Bibliothek und Archiv	12 999	„	20 „
14.	Instandhalten der Gebäude	19 742	„	48 „
15.	Advocaturs-Kanzlei und andere Ausgaben	8 594	„	44 „
16.	Steuer	31 082	„	54 „
17.	Interessen der Stiftungen und Fonds	6 454	„	60 „
18.	Rückerstattung an das Grundcapital	3 600	„	— „
19.	Unvorhergesehene Ausgaben	1 492	„	52 „
20.	Ausgaben bei Gelegenheit der Milleniumsfeier	651	„	— „
	Ausgabe	382 921	Kron.	68 H.

C. Einnahmen der Akademie im Jahre 1899.

1.	Zinsen der Stiftungen, Werthpapiere, Hausmiethe u. s. w.	242 743	„	96 „
2.	Dotation	84 000	„	— „
3.	Ertrag der Immobilien	189	„	88 „
4.	Vermächtnisse und Stiftungen	79 668	„	36 „
5.	Beitrag der Alterthums- und Physiologischen Gesellschaft	1 050	„	— „
6.	Differenz des Curses der während des Jahres gekauften Werthpapiere	5 925	„	— „
7.	Kazinczy-Fond	5 399	„	92 „
8.	Rückzahlung der Classen	19 212	„	18 „
9.	Neue Stiftungen	9 000	„	— „
10.	Immobilien von Kazinczy	16 754	„	— „
	Einnahme	463 943	Kron.	30 H.

Einnahme	463 943	Kron.	30 H.
Ausgabe	382 921	„	68 „
Zunahme des Capitals	81 021	„	62 „

Die Zahl der Mitglieder betrug am 1. Januar 1900 insgesammt 234. Von diesen waren 24 Ehrenmitglieder, 54 ordentliche und 140 correspondierende Mitglieder.

Der Directionsrath bestand aus 24 Mitgliedern.

Auf die einzelnen Classen vertheilen sich die Mitglieder wie folgt: Die I. (sprach- und schönwissenschaftliche) Classe hatte 6 Ehrenmitglieder, 11 ordentliche und 31 correspondierende Mitglieder.

Die II. (philosophisch-historische) Classe hatte 8 Ehrenmitglieder, 23 ordentliche und 52 correspondierende Mitglieder.

Die III. (mathematisch-naturwissenschaftliche) Classe zählte 8 Ehrenmitglieder, 20 ordentliche und 57 correspondierende Mitglieder.

Bibliothek.

Für die Bibliothek wurden im Jahre 1899 insgesammt 12 999 Kron. 20 H. verausgabt.

Die Zahl der geordneten Fachwissenschaften betrug 53. Diese enthalten 61 611 Werke, welche sich auf die verschiedenen Fächer in der folgenden Weise vertheilen: Bibliographie 1156, Encyclopädie 142, Philosophie 1394, Mythologie 117, Theologie 4854, Pädagogik 1926, Schönwissenschaften 565, Anthropologie 325, Jurisprudenz 1243, ungarisches Recht 1550, Politik 2365, ungarische Politik 1680, Geschichte 5800, ungarische Geschichte 2892, ungarische Landtagssitzungen 95, Biographien 2599, Geographie 1070, ungarische Geographie 456, Landkarten 927, Reisebeschreibungen 1208, Statistik 709, Schematismen 114, Kriegswissenschaft 680, Alterthumskunde 1386, Numismatik 176, Mathematik und Astronomie 1141, Naturwissenschaft 963, Chemie 424, Naturgeschichte 133, Zoologie 495, Botanik 442, Mineralogie und Geologie 514, Oeconomie 3539, Medicin 2501, Sprachwissenschaft 2078, classische Philologie 737, griechische Schriftsteller 827, lateinische Schriftsteller 894, neu-lateinische Schriftsteller 796, ungarische Sprachwissenschaft 473, alte ungarische Literatur 658, ungarische Literatur 3069, germanische Literatur 1598, französische Literatur 700, italienische und spanische Literatur 254, slawische Literatur 406, orientalische Literatur 1711, Incunabeln 356, Ausgaben von Akademien und wissenschaftlichen Gesellschaften 366, Ausgaben der ungarischen Akademie 360, ausländische Zeitschriften 196, inländische Zeitungen und Zeitschriften 373.

Der Fachkatalog besteht aus 109 Bänden und 42 Zetteln. Der grosse Katalog besteht aus 101 Zettelkapseln.

Zunahme der Bibliothek im Jahre 1899:

a) Durch Kauf 389 Werke, b) Pflichtexemplare der Druckereien 324. 7790 Werke, 2063 Bände, 6335 Hefte, 204 Musikalien, 5 Bände, 240 Hefte und 47 Landkarten.

Die Zahl der ausländischen Zeitschriften beträgt 112.

Im Lesesaal der Bibliothek erschienen im Jahre 1899 6163 Leser, welche 7228 Werke benützt haben. Zum Eintritt in den Lesesaal wurden 699 Karten vertheilt. Ausgeliehen wurden 1218 Werke, die auf amtlichem Wege in die Provinz ausgeliehenen Werke mit eingerechnet.

ZUM GEDÄCHTNISS VON AUGUST HELLER.

Den 4. September 1902 verschied in Budapest der Geschichtschreiber der Physik, August Heller, Oberbibliothekar der Ungarischen Akademie der Wissenschaften. Im Hingeschiedenen hat die wissenschaftliche Welt einen tiefdenkenden Gelehrten und unermüdlichen Schriftsteller verloren, von dem sie noch umfangreiche und schwierige Arbeiten hoffte, als ihn die todbringende Krankheit seiner Kräfte beraubte. Diese „Berichte" haben in ihm ihren Redacteur zu betrauern und so doppelten Grund seines Lebens und Wirkens zu gedenken.

August Heller wurde den 6. August 1843 in Budapest geboren, besuchte ebendort die Realschule im IV. Bezirk und seit 1862 die technische Hochschule, wo er sich zum Ingenieur ausbildete. Als er aber 1866 absolvierte, erkannte er bald, dass er innere Befriedigung nur im Lehramte finden könne. Er wurde darum 1867 Assistent des Physikers Josef Sztoczek, des damaligen Directors der technischen Hochschule, und hat im Juli 1868 die Professorenprüfung für Physik und Mathematik mit Vorzug bestanden.

Im Herbste 1869 sandte man ihn mit staatlichem Stipendium an die Universität Heidelberg, wo er ein eifriger Schüler Kirchhoff's und Helmholtz' war. Ersterer wählte ihn zum Assistenten, eine Auszeichnung, die Heller bis an sein Ende mit Stolz erfüllte. Überhaupt war diese Studienzeit eine seiner schönsten Erinnerungen, und noch in seinen letzten Jahren verweilte sein Blick gern auf einer aussergewöhnlich grossen Photographie Heidelbergs, die sein Schreibzimmer schmückte. In seinen Schriften hat er nicht nur der Hochachtung und Liebe zu Kirchhoff in einem Nekrologe Ausdruck verliehen (ungarisch in „*Pótfüzetek a Természettudományi Közlönyhöz*"* I. Heft; deutsch in der „*Beilage der Münchener Allg. Zeitung*"), sondern er gedachte auch seiner berühmten Mitschülerin Sonja Kowalewsky in der „*Budapesti Szemle*".**

Als der deutsch-französische Krieg seinen Studien in Deutschland plötzlich ein Ende machte, kehrte Heller nach Budapest zurück und wurde im October 1870 zum Professor der Physik und Mathematik an der Realschule im II. Bezirk ernannt. Er bekleidete diese Stelle bis 1898. Von

* *Ergänzungshefte der Naturwissenschaftlichen Zeitschrift.*
** *Budapester Rundschau.*

Mitte März 1872 bis zum Schlusse des Schuljahres 1874/5 war er auch Privatdocent an der technischen Hochschule und 1875—1895 Bibliothekar der Ungarischen Naturwissenschaftlichen Gesellschaft.

Im Jahre 1872 wurde ihm vom Kultusminister August Trefort die Stelle eines ord. Professors an der neuen Universität in *Kolozsvár* (Klausenburg) angeboten, jedoch Heller wollte die Hauptstadt wegen ihrer reichhaltigeren Bibliotheken nicht verlassen. In Budapest aber erwarteten ihn wiederholt bittere Enttäuschungen und Zurücksetzungen, so oft er bei Besetzung höherer, seinem Wissen entsprechenden Stellen in Betracht gezogen wurde, bis dann im Jahre 1894 die Ungarische Akademie der Wissenschaften, der er seit 1887 als correspondierendes und seit 1893 als ordentliches Mitglied angehörte, ihn zum Oberbibliothekar wählte.

Als Mitglied und Oberbibliothekar der Akademie hat Heller von dieser, wie auch von der ungarischen Regierung, eine Reihe ehrenvoller Aufträge erhalten, den ersten im Jahre 1895. Es schenkte damals der Professor Dr. med. Julius Elischer die von seinem Onkel, dem Advokaten Dr. Balthazar Elischer, hinterlassene Goethe-Sammlung der Akademie. Mit ihrer Ordnung wurde Heller betraut und im Juli 1895 nach Frankfurt a. M. und Weimar gesandt, um die dortigen Goethe-Sammlungen zu studieren. Das von Heller eingerichtete Goethe-Zimmer wurde 1896 eröffnet und ist wöchentlich dreimal dem Publikum zur Ansicht und zum Studium unentgeltlich zugänglich.

Im Juli 1896, im Oktober 1898 und im Juni 1900 vertrat Heller mit Theodor Duka die ungarische Regierung an den Konferenzen, welche die Anfertigung eines internationalen naturwissenschaftlichen Catalogs in London besprachen. Jedesmal hat er an den Debatten lebhaften Antheil genommen, und im October 1898 wurde er zum Secretär des ungarisehen Regionalbureaus gewählt.

Kaum war er das drittemal von London zurückgekehrt, wurde er nach Paris gesandt, wo er die Ungarische Akademie der Wissenschaften an der Conferenz der internationalen Association der Akademien vertrat. Es war dies seine letzte grosse Reise. Als die erste Generalversammlung der Association im Jahre 1901 vom 16. bis 20. April in Paris tagte, erlaubten es ihm seine gesunkenen Kräfte nicht mehr daran theilzunehmen.

Im August 1900 merkten die Angehörigen und Collegen an dem von Paris heimgekehrten Gelehrten eine Veränderung, die anfangs von keiner Seite ernst genommen wurde; um Weihnachten jedoch hatte seine Krankheit schon einen ernsten Charakter angenommen, und sein Hausarzt befürchtete mit Recht, es sei dies der Beginn eines Hirnleidens. Als er im Januar 1901 der Akademie sein Referat über die letzte Londoner Conferenz vorlegte, merkte man seiner Sprache das schwere Leiden schon an. Im Juni 1901 besuchte Heller ein Sanatorium in Purkersdorf bei Wien, wo ihn nebst anderen Aerzten auch Professor Krafft-Ebing untersuchte und die Diagnose des Hausarztes bestätigte. Der Leidende war nicht mehr im

Stande literarisch zu arbeiten, aber er verbrachte den grössten Theil des Tages mit wissenschaftlicher Lectüre und las besonders gern in KANT's „Kritik der reinen Vernunft". Am 27. August 1902 wurde er zum erstenmal von jenen schrecklichen Krämpfen befallen, die eine Folge seines Leidens sind. Seither konnte er das Bett nicht mehr verlassen, und in den darauf folgenden Tagen wiederholten sich die Krämpfe, bis er am 4. September morgens halb acht Uhr verschied. Seine Gattin und drei erwachsene Söhne betrauern den zu früh Dahingeschiedenen.

Am 6. September halb vier Uhr versammelten sich HELLER's Angehörige und seine vielen Verehrer mit tiefbetrübtem Herzen in der Säulenhalle der Akademie, um dem Begräbnisse des Verblichenen beizuwohnen. An der Bahre würdigte COLOMAN v. SZILY, Generalsecretär der Akademie, die Verdienste seines dahingeschiedenen Collegen und Freundes.

HELLER hatte eine kleine, zarte Gestalt, aber schon aus seinen hellen funkelnden Augen konnte man den Geist und das ungewöhnliche Arbeitsvermögen ahnen, die in diesem Körper wohnten. Die Tagesstunden widmete er der Schule, den Bibliotheken, die er mit grösster Gewissenhaftigkeit leitete, und den Sitzungen der wissenschaftlichen Körperschaften, denen er angehörte. Die Zeit zum Studium und zu seiner schriftstellerischen Thätigkeit entzog er Jahrzehnte hindurch der nächtlichen Ruhe, bis die fortwährende Ueberanstrengung sich an ihm rächte.

HELLER's erste Arbeiten erschienen, als er Assistent an der technischen Hochschule war. Die Ungarische Naturwissenschaftliche Gesellschaft begründete eben im Jahre 1869 die populäre Zeitschrift „*Természettudományi Közlöny*", die so sehr zu dem wunderbaren Aufschwunge dieser Gesellschaft beigetragen hat. HELLER schrieb bereits in dem ersten Jahrgang vier Artikel, und blieb viele Jahre ein eifriger Mitarbeiter mit seinen Artikeln aus dem Gebiete der Akustik, Optik, Astronomie und Meteorologie, wie auch mit Nekrologen. Ebenfalls im Jahre 1869 schrieb HELLER der Ungarischen Akademie der Wissenschaften seine Mittheilung: „*Ueber eine Intensitätsmessung des Schalles*", die dann auch in POGGENDORFF's *Annalen* Bd. 141 erschien. In Bd. 142 derselben Annalen veröffentlichte er eine Arbeit, mit der er sich als Assistent KIRCHHOFF's beschäftigte: „*Ueber ein Barometer ohne Quecksilber*" (auch englisch im *Philosoph. Magazine*). Im Jahre 1876 gründeten einige Professoren der technischen Hochschule eine Zeitschrift aus dem Gebiete der exacten und der technischen Wissenschaften mit dem Titel „*Müegyetemi Lapok*" (Polytechnische Blätter). HELLER lieferte Recensionen über BESSEL's Abhandlungen und über ERDMANN's „*Die Axiome der Geometrie*" dem Journale, das leider nach drei Jahren einging. Auch andere Blätter brachten von ihm Recensionen, wie auch pädagogische und didaktische Artikel. Als 1893—1900 ein grosses ungarisches Conversationslexikon erschien, hat HELLER die Redaction des physikalischen Theiles übernommen, und die Biographieen der Physiker stammen darin alle aus seiner Feder. Auch eine Meteorologie und einige Lehrbücher sind von ihm erschienen.

Aber nicht in den erwähnten physikalischen Untersuchungen und den vielen Schriften, mit denen HELLER der Schule und den kulturellen Bewegungen seines Vaterlandes diente, liegt HELLER's Bedeutung, sondern in jenen Arbeiten, die sich am Grenzgebiete der Philosophie und der Naturwissenschaften bewegen, und die sich mit der Entwickelungsgeschichte der Physik beschäftigen.

Schon in sehr jungen Jahren brachte er der Philosophie grosses Interesse entgegen, und mit 18 Jahren schrieb er eine kleine Abhandlung: „*Apodiktisches und empirisches Wissen*", die aber nicht gedruckt wurde. Als gereifter Mann hat er seine Ideen in folgenden Abhandlungen niedergelegt: „*Ziele und Wege der modernen physikalischen Forschung*" (Humboldt I 2. 3), „*Aus wissenschaftlichen Grenzgebieten*" (Philosophiai szemle IV. 1.; Humboldt IV.), „*A XIX század physikai kutatásainak mozgató eszméiről*" (Ueber die bewegenden Ideen der physikalischen Forschungen des XIX. Jahrhunderts, Antrittsvortrag als corr. Mitglied der Ung. Akademie d. W.), „*Az energiatan alapjairól*" (Ueber die Grundlagen der Energielehre, Antrittsvortrag als ord. Mitglied ebendort) und in seiner letzten deutschen Abhandlung: „*Ueber die Aufgaben einer Geschichte der Physik*" (1899, in der *Festschrift* zu M. CANTOR's 70. Geburtstage).

HELLER's erste geschichtliche Abhandlung erschien im Jahre 1878 mit dem Titel: „Die St. Gerardsberger Sternwarte in Ofen" (Természettudományi Közlöny, Bd. X.; Literarische Berichte aus Ungarn, Bd. II).

Im nächsten Jahre hatte die Ungarische Naturwissenschaftliche Gesellschaft einen Preis für eine Geschichte der Physik ausgeschrieben. Diesen Preis gewann HELLER im Januar 1881 mit seiner „*A physika története Aristotelestöl Newtonig*". Ich war so glücklich eben damals ein Schüler HELLER's zu sein und aus seinem anregenden Vortrage Interesse für exacte Wissenschaft und Hochachtung für ihre Heroen zu gewinnen. Die Stunde, an der wir dem preisgekrönten Professor unsere Glückwünsche als geringes Zeichen unserer Liebe überreichen konnten, ist uns allen eine freudevolle Erinnerung geblieben; HELLER aber sollte auch den von uns bejubelten Erfolg nicht ohne Bitterkeit geniessen. Da seine Darstellung nur bis zum 17. Jahrhundert reichte, hat die Nat. Gesellschaft mit Zurücksetzung der preisgekrönten Arbeit eine andere bis ROBERT MAYER gehende Preisschrift von ALOYS CZÓGLER herausgegeben. Durch Vermittelung seines Freundes, des Augenarztes Prof. Dr. WILHELM GOLDZIEHER trat HELLER später mit der Verlagsbuchhandlung FERDINAND ENKE in Verbindung und im Jahre 1882 erschien der mit GALILEI abschliessende erste Band der erweiterten deutschen Bearbeitung der „*Geschichte der Physik von Aristoteles bis auf die neueste Zeit*". Der zweite Band des nunmehr ergänzten Werkes, die Entwickelung der Physik von DESCARTES bis ROBERT MAYER enthaltend, erschien im Jahre 1884. Die Gründlichkeit, die höhere philosophische Auffassung und die klare Darstellung des Werkes hatte nun allgemeinen Beifall gefunden, und es wurden auch Verhandlungen wegen einer französischen und einer italienischen Ueber-

setzung eingeleitet, die aber beide ohne gegenseitige Uebereinstimmung der Parteien abgebrochen wurden.

Bald hernach wurde HELLER von der Ungarischen Akademie d. W. aufgefordert, die „Entwicklungsgeschichte der Physik im XIX. Jahrhundert" zu schreiben, deren I. Band im Jahre 1891 in ungarischer Sprache erschien. Vom II. Bande sind 30 Bogen gedruckt, die mit der Erfindung der Spectralanalyse schliessen. Weiter konnte der Verfasser wegen seiner Erkrankung nicht gelangen.

Auch eine andere Hoffnung, die man an HELLER knüpfte, konnte er nicht mehr erfüllen. Im Sommer 1899 wurde er von der Akademie d. W. in München mit der Abfassung des noch ausstehenden Bandes der Sammlung *„Geschichte der Wissenschaften in Deutschland"*, der die Geschichte der Physik enthalten wird, betraut. Das Buch sollte zwar in erster Linie den Antheil, den die Deutschen an der Entwickelung der Physik genommen, darstellen, aber doch stets die von aussen nach Deutschland eingeströmten Ideenzüge berücksichtigen, und auf diese Weise ein gewissermaassen vollständiges Bild der ganzen Entwickelung dieser Wissenschaft bieten. Es gewährte HELLER dieser Auftrag eine grosse Genugthuung nach den vielen Zurücksetzungen, die er in seinem Leben erfahren hatte. Er verwandte auch alle freie Zeit, um dieser Aufgabe gerecht zu werden. Jedoch kaum war das Werk nach den nöthigen Vorarbeiten begonnen, verliessen ihn seine Kräfte, und mit Wehmuth sagte er oft: „Ich befürchte, ich werde meine Geschichte der Physik nicht vollenden."

Die Redaction der *Math. u. Naturw. Berichte aus Ungarn* hat HELLER erst vor wenigen Jahren übernommen. Jedoch auch die kurze Zeit, die seither verflossen ist, genügte ihm zu einer wichtigen Aenderung. Indem er zu diesem früher in Budapest erschienenen Jahrbuche in Leipzig einen Verleger fand, ist es ihm gelungen die wissenschaftlichen Arbeiten seines Vaterlandes dem Auslande zugänglicher zu machen und damit die Berichte ihrem Zwecke näher zu führen.

Ehre dem Andenken des von uns *dahin* geschiedenen, wohin irdisches Wissen nicht reicht: *Nam causarum finalium inquisitio sterilis est et tanquam virgo Deo consecrata nihil parit* (HELLER's Motto aus BACON, De aug. scient. III. 5.).

Josef Kürschák.

Druck von B. G. Teubner in Leipzig.

Magyar Tudományos [illegible]ia
Könyvtára 55146/1951 sz.