

ÖFVERSIGT

AF

FINSKA VETENSKAPS-SOCIETETENS

FÖRHANDLINGAR.

LI.

1908—1909.

A. MATEMATIK OCH NATURVETENSKAPER.



HELSINGFORS.

J. SIMELII ARFVINGARS BOKTRYCKERIAKTIEBOLAG,

1909.

DRIVER

FINNSKA VETENSKAPSAKADEMIEN

FÖRHANDLINGAR

M 309 (3)

INNEHÅLL.

1. Über den Einfluss farbigen Lichts auf die Färbung lebender Oszillarien, von *F. W. Klingstedt*.
2. Anlässlich eines Aufsatzes von Hrn *Grüneisen*: „Über die thermische Ausdehnung und die spezifische Wärme der Metalle“, von *K. F. Slotte*.
3. Ein Beitrag zur Kenntnis der Formen des Kassiterites, von *L. H. Borgström*.
4. Beiträge zur Kenntnis der Coleopteren-Fauna des Lena-Thales in Ost-Sibirien, IV. Staphylinidae, von *B. Poppius*.
5. Eine von der Konstanz der Erregerwirkung unabhängige Messungsmethode für Hertz'sche elektrische Wellen und einige mit ihrer Hilfe ausgeführte Versuche, von *Karl F. Lindman*.
6. Ueber die Ableitung des Satzes vom retardierten Potential, von *Gunnar Nordström*.
7. Undersökning af den *Christiansen'ska* apparaten för värmeledningsbestämningar, af *H. Karsten*.
8. Undersökning af värmeledningsförmågan af mellan koppar- och glasplattor kondenserade luftskikt, af *H. Karsten*.
9. Ueber die Konstitution des Isopinens, von *Ossian Aschan*.
10. Eine neue Methode zur Bestimmung des Stickstoffperoxydes, von *Gustaf Mattsson*.
11. Bestimmung der Dielektricitätsconstanten verschiedener Gemische aus Toluol und Aceton, von *Greta Andersin* und *Ester Hirn*.
12. Redogörelse för fortgången af de astrofotografiska arbetena å observatoriet i Helsingfors under tiden Juni 1907 till Maj 1908, af *Anders Donner*.
13. Capsidae Argentinae. Kritische und neue argentinische Capsiden, beschrieben von *O. M. Reuter*.
14. Beiträge zur Kenntnis des anatomischen Baues der Potamogeton-Arten, von *C. W. Fontell*. (Mit 5 Tafeln.)
15. Einige Bemerkungen und Versuche über die multiple Resonanz und Nachweis objektiv vorkommender stehender elektrischer Wellen im Luftraume, von *Karl F. Lindman*.
16. Ad cognitionem Reduviidarum palaearticularum fragmenta, scripsit *O. M. Reuter*.

17. Contribution à la flore bryologique de la Nouvelle Calédonie II, par *V. F. Brotherus*.
 18. Ueber die Konstitution der Holzkohle, von *Ossian Aschan*.
 19. Bestimmung der specifischen Wärme von Legierungen aus Zinn und Blei, von *Hjalmar Brotherus* und *Selim Sundell*.
 20. Zur Kenntnis der Reduviiden-Gattung *Vachiria Stål*. von *B. Poppius*.
 21. Über ein Problem der Variationsrechnung, von *J. W. Lindeberg*.
 22. Molekulare Grössen, aus der Oberflächenspannung und der inneren Verdampfungswärme berechnet, von *K. F. Slotte*.
 23. Die Wanderung der Energie im elektromagnetischen Felde, nach *J. H. Pointing*, II., von *A. F. Sundell*.
 24. Genera quatuor nova divisionis Capsidarum Restheniaria, descriptis *O. M. Reuter*.
 25. Capsidae tres novae in Brasilia a D:ro D:re *R. F. Sahlberg* collectae, descriptae ab *O. M. Reuter*.
 26. Anthocoridae novae descriptae ab *O. M. Reuter*.
-

Über den Einfluss farbigen Lichts auf die Färbung lebender Oszillarien.

VON

F. W. KLINGSTEDT.

I.

In einer Abhandlung vom Jahre 1902 und in einigen kürzeren Mitteilungen von 1903 hat N. Gaidukov¹⁾ die Ergebnisse einer Untersuchung über den Einfluss farbigen Lichts auf die Färbung lebender Oszillarien veröffentlicht.

Bei seinen Versuchen mit diesen Algen hat er eine Änderung der Färbung des Chromophylls beobachtet, worüber er unter anderm sagt:²⁾

„So mannigfach die Färbungen sind, die namentlich *O. sancta* in verschiedenfarbigem Licht annehmen kann, so beherrscht doch alle diese Änderungen unverkennbar ein Gesetz: die Farbenänderung hängt von der Farbe des einwirkenden Lichts ab, und zwar im allgemeinen in dem Sinne, dass das Absorptionsvermögen des Chromophylls für die in der einwirkenden Strahlung dominirenden Wellenlängen zunimmt, für die relativ geschwächten abnimmt. Es mag dieses Gesetz nach dem Vorschlag von Prof. Engelmann das der complementären chromatischen Adaptation heissen. Dieses Gesetz

¹⁾ N. Gaidukov. Über den Einfluss farbigen Lichts auf die Färbung lebender Oscillarien. Berlin 1902. Idem, Ber. der Deutsch. Bot. Ges. Bd. XXI, pag. 484 und 517.

²⁾ Pag. 27.

spricht sich in vielen Fällen ohne weiteres anschaulich darin aus, dass die ursprüngliche Farbe mehr und mehr complementär zu der des einwirkenden Lichts wird. So veranlasste, wie unsere Tafeln veranschaulichen, die Einwirkung von

rothem	Licht	das	Entstehen	grünlicher	Färbung
gelbbraunem	„	„	„	blaugrüner	„
grünem	„	„	„	rötlicher	„
blauem	„	„	„	braungelber	„

Aber auch da, wo die blosse Betrachtung der Farbe mit unbewaffnetem Auge nicht genügt, um die Änderung der relativen Absorption sicher zu beurtheilen, gibt der Anblick des Absorptionsspectrums häufig Aufschluss. In allen Fällen aber liefert — auch für Farbenblinde — die spectrophotometrische Messung sichere Auskunft, indem sie für jede Wellenlänge den relativen Betrag der Absorption zahlenmässig festzustellen gestattet.“

Weder in toten Zellen noch in Lösungen trat, wie Gaidukov dargelegt hat, eine komplementäre Farbenveränderung der Chromophylle seiner *Oscillatoria* ein. Dass die Farbenveränderung keine pathologische Erscheinung war, geht daraus hervor, dass die Intensität des Wachstums und die Beweglichkeit der Fäden in Gaidukovs Lichtfilterkulturen manchmal noch stärker als bei seinem in gewöhnlichem Lichte gezogenen Kulturen war.¹⁾

Gaidukovs Versuche wurden mit *Oscillatoria sancta* angestellt, von denen er zwei Formen, eine blaugrüne und eine violette, hatte. Morphologisch stimmten die violetten Fäden mit *Osc. sancta* var. *æquinoctialis* Gom., die blaugrünen am meisten mit *Osc. sancta* var. *caldariorum* Gom. (Hauck) überein. Gaidukov hat die violette Form als *Osc. sancta* Kütz. f. *violacea* Gaid. und die blaugrüne als *Osc. caldariorum* Hauck f. *viridis* Gaid. bezeichnet.

Im Laufe einiger Wochen verschwanden auf einigen Tellern fast alle blaugrünen, auf anderen fast alle violetten Fäden, so dass er schliesslich fast reine Kulturen von der einen oder

¹⁾ Pag. 14.

der anderen Färbung erhielt. Durch wiederholtes Übertragen auf Agar-Agar konnten nahezu reine Kulturen der beiden Formen anscheinend unbegrenzt lange erhalten werden. Doch gelang es ihm nicht ganz reine Kulturen zu bekommen.

Um die von Gaidukov gewonnenen Resultate für andere Oszillarien zu prüfen, habe ich im Botanischen Laboratorium zu Helsingfors ähnliche Versuche wie die obenerwähnten, von ihm angestellten ausgeführt. Die Ergebnisse meiner Versuche nebst einigen Bemerkungen über die Methode der Untersuchung teile ich unten mit.

Die farbigen Strahlen isolierte Gaidukov mittelst folgender Lichtfilter: rote, grüne, blaue und violette Lösungen in doppelwandigen Glocken (nach Senebier) sowie Petri-Schalen aus braungelbem Glase. Die farbigen Lösungen enthielten resp. Karmin, Kupferchlorid, Kupferoxydammoniak und Anilinviolett. — Bei meinen Versuchen kamen ähnliche Lichtfilter zur Anwendung; doch enthielt die violette Lösung Gentianaviolett. Der blaue Lichtfilter, welcher sich als unzureichend erwiesen hatte, wurde weggelassen.

Die spektroskopischen Eigenschaften wurden von mir derart festgestellt, dass ein gewöhnliches Stativ-Spektroskop in die wagrecht gestellten und mit den betreffenden Lösungen gefüllten Glasglocken eingeschoben wurde, worauf diese direktem, starkem Sonnenlichte ausgesetzt und die Absorptionsspektren der Lösungen beobachtet wurden. Um fremde, von der Seite kommende Strahlen auszuschliessen, wurden die offenen Enden der Glocken mit schwarzem, undurchsichtigem Tuche umgeben, unter welchem die Beobachtungen angestellt wurden. Die braungelben Schalen dagegen wurden dicht an dem Spektralapparate befestigt und so ihre Spektraleigenschaften untersucht. Mit Hülfe einer an dem Spektroskope befindlichen, mit einer Skala versehenen Schraube konnte die Lage der verschiedenen Teile des Absorptionsspektrums bestimmt werden. Den Fraunhoferschen Linien des Sonnenspektrums entsprachen folgende Teile der Skala:

A — 24.35, B — 23.55, C — 22.7 (undeutlich), D — 21.3, E — 18.1, b — 17.5, F — 15 (undeutlich), G — 11.5, H — 8.4.

Die von Gaidukov angewandten Lösungen zeigten in den

Konzentrationen, mit denen Gaidukov arbeitete, die unten stehenden Spektraleigenschaften:

Die Karminlösung liess nur die roten Strahlen nahezu vollständig, orange Strahlen nur halb durch, während alle anderen so gut wie ganz absorbiert wurden.

Die Kupferchloridlösung liess das Rot von etwa a an (λ ugf. 700) nicht merklich durch und absorbierte das übrige Rot und Orange sowie das Blauviolett und Violett jenseits G sehr stark. Noch am Anfang des Gelbgrün war die Absorption beträchtlich, während die übrigen, besonders die grünen Strahlen grösstenteils durchgelassen wurden.

Die Anilinviolettlösung liess die blauen und violetten Strahlen von etwa G an ganz durch, die äusseren roten von C an recht gut, wogegen sie die übrigen, namentlich aber die gelben Strahlen sehr stark absorbierte.

Das braungelbe Glas der benutzten Petri-Schalen absorbierte nur sehr schwach die weniger brechbaren, bis zu den ungefähr mitten zwischen D und E gelegenen gelbgrünen Strahlen, die stärker brechbaren dagegen sehr stark. Zur Wirkung konnten also bei Anwendung dieses Lichtfilters wesentlich nur die roten bis gelben Strahlen kommen.

Die Spektren meiner Lösungen zeigten folgende Eigenschaften:

Das Spektrum der roten Lösung erstreckte sich von 24 bis 22,3 und enthielt folglich nur rote und orange Strahlen.

Das Spektrum der grünen Lösung erstreckte sich von 21,4 bis 11 und enthielt hauptsächlich die grünen und blauen Strahlen bis G ; die gelben und gelbgrünen gingen nur stark geschwächt durch.

Das Spektrum der violetten Lösung erstreckte sich von 24,4 bis 23,4 und von G an gegen das Violett hin und umfasste also nicht nur die violetten, sondern auch die äusseren roten Strahlen, die jedoch einigermassen absorbiert wurden.

Das Spektrum des braungelben Glases erstreckte sich von 24,4 bis nach 16 und enthielt folglich rote, gelbe und grüne Strahlen; die letzteren traten jedoch nicht mit gleicher Stärke wie die ersteren hervor.

Obgleich meine spektroskopischen Untersuchungen nicht so genau wie diejenigen von Gaidukov sind, scheint mir doch

die Übereinstimmung der Lichtfilter so gross gewesen zu sein, dass man annehmen darf, dass unsere resp. isolierten Lichtsorten von ungefähr derselben Art gewesen sind und beinahe dasselbe Wirkungsvermögen gehabt haben.

Schon nach zwei Wochen konnte eine Farbenveränderung in vielen von Gaidukovs Kulturen beobachtet werden. Eine schnelle Wirkung übten besonders die von der Kupferchloridlösung durchgelassenen Strahlen aus. Allmählich kamen allerlei Abstufungen zwischen der ursprünglichen und der neuen durch die resp. Lichtarten bedingten Farbe zum Vorschein. Die Farbenveränderung trat innerhalb der Zeit der von Gaidukov gewählten Versuchsdauer — einige Wochen bis Monate — zwar nicht bei allen Zellen nachweisbar ein, aber immerhin bei einer so grossen Zahl von Individuen und in so auffälliger Weise, dass ihre komplementäre Natur ausser Zweifel gestellt war. Zu dem oben gesagten muss also die Einschränkung hinzugefügt werden, dass ausser der Einwirkung des farbigen Lichts noch andere Umstände bei dem Zustandekommen der Farbenänderung mitwirken müssen. Unter diesen scheint das Alter der Zellen eine Rolle zu spielen. Bei manchen Fäden war der Unterschied der Färbung von jungen und alten Zellen ein ganz auffallender; in vielen Fällen konnte beobachtet werden, dass bei älteren Zellen das alte Chromophyll dasselbe blieb, während sich bei den jüngeren neues entwickelte. Es kamen auch Fälle vor, bemerkt Gaidukov, wo unter viele Tausende zählenden Fäden einer Kultur nur vereinzelte die ursprüngliche Farbe behielten.

II.

Für meine Untersuchungen wünschte ich Reinkulturen verschiedener Arten zu erhalten, da man bei Anwendung solcher auf die zuverlässigsten Resultate rechnen darf. Da von den Oscillatoriaceen meistens mehrere Arten und Formen in der Natur zusammen vorkommen, kann es demnach eintreffen, dass sich in dem Versuchsmateriale schon von Anfang an Oszillarien verschiedener Farbe vorfinden, von denen sogar

einige so spärlich vorkommen können, dass sie ganz und gar der Beobachtung entgehen. Im Anschluss an die Engelmanssche Theorie darf man indessen annehmen, — diese Annahme bestätigen übrigens Gaidukovs Versuche mit *Osc. sancta* und *caldariorum* ¹⁾ — dass, wenn in dem ursprünglichen Materiale z. B. eine rotfarbige Form vorhanden war, diese bei Kultur in grünem Licht besser gedeihen und sich schneller vermehren muss als die anderen, um diese schliesslich zu verdrängen. Die Kultur nähme also in grünem Lichte allmählich eine immer mehr und mehr rote Farbe an. Wenn sämtliche vorliegenden Formen morphologisch einander leidlich ähnlich sind, aber hinsichtlich der Farbe von einander abweichen, ist es natürlich schwer mit voller Sicherheit zu entscheiden, ob eine Farbenveränderung des Chromophylls wirklich bei der Kultur der Formen in farbigem Lichte stattgefunden hat oder ob die Veränderung der Farbe nur auf der ungleichen Entwicklung der Formen in dem für jede besonderen Form günstigsten Lichte beruht.

Alle meine Versuche, von einem einzigen *Oscillatoria*-Faden ausgehend Reinkulturen zu erhalten, schlugen jedoch fehl, obwohl ich mit mehreren Arten operierte. Also war ich gezwungen von dem *Oscillatoria*-Materiale Gebrauch zu machen, das ich im Freien bekommen konnte.

Zu den Kulturen, die ich im Sommer 1904 der Einwirkung farbigen Lichts aussetzte, wurde *Osc. curviceps* Ag. benutzt. Da *Osc. sancta* in Finland nicht vorkommt, konnte ich mich dieser Art nicht bedienen. *Osc. curviceps* erhielt ich aus einem kleinen in der Nähe von Helsingfors gelegenen Teiche, wo diese Art im Frühling, besonders Anfang Mai reichlich in grossen, auf dem Wasser schwimmenden Klumpen vorkommt. Eine grössere Menge solcher Klumpen wurde eingesammelt und bei gewöhnlichem Lichte ein paar Tage in Glasschalen stehen lassen. Die Fäden krochen aus dem beiliegenden Schlamme heraus und sammelten sich allmählich auf der Wasserfläche in den Schalen, eine ziemlich locker zusammenhängende Schicht von dunkel blaugrüner Farbe bildend. Die reinsten Schichten wurden entnommen und in kleinere, Wasser-

¹⁾ Pag. 31.

leitungswasser enthaltende Glasschalen übertragen und schliesslich als Versuchskulturen benutzt.

Die mikroskopische Untersuchung des Materials zeigte, dass ausser *Osc. curviceps* mindestens noch zwei andere Arten, *O. tenuis* Ag. und *O. splendida* Greville, vorkamen. Von der ersteren konnte ich nur einzelne Fäden entdecken; die letztere schien noch spärlicher vorhanden zu sein. Ursprünglich bestanden also die Kulturen ganz überwiegend aus *O. curviceps*. Ferner muss bemerkt werden, dass sowohl *O. tenuis* als *O. splendida* in der Dicke der Fäden erheblich von *O. curviceps* abweichen, die überdies leicht an der charakteristisch gekrümmten Trichospitze zu erkennen ist.

Es lag somit eigentlich keine Gefahr vor verschiedene Arten zu vermischen. Übrigens ist sowohl *O. tenuis* als *O. splendida* durch eine blaugrüne Farbe gekennzeichnet, obwohl zugegeben werden muss, dass die letztere gewöhnlich einen etwas hellblauerem Farbenton als die übrigen hat. Hinzugefügt werden mag, dass *O. curviceps* an der obenerwähnten Lokalität viele Jahre nacheinander von mir beobachtet worden ist und sich in bezug auf Farbe und Form immer unveränderlich erwiesen hat. Soweit man aus den Abbildungen in Gaidukovs Abhandlung schliessen darf, ist es mir so, als ob seine *O. caldariorum* und meine *O. curviceps* ungefähr dieselbe blaugrüne Farbe gehabt hätten.

Als die mit *O. curviceps* ausgeführten Versuche ein negatives Resultat ergeben hatten, beschloss ich den folgenden Sommer auch *Phormidium autumnale* heranzuziehen. Aus eigener Erfahrung wusste ich nämlich, dass verschiedenfarbige Formen dieser Art in der Natur vorkommen und glaubte darum gewisse Aussichten zu haben mit dieser Art ähnliche Resultate wie Gaidukov zu erzielen. — Das Material erhielt ich von einer an der Strasse gelegenen steinernen Mauer, an der *Ph. autumnale* ohne Beimengung von anderen Oszillarien ziemlich feste, schwarze Überzüge bildete. Diese konnten leicht von der Unterlage losgelöst werden und wurden dann unmittelbar zu den Kulturen angewandt, wobei die reinsten Stücke ausgewählt, in niedrige Glasschalen übertragen und mit etwas Wasserleitungswasser nass gehalten wurden.

Die einzelnen Fäden erschienen bei mikroskopischer Untersuchung nahezu graugrün. Auf dem Boden der Schalen bildeten sie eine feste Schicht von schwarzbrauner (oder schwarzgrüner) Farbe. Eine solche hat übrigens die Art an ihrer erwähnten Lokalität während der Zeit, wo ich sie dort beobachtet habe, gekennzeichnet.

III.

Im Frühling 1904 begannen die Versuche mit *O. curviceps*. Zwei Glasschalen, eine grössere und eine kleinere, mit einer grösseren bzw. kleineren Menge dieser Alge wurden hinter die Lichtfilter gestellt. Zwei entsprechende Kontrollkulturen wurden im gewöhnlichen (weissen) Licht gezogen. Die Kulturen befanden sich in einem sehr hellen kleinen Kulturzimmer im obersten Stock des Botanischen Laboratoriums. Das direkte Sonnenlicht wurde durch weisse vor den Fenstern heruntergezogenen Gardine, wenn nötig, abgeschwächt.

Die Kulturen gediehen anfangs gut, und die Fäden oszillierten lebhaft. Ungefähr zweimal in der Woche erhielten sie frisches Wasser. Nach drei Wochen begannen die Oszillationen an Lebhaftigkeit abzunehmen, und als ich die Fäden nach etwas mehr als einem Monat mikroskopisch untersuchte, konnten bei *O. curviceps* nur sehr schwache und undeutliche Bewegungen wahrgenommen werden. Ich stelle mir vor, dass Bakterien und andere Mikroorganismen dazu beigetragen haben, dass die Alge nicht mehr gedeihen wollte, weil sich diese Organismen in den Kulturen schnell vermehrten und reichliche Mengen Schleim absonderten. Übrigens behielt die grosse Mehrzahl der Fäden während des ganzen Sommers ihr gewöhnliches Aussehen. Andererseits muss hervorgehoben werden, dass ein Teil von Individuen allmählich zu Grunde ging. In allen Kulturen nahm dagegen *O. splendida* mehr oder weniger zu; diese Art schien mithin grössere Voraussetzungen für längere Kultur zu haben als die andere. Auch in dem früher erwähnten Teiche entwickelt sich und wächst *O. curviceps* nur

im Frühling während einer kurzen Zeit; oft sieht man schon Anfang Juni in der Regel nichts mehr von ihr.

Da ich für zwei Monate die Stadt verlassen musste, wurden die Kulturen in gewöhnliche, mit Leitungswasser gefüllte Trinkgläser versetzt; die kleinere und die grössere Kultur wurden vereinigt. Als ich zurückkam, übertrug ich sie wieder in Schalen mit frischem Wasser. Die Kulturen in braungelbem Lichte blieben in den ursprünglichen Petri-Schalen.

Die Kulturen in *rotem* Licht wurden Mitte Mai angelegt. Nach etwas mehr als zwei Wochen wurden sie mikroskopisch untersucht. Sie hatten bis jetzt keine Zeichen einer Farbenveränderung im Sinne der komplementären chromatischen Adaptation gezeigt. Die Fäden besaßen dieselbe Farbe wie früher. In der kleineren Kultur war freilich ein grosser Teil der Fäden stroh- bis hellgelb, eine Eigentümlichkeit, die auch in den übrigen kleineren Kulturen beobachtet wurde und also nicht unter dem Einfluss des roten Lichts erfolgt sein konnte. Nur einige der gelben Fäden schienen Bewegungsvermögen zu haben. Mehrere von ihnen waren unzweifelhaft tot und andere schon im Zersetzungsstande. Mehr oder weniger gelbgrüne Fäden bildeten Übergangsformen zwischen den ursprünglichen blaugrünen und den gelben. In der grösseren Kultur fehlten dagegen die letzteren.

Zwei Monate später wurde die Kultur wieder untersucht. Sie war besser entwickelt als die übrigen und hatte eine etwas hellere Farbe als früher. Das rührte gewiss davon her dass die Kultur nunmehr reichlich von der lebhaft oszillierenden, hell blaugrünen *O. splendida*, sowie in geringerer Menge gelbe oder gelbgrüne Fäden von *O. curviceps* enthielt. Hell spangrüne Fäden oder Zellen von *O. curviceps*, die durch den Einfluss des roten Lichts entstanden wären, konnte ich nicht antreffen.

Die Kulturen des *braungelben* Lichts untersuchte ich nach einem Monate mikroskopisch, und dabei erwies sich die grosse Kultur der Hauptsache nach unverändert, während in der kleineren eine Menge gut entwickelter, gelber Fäden zu Gesicht kam. Solche Fäden traten in dieser Kultur schon nach drei Wochen hervor; erst später wurden sie in den entsprechenden Kulturen des roten und violetten Lichts beobachtet.

Zwei Monate später enthielt auch die grössere Kultur Fäden von hellgelber Farbe, die nicht nur *O. curviceps*, sondern auch *O. splendida* angehörten. Die letztere hatte sich übrigens in dieser Kultur stark vermehrt. Die gelben Fäden der *O. splendida* oszillierten deutlich unter dem Mikroskope. Diese Farbenänderung widerspricht durchaus der Theorie der komplementären chromatischen Adaptation.

Die Kulturen des violetten Lichts verhielten sich in der Hauptsache wie die in rotem Lichte gezogenen; auch hier wurden in der kleineren Kultur gelbgefärbte Fäden angetroffen.

Bei Gaidukovs Versuchen hatte *O. caldariorum* keine erwähnenswerte Beeinflussung von seiten des roten, braungelben und violetten Lichtes erfahren. Eine komplementäre Farbenveränderung war also bei *O. curviceps* hinter dem roten, braungelben und violetten Lichtfilter eigentlich nicht zu erwarten. Sehr auffallend hatte Gaidukov die Einwirkung des grünen Lichts gefunden. Von grossem Interesse waren darum meine Kulturen in grünem Licht.

Die Kulturen in grünem Licht erlitten indessen auch nicht die erwarteten Farbenveränderungen. Nach einem Monat besass *O. curviceps* noch immer blaugrüne Farbe. Ebenso hatte *O. splendida* die gleiche blaugrüne Farbe wie bei den Versuchen mit den übrigen Lichtfiltern. Die Kulturen, von denen die grössere sich gut erhielt, besaßen den ganzen Sommer hindurch das oben erwähnte Aussehen. Ende September unterwarf ich die Kulturen einer mikroskopischen Untersuchung und konnte damals keinen Einfluss der grünen Strahlen auf die Färbung des Chromophylls finden. Einige gelblich grüne Fäden konnte ich zwar antreffen; in einigen Fäden hatten sich nur die Endzellen gelb gefärbt und schienen dem Zellinhalte nach zu urteilen tot zu sein.

Die Kontrollkulturen entwickelten sich sehr schlecht und gingen bald zu Grunde; es war mir, als ob das Licht ihnen zu stark gewesen sei. Gelbe Fäden, wie sie in den Lichtfilterkulturen vorkamen, wurden hier nicht beobachtet.

Im Sommer 1905 nahm ich die Versuche wieder auf und benutzte dabei ausser *Oscillatoria curviceps* auch *Phormidium autumnale*. Eine Kultur beider Arten wurde hinter jeden Licht-

filter gestellt. Die Kulturen wurden jetzt in einem Laboratoriumszimmer, dessen Fenster nach Norden ging, untergebracht. Diese Veränderung wurde getroffen, weil *Ph. autumnale* Schatten erfordert, um gut zu gedeihen.

Anfang Mai begannen die Versuche. Während der zwei Wochen, wo ich das Laboratorium besuchte, beobachtete ich die Kulturen ab und zu und fand, dass sie gut gediehen. Es kamen zu dieser Zeit keine Farbenveränderungen zum Vorschein.

Wegen Abwesenheit von der Stadt war ich erst um Johanni im Stande die Kulturen wieder zu untersuchen und fand da, dass die meisten von ihnen leider zu Grunde gegangen waren.

Ich erwähne nur die verhältnismässig gut entwickelten.

Die *Oscillatoria*-Kultur in grünem Lichte enthielt noch eine kleine Menge lebender Fäden von *O. curviceps*, die ihre ursprüngliche Farbe behalten hatten. Reichlicher kam eine kleinere *Oscillatoria*, wahrscheinlich eine Form von *O. tenuis*, vor, die wie *O. splendida* eine etwas hellere blaugrüne Farbe besass. Sie oszillierte lebhaft und schien gut zu gedeihen. Diese *Oscillatoria*-Art hatte also auch keine Einwirkung von seiten des farbigen Lichts erlitten. — Die *Phormidium*-Kultur in grünem Lichte war leider ganz zerstört.

Von den *Phormidium*-Kulturen hatte sich die in braun-gelbem Licht gezogene sehr schön entwickelt. Eine schwarz-bis graugrüne häutige Schicht von Fäden bedeckte den Schalenboden. Bei mikroskopischer Untersuchung zeigten sich diese etwas mehr grün als früher.

Obwohl sich die gut entwickelte Kultur bis Ende September erhielt, trat doch keine Farbenveränderung nach dem Blaugrün hin ein. Dass man keinen grösseren Wert auf den Umstand legen darf, dass die Fäden heller graugrün als früher waren, ergibt ein Vergleich mit der Kontrollkultur, denn hier trat dieselbe Erscheinung zutage.

In der *Phormidium*-Kultur des roten Lichts war auch eine ganze Menge an die Wände der Glasschalen hin aufgekrochener Fäden durch eine etwas hellere graugrüne Farbe gekennzeichnet. Es war mir nicht möglich unter ihnen spanngrüne oder blaugrüne Fäden und Zellen zu finden.

IV.

Aus den erwähnten Tatsachen geht hervor, dass meine Versuche im Vergleich mit den von Gaidukov ausgeführten zu durchaus negativen Ergebnissen geführt haben. Eine komplementäre chromatische Adaptation konnte für *O. curviceps* in keinem einzigen Falle nachgewiesen werden. Dasselbe gilt von den mit ihr zusammen vorkommenden Arten. *O. splendida* müsste wenigstens in Anbetracht des Umstandes, dass sie sich in den Kulturen rasch entwickelte, besonders empfindlich gegen den Einfluss der farbigen Strahlen gewesen sein. Da die Versuche mit *Ph. autumnale* so schlecht ausgefallen sind, will ich über diese Art keine bestimmten Schlüsse ziehen; doch erlaube ich mir die Vermutung auszusprechen, dass sich diese Art den beiden erstgenannten anschliesst.

Die Resultate meiner Versuche berechtigen also zu der Behauptung, dass nicht allen lebenden Oszillarien das Vermögen komplementärer chromatischer Adaptation zukommt. Lebendes Material von *O. sancta* (und *O. caldariorum*) hat mir nicht zur Verfügung gestanden; über diese Art kann ich mich daher nicht äussern. Die erstgenannte Art steht morphologisch wohl der *O. curviceps* nahe. Worauf die Verschiedenheit in dem Adaptationsvermögen dieser Arten beruht, kann ich nicht erklären.

Es erübrigt noch die Entstehung der gelben Fäden zu berühren. Einerseits muss bemerkt werden, dass dieselben hauptsächlich und am frühesten in den kleineren Kulturen erschienen, die sich in sehr kleinen und niedrigen Glasschalen befanden und folglich rücksichtlich des Nahrungsvorrates und frischen Wassers in einer weniger günstigen Lage waren als die der grösseren. Dasselbe gilt von den beiden Kulturen im braungelben Lichte, in denen ja auch eine Menge solcher Fäden vorhanden war. Andererseits konnte ich mich infolge der Beschaffenheit des Zellinhaltes davon überzeugen, dass eine grosse Anzahl von ihnen tot war. Ohne den Grund der Entstehung der gelben Fäden ermitteln zu wollen, will ich nur betonen, dass die Entstehung dieser Fäden in den Kulturen nicht in Übereinstimmung mit den Forderungen der

komplementären chromatischen Adaptation, sondern im Gegensatz dazu stand und ihrerseits einen Beweis dafür liefert, dass diese Adaptation sich in diesem Falle nicht geltend gemacht hatte.

Weitere Versuche wären daher wünschenswert; einerseits müsste die Richtigkeit der Beobachtungen Gaidukovs bestätigt, anderseits die Verschiedenheit des Adaptationsvermögens der Oszillarien näher untersucht und erklärt werden.



Anlässlich eines Aufsatzes von Hrn Grüneisen:
„Über die thermische Ausdehnung und die spezifische Wärme der Metalle.“¹⁾

von

K. F. SLOTTE.²⁾

Im oben genannten Aufsätze hat Hr. *Grüneisen* eine von mir hergeleitete Formel³⁾ erwähnt, welche er mit einer von ihm aufgestellten Beziehung zwischen dem linearen Ausdehnungskoeffizienten und der spezifischen Wärme nicht übereinstimmend findet. Er sagt nämlich: „Um beide in Einklang zu bringen, muss man aber Annahmen machen, die teils zur Erfahrung, teils zu den Voraussetzungen *Slottes* im Widerspruch stehen. Eine befriedigende Erklärung für die Beziehung zwischen Ausdehnungskoeffizient und spezifischer Wärme vermag seine Theorie also nicht zu geben.“

Ich habe nun auch versucht die von Hrn *Grüneisen* erwähnten Widersprüche zu entdecken, es ist mir aber dieses bis jetzt nicht gelungen. Die beiden genannten Formeln können nicht direkt mit einander verglichen werden, und auch aus meinen übrigen Formeln, welche die Wärmeausdehnung und die spezifische Wärme der Metalle berühren,

¹⁾ *E. Grüneisen*, Ann. d. Phys. 26, p. 211, 1908.

²⁾ Da die Redaktion der Annalen der Physik, wo der Aufsatz des Hrn *Grüneisen* veröffentlicht ist, diese meine kurze Erwiderung nicht angenommen hat, so wird dieselbe hier eingeführt.

³⁾ Öfvers. af Finska Vet.-Soc. Förhandlingar, 44, p. 126, Gl. (13), 1901—1902.

habe ich keine Schlüsse ziehen können, die mit der von Hrn *Grüneisen* aufgestellten empirischen Beziehung unvereinbar wären.

Ich muss daher annehmen, dass die oben angeführten kategorischen Behauptungen des Hrn *Grüneisen* auf irgend einem Missverständnis beruhen.

Helsingfors, August 1908.

Ein Beitrag zur Kenntniss der Formen des Kassiterites.

von

L. H. BORGSTRÖM.

Von solchen Mineralien, die gern als scharf ausgebildete und flächenreiche Kristalle auftreten, ist eine sehr grosse Zahl von Kristallformen in der mineralogischen Litteratur erwähnt. In den Handbüchern der Mineralogie und Kristallographie sind diese meistens alle neben einander aufgezählt und nur wenige Angaben betreffend die relative Häufigkeit der Formen werden in den Zusammenstellungen mitgeteilt, die jedoch von grösstem Interesse ist, besonders beim Studium der Gesetze des Zusammenvorkommens von Kristallformen. In den Zusammenstellungen werden meistens unsichere Bestimmungen nicht genügend scharf von den sicheren getrennt. Die Kristallographie vieler Mineralien ist auch einer ähnlichen kritischen Durcharbeitung bedürftig, wie der Verf. hier für Kassiterit giebt.

Der Kassiterit gehört zu den formenreichen Mineralien und ist von verschiedener Seite untersucht worden. Ausser in den grösseren mineralogischen Handbüchern und in *Goldschmidts* Index und Winkeltabellen haben wir zusammenfassende Darstellungen der Formen des Kassiterites von *Becke*¹⁾,

¹⁾ *F. Becke*. Über die Krystallform des Zinnsteins. *Tschermaks Min. Mitth.* 1877. 243.

*Solly*¹⁾, *Kohlmann*²⁾ und *Borgström*³⁾. Nach den Angaben in der bezüglichen Litteratur und nach den Beobachtungen des Verfassers lassen sich die Kristallformen des Kassiterites in vier Reihen einordnen:

- I. Die häufigen Formen.
- II. Die seltenen Formen.
- III. Die unsicheren Formen.
- IV. Die falschen Formen.

I. Die häufigen Formen.

Reihe I wird von den Formen gebildet, die entweder an allen Fundorten vorkommen oder an irgend einer Fundstätte sehr häufig sind. Die Formen dieser Reihe bestimmen den Habitus der Kristalle; und nach dem Vorherrschen der einen oder anderen dieser Formen werden die verschiedenen Typen der Kassiteritkristalle unterschieden. Reihe I umfasst die Formen:

e (101), s (111), m (110), a (100), r (230)
 z (231), ϑ (552)
 c (001), p (114)
 h (210)

Von diesen sind e, s, m, a und r häufig an allen Fundorten. z und ϑ sind typisch für Kassiterit aus Cornwall und Pitkäranta. c und p kommen sehr oft an Pitkäranta-Kristallen vor; h wieder ist an den meisten flächenreicheren erzgebirgischen Kristallen zugegen und auch von anderen Fundorten bekannt.

¹⁾ R. H. Solly. Cassiterite, „Sparable Tin“, from Cornwall. Mineralogical Magazine. 1891, 9 199.

²⁾ W. Kohlmann. Beobachtungen am Zinnstein. Z. Kr. 1895. 24 350.

³⁾ L. H. Borgström. Über Kassiterit von Pitkäranta. Z. Kr. 1904. 40. 1.

II. Die seltenen Formen.

In Reihe II kommen alle solchen seltenen Formen, deren Entdecker ihre Messungen mitgeteilt und eine genügende Beschreibung der gemessenen Flächen beigefügt haben, im Falle, dass sich aus diesen näheren Angaben keine Bedenken gegen die Zuverlässigkeit oder Sicherheit der Bestimmungen erheben. Reihe II umfasst folgende Formen, die bestimmt wurden:

- l (410) von Schaller⁸⁾ an K. von Cassiterite Creek.
 A (870) von Gadolin¹⁾ am Pitkäranta Z. von Busz²⁾, an Zinnwalder und Cornwaller Z.
 k (430) von Gadolin, Nordenskiöld³⁾ und Borgström auf Krystalle von Pitkäranta.
 μ (676) von Jeremejew⁴⁾ an Sibirischen K.
 B (750) von Gadolin u. Bodewig an K. von Pitkäranta.
 γ (335) von Gadolin und Borgström an K. von Pitkäranta.
 δ (223) " "
 ρ (221) von Bodewig³⁾ (Groth) an K. von Breitenbrunn.
 t (313) von Gadolin und Borgström an K. von Pitkäranta.
 C (3 1·12) von Gadolin, Nordenskiöld und Borgström an K. von Pitkäranta.
 b (122) von Kohlmann (und Borgström) an K. von Altenberg.
 ξ (761) von Hessenberg⁷⁾ an Cornwaller, Jeremejew⁶⁾ an Sibirischen K.
 L (742) von Gadolin und Borgström an K. von Pitkäranta.
 O (942) " "
 E (871) von Busz an K. von Cornwall.
 u (19·16·7) von Gadolin, Kohlmann und Borgström an K. von Pitkäranta.

¹⁾ *A. Gadolin*. Verh. Miner. Ges. St. Petersburg 1855—1856. 1856. 184.

²⁾ *Busz*. Zeitschr. Kryst. 1889. 15. 623.

³⁾ *A. E. Nordenskiöld*. Pogg. Ann. 1857. 101. 637. Acta soc. se Fenn. 1856. 5. 178.

⁴⁾ *Jeremejew*. Verh. Min. Ges. St. Petersburg 1876. 11. 273.

⁵⁾ *C. Bodewig* bei *P. Groth*. Die Mineraliensammlung der Universität Strassburg. Strassburg u. London 1878. 104.

⁶⁾ *Jeremejew*. Zeitschr. Kryst. 1888. 13. 203.

⁷⁾ *F. Hessenberg*. Abh. d. Senckenbergischen Naturf. Ges. 1864. 5. 250.

⁸⁾ *W. T. Schaller*. Zeitschr. Kr. 1907. 43. 301.

- R (17·13·6) Gadolin u. Borgström an K. von Pitkäranta.
 H (8·13·4) von Borgström an K. von Pitkäranta.
 K (6·10·3) „
 M (8·15·4) „
 N (2·4·1) „
 T (783) „
 S (11·14·5) „
 g (431) von Stevanovics ¹⁾ an künstl. K.

III. Die unsicheren Formen.

Die Gruppe III umfasst alle Formen, die von einem Autor als dem Zinnerz zugehörig erwähnt wurden, ohne dass er Belege durch Messung und Beschreibung oder Abbildung lieferte. Weiter finden wir hier Formen, die von ihrem Entdecker nur ungenügend bestimmt wurden, oder solche, die als unsicher beschrieben worden sind. Wie unten ersichtlich sprechen gegen die Annahme einiger Formen auch anderweitige Gründe. Viele der unter III aufgeführten Formen sind wahrscheinlich wirklich vorhanden, andere sind wohl irrtümlich bestimmt worden, ohne dass jetzt eine Zurechtstellung gemacht werden könnte.

Die unsicheren Formen sind:

w (501)	d (342)	(970)
ι (551)	v (752)	(540)
n (661)	D (21·14·18)	(650)
χ (771)	(112)	(760)
σ (12·12·1)	(332)	(11·10·0)
ς (18·18·1)	(331)	(32·31·0)
(120·120·1)	λ (311)	(10·9·0)
θ (11·13·2)	(11·8·0)	(14·13·0)

w (501) findet sich im Verzeichnis der Kristallformen des Kassiterites in *Phillips. Mineralogy*, 3, Auflagen, London 1823. Da keine Messung und keine Beschreibung vorhanden ist, muss die Form als nicht gesichert betrachtet werden.

¹⁾ *Stevanovics*, Zeitschr. Kr. 1903. 37 255.

i (551) wurde zum ersten Mal von A. E. *Nordenskiöld* (l. c.) bei einer Untersuchung von Kassiterit aus Pitkäranta erwähnt. Die neue Form ist nicht näher beschrieben und keine Messungen werden mitgeteilt. Weder *Gadolin* noch *Borgström* die ein sehr reiches Material dieses Fundortes zur Verfügung hatten, haben *Nordenskiölds* Angaben bestätigen können. Später finden sich in *Groth's* Mineraliensammlung Strassburgs Messungen von *Bodewig* an einem Kristalle von Breitenbrunn in Sachsen angeführt, die eine Fläche (551) betreffen. Diese Messung ist als approximativ bezeichnet und giebt (551):(110) $11^{\circ} 15'$ statt berechneter $11^{\circ} 53'$. *Groth* veröffentlicht die Angabe mit Reservation: „dürfte es richtiger sein die bereits bekannte Form (551) mit einfacheren Zeichen anzunehmen“. *Jeremejew* nennt (551) unter den von ihm an sibirischem Zinnstein gemessenen Formen. Seine Messungen stimmen gut, aber sonst giebt er keine genügende Beschreibung. Eben- sowenig wie die vorhergehenden kann die Beobachtung von *Kohlmann* als ausschlaggebend angesehen werden, denn er sagt selbst, dass der von ihm gemessene Kristall schlecht war und will die Form (551) „nur als wahrscheinlich für Cornwaller Zinnstein hinstellen“ obgleich er die Messung an einem solchen gemacht hatte. Die vielen schwankenden Angaben machen zwar die Form (551) sehr „wahrscheinlich“, aber nicht sicher.

n (661). Nach *Solly* erscheint (661) bisweilen gross aber gewölbt an Kassiterit von Cornwall. Seine Messung gab nur $9^{\circ} 30'$ gegen berechnete $9^{\circ} 56'$. Die Indizes hat er nicht aus dieser Messung, sondern aus dem Zonenverband hergeleitet. Diese Methode, die sonst sehr elegant ist, scheint, wenn von gewölbten Flächen die Rede ist, weniger zuverlässig und folglich muss (661) als unsicher bezeichnet werden.

z (771). Die Form (771) wurde von *Gadolin* an einem Kristalle von Pitkäranta gemessen. In demselben Aufsatz, in wel-

chem Gadolin die Fläche (771) erwähnt, zählt er mehrere andere Formen auf, die später von *Nordenskiöld* und *Borgström* wiedergefunden worden sind; (771) hat indessen keiner von den beiden letztgenannten finden können. *Borgström* hat eine grosse Zahl von Pitkäranta-Kristallen durchgemessen, unter denen mehrere sogar den Sammlungen Gadolins entstammten, jedoch niemals eine typische Fläche (771) gefunden sondern nur Übergangsflächen mit ausgedehnten Reflexzügen, in denen unregelmässige hellere Partien erschienen. *Becke* sah (771) an Cornwaller Zinnstein, teilt aber keine Messungen mit; und schon *Phillips*¹⁾ hat Messungen an Cornwaller Zinnstein veröffentlicht, die vielmehr an (771) erinnern, als an (661), die Pyramide, die *Solly* an Cornwaller gefunden haben will. *Jeremejew* hat (771) an sibirischen Kassiteritkristallen gemessen, aber auch bei ihm mangelt eine nähere Beschreibung. Ich will (771), ähnlich (551), als sehr wahrscheinlich bezeichnen.

σ (12·12·1). Eine Fläche von (12·12·1) wurde von *Solly* gesehen und gemessen. Die Messung gab (12·12·1):(110) 4° 58 statt berechneter 5° 0'. Die Fläche war gross. Leider ist die Lage der Fläche nur gegen *eine* andere bestimmt worden und eine nähere Auseinandersetzung der Genauigkeit der Zonenbestimmung mangelt. (12·12·1) muss als nicht völlig gesichert hier eingereiht werden bis eine Bestätigung gefunden wird.

ς (18·18·1). Nach *Solly* kommt (18·18·1) auf Kristallen von Redruth, Cornwall, bisweilen in grosser Entwicklung vor. „largely developed, sometimes very brilliant giving good reflexions, but more often dull and rounded“. (18·18·1):(110) erhielt *Solly* 3° und 3° 30' gegen berechnete 3° 20'. Für $a:c = 1:0,6772$ berechne ich (17·17·1):(110) = 3° 32' für (18·18·1):(110) = 3° 21' (19:19:1):(110) = 3° 10' für (20·20·1):(110) = 3° 1'. Die

¹⁾ *W. Phillips*, Trans. Geol. Soc. London 1814. 2. 336.

erste Messung stimmt am besten mit (20·20·1) die zweite mit (17·17·1) und die Mittelzahl $3^{\circ} 15'$ fällt genau in die Mitte zwischen (19·19·1) und (18·18·1). Solly's Messungen sind daher ungenügend um die Identität der Form (18·18·1) erkennen zu lassen. Es scheint sogar schwierig zu beurteilen, ob irgend eine der steilen Pyramiden wahrscheinlicher ist als die anderen.

(120·120·1). Von (120·120·1) an Cornwaller Zinnstein sagt *Solly*, dass die Form „often largely developed and extends into the prism zone being only inclined $30'$ to that zone“. Diese Beschreibung scheint mir zu sagen, dass gar keine echte Kristallfläche vorliegt, sondern eine oft gewölbte Vizinale. Darauf deutet auch hin, dass *Solly* keine Messungen mitzuteilen hat, obgleich die Flächen gross waren. Dass *Solly* (120·120·1) schreibt und nicht beispielsweise (119·119·1) kommt daher, weil er 120 als eine einfachere Zahl betrachtet und dieselbe für wahrscheinlicher ansieht, da 120 ein Vielfaches von 6 ist. Er betont nämlich, dass „the planes (h_hk) observed on Sparable tin are (661) (12·12·1) (18·18·1) and (120·120·1) that is to say a multiple of 6“. Es kommt mir vor als wäre (771) und (551) wahrscheinlicher als (661) und dass die Bestimmung der Ziffern 18 so wie 120 gar keine Stütze einer Behauptung sein können.

d (342). Eine Form (342) wird von *Solly* bei der Beschreibung eines Kristalles von Maudlin Mine mit folgenden Worten erwähnt: „a new plan d (432) lying in zones [321:111] [010, 231]. d:s found 14° — 17° calculated $16^{\circ} 54'$, d:z found 14° — 15° calculated $14^{\circ} 13'$. Die Fläche hat also nur approximative Messungen gestattet. War die Fläche rauh, gewölbt oder zu klein, um bestimmte Reflexe zu geben? In der Übersicht der Kristallformen sagt *Solly*, von d. nur „narrow and rare“. (342) bedarf weiterer Bestätigung.

⊙ (11·13·2). Eine sehr kleine Fläche, die in den Zonen [010, 661] und [110, 321] liegt, und θ m $10^{\circ} 30'$ (berech-

net 11°) giebt, ist nach *Solly's* mehrmals zitirter Abhandlung an einem Kristalle von Mary Hutchins zugegen. Die Indizes sind aus dem Zonenverbände berechnet, welche Berechnung voraussetzt, dass (661) gesichert wäre, was nicht zutrifft.

ν (752). *Becke*, der die Form (752) zum erstenmale (an Cornwall Z) erwähnt, sagt dass seine Messung ziemlich unsicher war „doch stimmt sie am besten mit der angegebenen Formel“. *Solly* nennt (752) unter den Formen einer Stufe aus Huel Nancy, Cornwall, ohne nähere Angaben der Sicherheit seiner Bestimmung. Wir sind also gezwungen (752) unter den nicht völlig gesicherten unterzubringen.

D (21·14·18). Eine Form (21·14·18) findet sich nach *Gadolín* an den Kanten zwischen der z-Fläche und der Endfläche eines Kristalles aus Pitkäranta. Die Flächen werden von *Gadolín* als nur „ziemlich messbar“ bezeichnet, was in Anbetracht der hohen Indizeszahlen die Bestimmung als nicht völlig gesichert erscheinen lässt. *Jeremejew* hat die Form auf sibirischem Kassiterit wiedergefunden, leider ist seine Beschreibung zu kurz, um als Beleg für eine neue Form dienen zu können, obgleich seine Messungsergebnisse mit den berechneten eine ausgezeichnete Übereinstimmung zeigen.

(112). Die drei Formen (112), (332) und (331) sind in *Hausmann*, Handbuch der Mineralogie, Göttingen, 1841
 (332): 2 S. 219 unter den Kristallformen des Zinnsteins aufgezählt, ohne nähere Angaben.

λ (311). In *Goldschmidt's* Winkeltabelle ist die Form (311) erwähnt. Die Quelle dieser Angabe konnte ich nicht wiederfinden. Liegt hier ein Druckfehler vor? In den Tabellen sind zwei Formen mit den Buchstaben λ unter Zinnstein vorhanden.

- (11·8·0). Die Prismen (11·8·0), (970), (540); (650), (760), (11·970). 10 0) und (32·31·0) sind von *Gadolin* mit der Reservation unter den Formen des Zinnsteins von (540). Pitkäranta aufgeführt, dass ihr Zeichen „nicht als (650). vollkommen bestimmt angesehen werden kann“. (760).
- (11·10·0). *Borgström* (l. c.) ist der Meinung; dass in der Prismenzone des Kassiterites ein Krümmungszug auftritt, der im Goniometer bisweilen stärkere, bisweilen schwächere Reflexe aussendet, wie es solchen Bildungen eigentümlich ist. Die bevorzugten Partien der krummen Flächen sind aber oft zufällig, zeigen nicht rationale Indizes und sind dann von den eigentlichen Kristallflächen getrennt zu halten.
- (10·9·0). Eine einzige Fläche (10 9·0) wurde von *Kohlmann* an einem Kristalle aus Selangor gemessen. *Kohlmann* sagt von dieser. „Der Reflex der Fläche, obwohl schwach, war doch bei einer gewissen Inzidenz deutlich genug, um das Auftreten der neuen Gestalt sicher hinstellen zu dürfen“. Bei strengen Forderungen an die „Sicherheit“ muss die Fläche aber nach dieser Beschreibung unter den nicht völlig gesicherten eingereiht werden.

IV. Die Falschen Formen.

Zu die Gruppe IV führe ich solche Formen, die entweder wie (835) durch einen Irrtum in das Formenverzeichnis des Kassiterites gelangt sind oder die als Übergangsflächen oder Vizinalflächen beschrieben worden sind.

- (835). Durch das freundliche Entgegenkommen von Professor *Klockmann* in Aachen bekam ich die Zinnerzkrystalle zur Untersuchung, die von *Arzruni* und *Kohlmann* gemessen wurden. Die von *Arzruni* bestimmte neue Form b (212) tritt auf Kristall Altenberg I₁ der Aachener Sammlung mit drei Flächen auf, wovon eine sehr gute Messungen gestattete —

$\varphi = 26^\circ 26'$, $\varrho = 36^\circ 50'$ statt berechneter $26^\circ 34'$ und $36^\circ 56'$. Die anderen gaben schwache Reflexe $\varphi = 26^\circ 7'$ und $26^\circ 48'$ $\varphi = 37^\circ 9'$ und $37^\circ 26'$. Alle sind schmale, leistenförmige Flächen auf der Kombinationskante einer s-Fläche und einer t-Fläche. An demselben Kristalle sollte nach *Kohlsmanns* Angabe noch die Form (10·1·10) auftreten. Ich konnte jedoch keine solche Fläche finden, vielmehr zeigte sich am Orte dieser Form eine Streifung auf e und dementsprechend ein in der Zone ausgebreiteter Reflex. Die Form (10·1·10) liegt sehr nahe an e und gehört wahrscheinlich zu den Vizinalen dieser wichtigen Form. An demselben Kristalle sitzt neben einem kleinen Grübchen eine kleine Fläche, die von den Kanten des Grübchens und von einer Linie, deren kristallographische Deutung ich nicht finden konnte, begrenzt ist. Die Messung gab $\varphi = 20^\circ 36'$, $\varrho = 49^\circ 13'$ gegen für (835) berechnete $20^\circ 33'$ und $48^\circ 57'$; eine ziemlich gute Übereinstimmung. Doch muss ich behaupten,

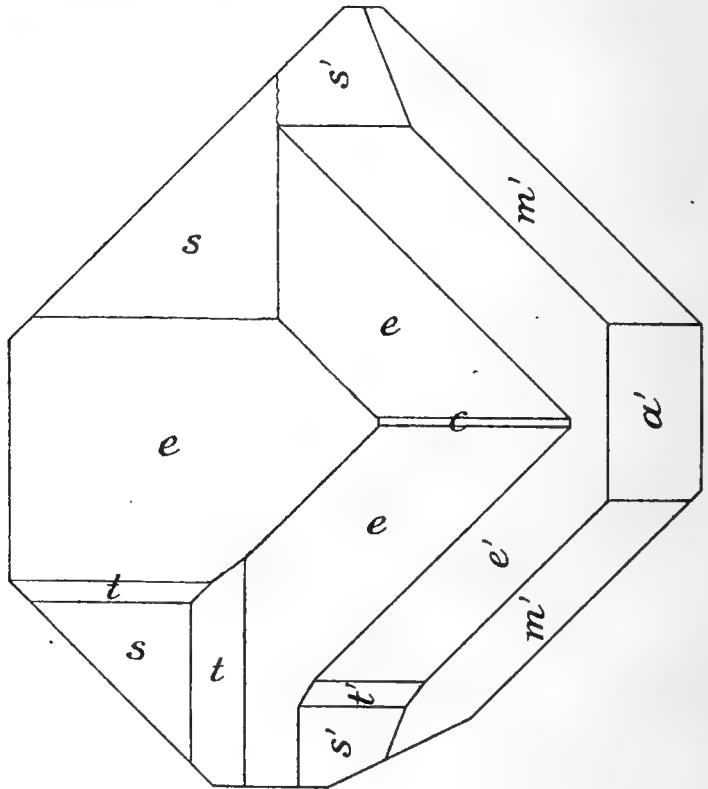


Fig. I, Kassiterit von Altenberg. I 2.

dass die Form nicht (835) ist. Die Begründung dieses Schlusses ergab sich aus der Messung des Kristalles Altenberg I. 2. Am zweikreisigen Goniometer zeigten sich hier zwei Flächen in guter Entwicklung, welche die Positionswinkel φ und ϱ von (835) haben. In der Zone zwischen diesen beiden Flächen ist eine ziemlich gute Fläche, die $\varphi = 0^\circ$, $\varrho = 22^\circ 8'$ giebt und daher mit keiner bekannten Form identisch ist. Der Kristall zeigt einen einspringenden Winkel. Von den Flächen des kleineren Theils, der auf der einen Seite des einspringenden Winkels liegt, sind drei parallel zu dreien des grösseren Theiles. Der *Kohlmann*, der doch diesen einspringenden Winkel gesehen haben muss, hat wahrscheinlich aus diesem Parallelismus den Schluss gezogen, dass der einspringende Winkel zwei parallelverwachsene Partien trennt. Das gnomonische Projektionsbild zeigt jedoch sehr klar, dass hier zwei in Zwillingstellung verwachsene Individuen die Gruppe bilden nach dem gewöhnlichen Gesetz: Zwillingsebene $e = (101)$. Die Form „(835)“ korrespondirt mit (110) in Zwillingstellung, die andere Form ist (100) in Zwillingstellung. Die Übereinstimmung der Messung und der Berechnung für die Flächen des Zwillings ist eine vollkommene: (Die Prismenzone des grösseren Kristalles wurde zum Polarstellen verwendet).

Kristall N:o	Fläche	Gemessen		Berechnet	
		φ	ϱ	φ	ϱ
I ₁	110	20° 36	49° 13'	} 20° 46	49° 06
I ₂	110	20° 40	49° 0'		
I ₂	110	20° 43	49° 4'		
I ₂	100	0° 09'	22° 08'	0° 00	22° 12'

Die Form (835) ist somit aus dem Formenverzeichnis des Kassiterites zu streichen.

$q \equiv (665)$: In Lotos 1880 beschreibt *Zepharowich* einen Zinnerzkristall von Schlaggenwald, der eine aussergewöhnliche Flächenentwicklung zeigte. Nach *Zepharowich* besass dieser eine *sm*-Kante abgestumpft von der neuen Form (665) (= σ *Zepharowich*) (100·7·7) An den Kanten *sa* fanden sich Flächen von (100·(50·7·0) 7·7) (= α *Zeph.*), an den Kanten *am* (50·7·0) (154) (= β *Zeph.*). An den Kanten *em* erschien die Form (645) (= T *Zepharowich*) und an den Kanten *sm* die Form (645) (= φ *Zeph.*). Keine von diesen Formen ist an einem anderen Fundorte beobachtet worden. Nach Z. sind sie alle gewölbt. Die auffallende Tatsache, dass an diesem Kristalle fast jede Kante durch eine neue Form ersetzt ist, deutet darauf hin, dass der Kristall seine Ausbildung in exzeptioneller Weise bekam. Die Formen (100 7 1) und (50·7·0) sind jedenfalls, wenn sie auch sonst gesichert wären, zu den Vizinalen zu stellen. Es bedarf ganz besonders gelungener Messungen, um so hohe Indizeszahlen wie 100 oder 50 feststellen zu können. Jetzt sehen diese Zahlen abgerundet aus. Es scheint als hätte *Zepharowich* eine Vorliebe für runde 10 Zahlen gehabt (vergleiche Goldschmidts Index unter Aragonit) *Zepharowich*'s Messung von (154) gab einen Reflexzug von $8\frac{1}{2}^\circ$ Länge, eine Messung von (645) einen Zug von $9\frac{1}{2}^\circ$. Hier liegen also keine Flächen, sondern nur Rundungen vor. Auch von der Form (665) sagt *Zepharowich*, dass sie gewölbt war, obgleich er keine Messung von der Stärke der Krümmung mitteilt. Das Zusammenvorkommen von dieser Form mit den anderen, eben beschriebenen macht es noch wahrscheinlicher, dass auch sie zu den nicht typischen gehört, zumal da sie nur $5^\circ 13'$ von der wichtigen Fläche *s* absteht und also möglicherweise in dem Gebiete ihrer Vizinale liegt.

Winkeltabelle für $a = (100)$ als Polfläche.

Bei der Messung von Kassiteritkristallen, besonders von Zwillingen, ist es oft vorteilhaft, die Kristalle am zweikreisigen Goniometer so aufzustellen, dass die Fläche $a = 100$ polargestellt wird. Eine a -Fläche ist nämlich zwei nach dem gewöhnlichen Zwillingsgesetz, Zwillingssebene (011), verzwilligten tetragonalen Individuen gemeinsam. Wenn diese a -Fläche polargestellt wird ordnen sich im gnomonischen Projektionsbilde die Flächenpunkte der beiden gemessenen Individuen zu zwei Gruppen in der Weise, dass die korrespondierenden Flächenpunkte des einen in die des anderen durch eine Drehung übergeführt werden können. Der Drehungswinkel beträgt in dem Falle, dass die beiden als analog betrachteten Enden der C-Achsen mit einander einen spitzen Winkel einschliessen: $67^\circ 48'$. Wenn der Winkel zwischen diesen Richtungen stumpf ist, beträgt der Drehungswinkel $112^\circ 12'$. Die Aufstellung mit a als Polfläche hat auch den Vorteil, dass Kristallflächen an den beiden Enden der Hauptachse mit einer einzigen Einstellung am Goniometer zur Messung gelangen und dadurch eine leichte Übersicht über die Regelmässigkeit in der Formenverteilung gewährt wird.

Durch die Messung erhalten wir dann die Winkel zwischen der Fläche 100 und den anderen Flächen als ρa . Wir wählen die Basisfläche als Meridianrichtung. Diese Fläche, die bei normaler Aufstellung 0 ist, wird jetzt zu 0∞ . Bei der Deutung der Resultate meiner Messungen benutzte ich eine Winkeltabelle, die sich direkt mit den bei der neuen Aufstellung erhaltenen Messungsergebnissen vergleichen liess. Die Tabelle ist ausgerechnet nach den Methoden in *V. Goldschmidt*. Index der Kristallformen S. 87 und in *V. Goldschmidt*. „Projektion auf eine andere als die normale Ebene“. Zeitschr. für Krystallographie 1889. 17 191 und 1891 49 35. Da die Tabelle allgemeine Verwendung bei ähnlichen Messungen finden kann will ich dieselbe hier abdrucken.

Kassiterit, Winkeltabelle.

Projektion auf a = 100 $\frac{X_{0a}}{Y_{0a}} = 1.$
 $\frac{X_{0a}}{Y_{0a}} = 1,4874.$

Buchstabe	Gdt. auf c	Miller	Gdt. auf a	φ_{0a}	ρ_{0a}	$\frac{d_a}{= \operatorname{tg} \rho}$	X_a	Y_a
e	0	001	0∞	0°	90°	—	—	—
a	$\infty 0$	100	0	—	—	—	—	—
a	0∞	010	$\infty 0$	90°	90°	—	—	—
m	∞	110	10	"	45°	1,0	= d	0
A	$\infty^{8/7}$	870	$7/8 0$	"	$41^\circ 11'$	0,8750	"	"
k	$\infty^{4/3}$	430	$3/4 0$	"	$36^\circ 52'$	0,7500	"	"
B	$\infty^{7/5}$	750	$5/7 0$	"	$35^\circ 32'$	0,7143	"	"
r	$\infty^{3/2}$	320	$2/3 0$	"	$33^\circ 41'$	0,6667	"	"
h	$\infty 2$	210	$1/2 0$	"	$26^\circ 34'$	0,5000	"	"
A	$\infty^{7/8}$	780	$8/7 0$	"	$48^\circ 49'$	1,1429	"	"
k	$\infty^{3/4}$	340	$4/3 0$	"	$53^\circ 08'$	1,3335	"	"
B	$\infty^{5/7}$	570	$7/5 0$	"	$54^\circ 28'$	1,4010	"	"
r	$\infty^{2/3}$	230	$3/2 0$	"	$56^\circ 19'$	1,5000	"	"
h	$\infty^{1/2}$	120	20	"	$63^\circ 26'$	2,0000	"	"
e	10	101	01	0°	$56^\circ 06'$	1,4874	0	= d
e	01	011	∞	$33^\circ 54'$	90°	—	—	—
p	$1/4$	114	14	$9^\circ 32'$	$80^\circ 36'$	6,0404	1	5,9496
y	$3/5$	335	$15/3$	$21^\circ 58'$	$69^\circ 30'$	2,6746	"	2,4790
d	$2/3$	223	$13/2$	$24^\circ 08'$	$67^\circ 46'$	2,4464	"	2,2311
s	1	111	11	$33^\circ 54'$	$60^\circ 51'$	1,7929	"	1,4874
e	2	221	$11/2$	$53^\circ 21'$	$51^\circ 16'$	1,2467	"	0,7437

Buchstabe	Gdt auf c	Miller	Gdt auf a	φ_{ca}	ϱ_{oa}	d_a = $\text{tg } \varrho$	X_a	Y_a
t	$\frac{1}{3} 7$	133	33	33° 54	79° 28	5,3781	3,0000	4,4622
b	$\frac{1}{2} 1$	122	22	"	74° 25	3,5856	2,0000	2,9748
z	2 3	231	$\frac{3}{2} \frac{1}{2}$	63° 37	59° 09'	1,6742	1,5000	0,7437
C	$\frac{1}{12} \frac{1}{4}$	1.3 12	3.12	9° 32'	86° 51	18,1708	3,0000	17,8488
t	1 $\frac{1}{3}$	313	$\frac{1}{3} 1$	12° 38	56° 44	1,5247	0,3333	1,4874
b	1 $\frac{1}{2}$	212	$\frac{1}{2} 1$	18° 35	58° 30	1,6318	0,5000	"
z	32	321	$\frac{2}{3} \frac{1}{3}$	53° 21	39° 43	0,8307	0,6667	0,4958
C	$\frac{1}{4} \frac{1}{12}$	3.1.12	$\frac{1}{3}.4$	3° 12'	80° 29	5,9651	0,3333	5,9496
§	67	671	$\frac{7}{6} \frac{1}{6}$	78° 00	50° 02	1,1931	1,1657	0,2479
E	78	781	$\frac{8}{7} \frac{1}{7}$	79° 28'	49° 18'	1,1626	1,1429	0,2125
H	2.3 $\frac{1}{4}$	8.13.4	$\frac{13}{8} \frac{1}{2}$	65° 24	60° 47	1,7963	1,6250	0,7437
K	2.3 $\frac{1}{3}$	6.10.3	$\frac{15}{3} \frac{1}{2}$	65° 57	61° 16	1,8240	1,6667	"
L	2.3 $\frac{1}{2}$	4 7.2	$\frac{7}{4} \frac{1}{2}$	66° 59	61° 32	1,8443	1,7500	"
M	2.3 $\frac{3}{4}$	8.15.4	$\frac{15}{8} \frac{1}{2}$	68° 22	63° 39	2,0189	1,8750	"
N	2.4	2.4 1	2 $\frac{1}{2}$	69° 36	64° 53	2,1332	2,0000	"
P	2.4 $\frac{1}{2}$	4.9.2	$\frac{9}{4} \frac{1}{2}$	71° 42	67° 07	2,3692	2,2500	"
§	76	761	$\frac{6}{7} \frac{1}{7}$	76° 04	41° 27	0,8832	0,8572	0,2125
E	87	871	$\frac{7}{8} \frac{1}{8}$	78° 00	41° 49	0,8946	0,8750	0,1859
H	3 $\frac{1}{4}$.2	13.8.4	$\frac{8}{13} \frac{4}{13}$	53° 21	38° 29	1,7963	0,6154	0,7437
K	3 $\frac{1}{3}$.2	10.6.3	$\frac{3}{5} \frac{3}{10}$	"	37° 48	1,8240	0,6000	"
L	3 $\frac{1}{2}$.2	742	$\frac{4}{7} \frac{2}{7}$	"	35° 27	1,8443	0,5714	"
M	3 $\frac{3}{4}$.2	15.8.4	$\frac{8}{15} \frac{4}{15}$	"	33° 38	2,0189	0,5333	"
N	4.2	421	$\frac{1}{2} \frac{1}{4}$	"	31° 56	2,1332	0,5000	"
P	4 $\frac{1}{2}$.2	942	$\frac{4}{9} \frac{2}{9}$	"	28° 59	2,3692	0,4444	"
R	2 $\frac{1}{6}$.2 $\frac{5}{6}$	13.17.6	$\frac{17}{13} \frac{16}{13}$	62° 18'	55° 54	1,4770	1,3077	0,6865
S	2 $\frac{1}{5}$.2 $\frac{4}{5}$	11.14.5	$\frac{14}{11} \frac{5}{11}$	62° 01'	55° 18	1,4442	1,2727	0,6761
u	2 $\frac{2}{7}$.2 $\frac{5}{7}$	16.19.7	$\frac{19}{16} \frac{7}{16}$	61° 17	53° 33	1,3539	1,1875	0,6507
T	2 $\frac{1}{3}$.2 $\frac{2}{3}$	783	$\frac{8}{7} \frac{3}{7}$	60° 51	52° 39	1,3103	1,1429	0,6374
R	2 $\frac{5}{6}$.2 $\frac{1}{6}$	17 13 6	$\frac{13}{17} \frac{6}{17}$	55° 32	42° 50	0,9271	0,7647	0,5250
S	2 $\frac{4}{5}$.2 $\frac{1}{5}$	14.11.5	$\frac{11}{14} \frac{5}{14}$	55° 56	43° 29	0,9484	0,7857	0,5312
u	2 $\frac{5}{7}$.2 $\frac{2}{7}$	19.16.7	$\frac{16}{19} \frac{7}{19}$	56° 57	45° 08	1,0046	0,8444	0,5480
T	2 $\frac{2}{3}$.2 $\frac{1}{3}$	873	$\frac{7}{8} \frac{3}{8}$	57° 29	46° 02	1,0367	0,8750	0,5572



Beiträge zur Kenntniss der Coleopteren- Fauna des Lena-Thales in Ost-Sibirien.

IV.

Staphylinidæ.

von

B. POPPIUS.

(Vorgelegt am 25 Mai 1908.)

Vorliegende Arbeit ist eine Zusammenstellung der von mir im Jahre 1901 im Lena-Thale eingesammelten Staphyliniden und ist eine Fortsetzung meiner früher publicierten Arbeiten über die Käfer-Fauna des erwähnten Gebietes. Über den Verlauf der Reise ist schon früher berichtet worden. Hier mag jedenfalls noch hervorgehoben werden, dass während der Reise besonders die Gegenden der oberen Lena nur sehr oberflächlich untersucht werden konnten, wodurch die Zusammenstellung natürlich in dieser Hinsicht lückenhaft erscheinen muss. Mehr eingehend konnten die Untersuchungen am mittleren und zum Teil auch am unteren Laufe des Fluss-Gebietes vorgenommen werden. Jedenfalls vermissen wir hiervon mehrere kleinere Formen, hauptsächlich Pilzbewohner. Die Ursache hierzu ist wohl hauptsächlich in dem sehr trockenen Sommer des Jahres 1901 zu suchen, wodurch Pilze überhaupt äusserst einzeln zum Vorschein kamen und wodurch auch die Lebensbedingungen der in denselben lebenden Formen sich sehr ungünstig gestalteten.

Was sonst die Zusammensetzung der Staphyliniden-Fauna betrifft, ist besonders die grosse Arten- als auch be-

sonders die Individuen-Zahl der Ufer-Formen, was ja auch in einem so enormen Flussgebiete wie das der Lena zu erwarten war, dies nur so mehr, da die Alluvionen hier sehr weitläufig sind und natürlicher Weise auch für solche Formen günstige Lebensbedingungen darbieten. Besonders reich an solchen Formen scheint die mittlere Lena zu sein. Weiter gegen Norden nehmen diese Käfer allmählich ab, so dass sie in den Umgebungen von Shigansk schon sehr vereinzelt auftreten. Am unteren Laufe des Flusses begegnen wir eine Menge borealer und auf den Tundren rein arktischer Elemente, die an der mittleren und oberen Lena entweder ganz mangeln, oder hier nur sehr vereinzelt auftreten.

Was sonst die Zusammensetzung der Fauna betrifft scheint dieselbe hauptsächlich aus Formen zu bestehen, die überhaupt eine sehr grosse Ausbreitung im paläarktischen Gebiete haben. Verhältnismässig wenige Arten sind, soweit wir es bis jetzt wissen, als rein östliche zu betrachten. Dies ist auch sehr natürlich, denn teils sind ja die meisten Staphyliniden gut ausgerüstet um sich leicht verbreiten zu können, dank ihrer gut entwickelten Flügel, teils zeigen zahlreiche Formen betreffs ihrer Lebensweise augenfällige Übereinstimmungen, was ihre weitere Verbreitung befördern muss.

Eine ungewöhnlich kleine Ausdehnung gegen Norden zeigen besonders die coprophilen Arten im Lena-Gebiete. Die Ursache hierzu ist wohl hauptsächlich davon abhängig, dass die Viehzucht wenigstens an den Ufern schon früh, zwischen Jakutsk und der Aldan-Mündung, aufhört, wodurch günstige Lebensbedingungen weiter nach Norden nicht mehr vorhanden sind. Diese Tatsache zeigen auch andere Coleopteren-Gruppen, besonders die coprophagen Lamellicornen, von denen in den Umgebungen von Jakutsk noch mehrere Arten vorhanden sind, etwas nördlicher aber vergebens aufzufinden sind.

Hervorzuheben ist auch der Umstand, dass von mehreren nördlichen Arten einige auch an der oberen Lena vorkommen, während sie am mittleren Laufe des Flusses nicht vorkommen oder selten sind. Als Beispiel solcher Formen mögen hier nur einige erwähnt werden: *Pycnoglypta sibirica*,

Phyllodrepa angustata, *Lathrobium sibiricum* und *Sipalia abbreviata*. Die Ursache hierzu ist wohl darin zu suchen, dass der obere Lena durch ein Hochland fließt, das für Kälte liebende Formen günstige Lebensbedingungen bietet.

1. **Olistherus substriatus** Payk.

Selben unter der Rinde von *Larix daurica* und *Abies obovata*: Batylym, 20. VII!; Tungus-haja, 18. IX!.

2. **Megarthus depressus** Payk.

An der obersten Lena, selten: Ust-Kut, 12. VI!; Olek-minsk, 18. VI!.

3. **M. sinuatocollis** Lac.

Nur bei Potopoffskoje an der obersten Lena, unter Steinen, 9. X!.

4. **Proteinus brachypterus** Fabr.

Ein Exemplar unter Laub auf feuchten Wiesen bei Shigansk, 8. VIII!.

5. **Pr. altaicus** Reitt. — Wien. Ent. Zeit. XXIV, p. 227-

Ein ♀ an der mittleren Lena in der Nähe der Wilui-Mündung in *Boletus* sp. am 22. VII! erbeutet.

6. **Anthobium nigriventre** Mot.

Selten an der mittleren Lena auf reich bewachsenen Uferböschungen: Aldan-Mündung, 13 u. 14. VII!, mehrere Exemplare; in der Nähe der Wilui-Mündung, einige Exx. am 22 u. 24. VII!.

7. **Pycnoglypta lurida** Gyll.

Selten an der mittleren, häufig an der unteren Lena unter Laub auf feuchteren Stellen: Ytyk-haja, 5. VII!; Tschimilkan, 14. IX!; Insel Agrafena, 1. VIII!; sehr häufig bei Shigansk, 7—20. VIII!; Kysyr, 28. VIII!; Bulun, 31. VIII!.

8. *P. sibirica* Mäkl.

Zusammen mit der vorigen Art, aber etwas seltener: Ust-Kut, 12. VI! mehrere Exemplare unter Moos in dichten *Larix*-Wäldern; Ytyk-haja, 5. VII!; Tschimilkan, 14. IX!; Ust-Aldan, 16. VII!; zwischen Ust-Aldan und Batylym, 18—19. VII!; ziemlich häufig bei Shigansk, 7—20. VIII!; Durnoj, 12. IX!; Ekseja, 19. IX!.

9. *Phyllocladepa angustata* Mäkl.

Unter Moos, Laub, u. s. w. auf feuchteren Stellen, sowohl in der Taiga, wie auch auf Wiesen, selten an der mittleren, ziemlich häufig an der unteren Lena: Ytyk-haja, 5. VII!; zwischen der Aldan-Mündung und Batylym, 19. VII!; Tschimilkan, 14. IX!; Insel Agrafena, 1. VIII!; Shigansk, 6—12. VIII!; Ekseja, 19. IX!; Durnoj, 14. IV!; Natará, 13. IX!; Kysyr 28. VIII!; Bulun, 31. VIII!; Kypsaraj, 7. IX!; Tit-ary 4. IX!.

Var. *obscuratus* (m.) Luze..

Zwei Exemplare wurden zusammen mit der Hauptform bei Shigansk am 13 und 18. VIII! gefunden.

10. *Omalium brevicolle* Thoms.

Ein Exemplar auf feuchten Wiesen unter Gras bei Shigansk, 8. VIII!.

11. *Omalium curtipenne* Mäkl.

Ust-Kut, ein Exemplar unter Moos in dichter Taiga 12. VI!.

12. *Phloeonomus (Phloeostiba) lapponicus* Zett.

An der oberen Lena selten, an der mittleren dagegen ziemlich häufig, besonders unter der Rinde von *Abies*: Usserdinskoje-ozero, 6. VI!; Shigalowa, 8. VI!; zwischen der Aldan-Mündung und Batylym, 19. VII!, auch unter *Larix dahurica* — Rinde; in der Nähe der Wilui-Mündung, 24. VII!; zwischen der Wilui-Mündung und Tscheremyi-haja, 27. VII!; Ulah-ajah, 16. IX!; Shigansk, 8 u. 16. VIII!.

13. **Micralymma dicksoni** Mäkl.

Auf den Tundren der untersten Lena, unter Moos auf feuchten Stellen, selten: Bulkur, 6. IX!; Tit-ary, 4. IX!.

14. **Cylletron nivale** Thoms.

Einige Exemplare unter *Salix*-Laub auf einer feuchten Wiese auf der Insel Agrafena, 1. VIII!.

15. **Porrhodites fenestralis** Zett.

Zwei Exemplare auf einer feuchten Wiese auf der Insel Agrafena, 1. VIII!, und sehr zahlreiche Stücke auf gleichartigen Stellen bei Shigansk, Abends aus dem Grase gekötschert, am 14, 15, 17 u. 21. VIII!.

16. **Olophrum fuscum** Grav.

Einzeln an der mittleren und unteren Lena unter Laub, besonders in den Saliceten auf den Alluvionen: Tschimilkan, 14. XI!; Ust-Aldan, 14. VII!; Agrafena, 1. VIII!; Shigansk, 21. VIII!; nördlichst bei Durnoj 12. IX!.

17. **O. boreale** Páyk.

Zusammen mit der vorigen Art an der mittleren und unteren Lena, ziemlich selten: am Rande eines Baches auf den Werchojansk'schen Gebirgen der Wilui-Mündung gegenüber, 24. VIII!; einige Exemplare auf der Insel Agrafena, 1. VIII!; einzeln bei Shigansk, 7, 13 u. 16. VIII!.

18. **O. consimile** Gyll.

Am mittleren und am unteren Laufe des Flusses unter Laub und Moos auf feuchten Wiesen, stellenweise sehr zahlreich: In der Nähe der Wilui-Mündung, 24. VIII!, drei Exemplare; zwei Stücke auf der Insel Agrafena, 1. VIII!; sehr häufig am Ufer eines kleinen Taiga-Sees bei Shigansk, 6—18. VIII!.

19. **Arpedium brachypterum** Grav.

Häufig unter Laub u. s. w. auf feuchten Stellen, besonders auf den Alluvionen der mittleren und unteren Lena:

Ytyk-haja, 7. VII!; Tschimilkan, 14. IX!; zwischen der Aldan-Mündung und Batylym, 19. VII!; auf den Werchojansk'schen Gebirgen in der Nähe der Wilui-Mündung, 24. VII!; Tungus-haja, 18. IX!; Insel Agrafena, 1. VIII!; Shigansk, 8--21. VIII!; Durnoj, 12. IX!; Kytylyk, 17. IX!; Bulun, 31. VIII!.

20. **A. tenue Lec.** (mixtum Bernh.)

Zusammen mit der vorigen Art ein Exemplar bei Shigansk, 7. VIII!, und ein anderes auf der Insel Agrafena, 1. VIII!.

21. **A. puncticolle J.** Sahlb.

Mehrere Exemplare unter Laub in den Saliceten der Alluvionen auf der Insel Agrafena, 1. VIII!, und bei Shigansk, 12 u. 16. VIII!.

22. **A. gyllenhali Zett.**

Unter Laub am Rande eines Taiga-Baches bei Batylym, ein Exemplar am 19. VIII!; ein Stück auf den Werchojansk'schen Gebirgen in der Nähe der Wilui-Mündung, am Bach-Ufer in der alpinen Region, 24. VIII!.

23. **Acidota crenata Fabr.**

Ein Exemplar an der mittleren Lena auf einer Insel in der Nähe von Nikolskaja, 10. VII!.

24. **Coryphium parvulum Popp.** Medd. Faun. Flor. fenn. H. 29 p. 107.

Ein einziges Exemplar unter Moos in der Taiga in der Nähe der Aldan-Mündung, 20. VII!.

25. **Boreaphilus nordenskjöldi Mäkl.**

An der unteren Lena, nicht selten unter Moos, Laub, u. s. w. in der Taiga auf feuchteren Stellen: Shigansk, zahlreiche Exemplare, 8--18. VIII!; Durnoj, 12. IX!; Kysyr, 28. VIII!; Bulun, 31. VIII!.

26. **B. henningianus** Sahlb.

Mehrere Exemplare zusammen mit der vorigen Art bei Shigansk, 8—17. VIII!.

27. **B. sahlbergi** Popp. — Medd. Faun. Flor. fenn. H. 29 p. 106.

Ein Exemplar zusammen mit den beiden vorigen Arten bei Shigansk, 9. VIII!.

28. **Thinobius brevipennis** Kiesw.

An der mittleren Lena an schlammigen Ufern stehender Kleingewässer auf den Alluvionen: Insel Bytjak in der Nähe der Wilui-Mündung 26. VII!, einige Exemplare; auf Inseln zwischen Tschereymi-haja und Agrafena, 29. VII!, ziemlich häufig.

29. **Trogophloeus** (s. str.) **rivularis** Mot.

Ein Exemplar im Schlamme am Ufer eines Tümpels auf der Insel Bytjak an der Wilui-Mündung, 26. VIII!.

30. **T. (Boopinus) memnonius** Er.

Nicht selten an der oberen und mittleren Lena auf Schlamm Boden auf den Alluvionen: Ust-Kut, 13. VI!; Jakutsk, 27. VI!, an den Ufern kleiner Steppen-Seen; Ytykhaja, 7. VII!; Insel in der Nähe von Önkryr-yrjäh, 8. VII!; Aldan-Mündung, 14. VII!; Insel Bytjak, zusammen mit der vorigen Art!; nördlichst auf der Insel Agrafena, 1. VIII!.

31. **T. (Tænosoma) latipennis** n. sp.

Schwarz, oben glänzend, die Fühler und die Palpen dunkel. Der Körper ist ziemlich gedrungen. Der Kopf ist, wie der Halsschild, ziemlich glänzend, ziemlich fein, dicht punktiert, mit einer tiefen Furche innerhalb der Fühlerbasis. Die Augen sind gross und vorspringend. Der Kopf ist hinten eingeschnürt, die Schläfen sind deutlich abgesetzt, obgleich etwas verrundet. Die Fühler sind etwa so lang als Kopf und Halsschild zusammen, zur Spitze etwas verdickt. Die Fühlerglieder sind kurz, vom 4:ten an breiter als lang.

Das dritte Glied ist nur wenig länger als das 4:te, dieses etwas kürzer als das fünfte, ebenso lang als das 6:te.

Der Halsschild ist so breit als der Kopf, bedeutend schmaler als die Flügeldecken, vor der Mitte am breitesten und hier an den Seiten ziemlich kräftig gerundet, zur Basis stark verengt. Die Vorderecken sind nicht vorgezogen. Die Punktur ist an den Seiten etwas kräftiger. Die Seiten sind schwach crenuliert. Auf der Scheibe zwei deutliche, obgleich seichte Längsfurchen, ohne glatte Mittellinie.

Die Flügeldecken sind sehr breit, fast ebenso breit wie lang, kräftig und dicht punktiert wie bei *nitidus* Baudi. Sie sind etwa doppelt länger und viel breiter als der Halsschild. Jederseits an der Sutura ist eine hinten zu etwas erloschene, seichte Längsfurche zu sehen. Das Abdomen ist glänzend, ziemlich dicht und sehr fein chagriniert punktiert. Das 7:te Dorsalsegment ist am Hinterrande breit ausgeschweift schmal gelbweiss gesäumt. — Long. 2 mm.

Diese Art ist besonders durch die breiten Flügeldecken und Hinterkörper ausgezeichnet, die eine Punktur haben, die ebenso kräftig wie bei *nitidus* Baudi und *punctatellus* Er. und Verwandte ist. Von den letzteren aber zu unterscheiden u. a. dadurch, dass eine glatte Mittellinie auf der Halsschild-Scheibe nicht vorzufinden ist. Von *nitidus* sofort zu unterscheiden durch den breiten und viel mehr gedrunge- nen Körper, durch die breiten Flügeldecken u. s. w.

Drei Exemplare auf der Insel Agrafena, I. VIII!; zwischen Moos an feuchten Ufern kleiner Gewässer.

32. *Tr. (Tænosoma) corticinus* Grav.

Häufig auf gleichartigen Lokalen wie der vorige und oft zusammen mit demselben: Olekminsk, 18. VI!; Ytyk-haja, 5 u. 7. VII!; Önkryr-yrjäh auf Inseln, 8. VII!; Insel etwa 20 Werst nördlich von Nikolskaja, 10. VII!; Insel Bytjak, 26. VII!; Insel Agrafena, 1. VIII!; nördlichst bei Naschim-haja, 3. VIII!.

33. *Tr. (Tænoesoma) pusillus* Grav.

Ziemlich zahlreich zusammen mit *Tr. corticinus*, *memnonius*, und *Thinobius brevipennis* auf der Insel Bytjak, 26. VII!;

ein Exemplar auf Inseln zwischen Tscheremyi-haja und Agra-fena, 29. VII!.

34. **Tr. (Tænosoma) gracilis** Mannh.

Nur ein einziges Exemplar wurde Anfang August auf Inseln bei Shigansk gefunden.

35. **Tr. (Troginus) exiguus** Er.

Zahlreich zusammen mit anderen *Trogophlæus*-Arten auf der Insel Bytjak und auf Inseln zwischen Tscheremyi-haja und Agra-fena, sowie zusammen mit der vorigen Art bei Shigansk.

36. **Oxytelus rugosus** Fabr.

Selten an der oberen und mittleren Lena:- In Mist bei Ust-Kut, 12. VI!; unter Laub in den Saliceten auf einer Insel in der Nähe von Önkyr-yrjäh, 8. VII!.

Var. *pulcher* Grav.

Zwei Exemplare an einem Teichufer bei Nikolskaja, 9. VII!.

37. **O. (Tanycrærus) laqueatus** Marsh.

In Mist und unter modernden Vegetabilien an der oberen und mittleren Lena: Olekminsk, 18. VI!; Jakutsk, 25. VI!; Ytyk-haja, 7. VII!; Ust-Aldan, 13. VII!.

38. **O. (Anotylus) nitidulus** Grav.

An der oberen und mittleren Lena selten: Ust-Kut, 12. VII!, und Jakutsk, 25. VI!, in Mist; unter modernden Vegetabilien auf der Insel Bytjak, 26. VII!, und bei Naschim-haja, 3. VIII!.

39. **Platysthetus (Pyctocrærus) arenarius** Geoffr.

Nicht selten in Mist auf sandigen Stellen bei Ust-Kut, 13—14. VI!.

40. **Pl.** (s. str.) **nitens** Sahlb.

Nur ein Exemplar wurde am 12. VI! bei Ust-Kut gefunden.

41. **Bledius** (**Blediodes**) **litoralis** Heer. var. *lugubris* n.

Sämtliche Exemplare, die an der Lena gefunden wurden, zeichnen sich durch einfarbig dunkle, schwarze Oberseite aus, wodurch sie von der Hauptform, bei welcher die Flügeldecken braunrot sind, abweichen.

Zahlreiche Exemplare im Schlamme an den Ufern stehender Kleingewässer auf Alluvial-Inseln an der Aldan-Mündung, 14 u. 15. VII!; auf gleichartigen Lokalitäten auf Inseln zwischen Tschereymi-haja und der Insel Agrafena, 29. VII!, einzeln.

42. **Bl.** (**Blediodes**) **opacicollis** Epph.

Von dieser nur im Baikal-Gebiete gefundenen Art wurde ein Exemplar auf den Werchojansk'schen Gebirgen gegenüber der Wilui-Mündung unter Steinen am Ufer eines kleinen Gebirgsbaches am 24. VII! gefunden.

43. **Bl.** (**Blediodes**) **poppiusi** Bernh.

Nur ein Exemplar wurde im Schlamme am Ufer kleiner Gewässer auf der Insel Bytjak an der Wilui-Mündung am 26. VII! gefunden. Früher war diese Art nur aus der Halbinsel Kola bekannt.

44. **Bl.** (**Hesperophilus**) **subterraneus** Er.

Häufig auf den Alluvionen der mittleren Lena im Schlamme am Ufer kleiner Gewässer: Marhá, 3—4. VII!; nördlich von Nikolskaja, 10. VII!; Aldan-Mündung, 15. VII!; Insel Bytjak, zusammen mit der vorigen Art, 26. VII!; zwischen Tschereymi-haja und Agrafena, 29. VII!.

45. **Stenus** (s. str.) **biguttatus** L.

Häufig auf sandigen Ufern der obersten Lena: Werhonsk, 7. VI!; zwischen Ust-Ilga und Surowo, 9. VI!; zwischen Surowo und Amaloi, 10. VI!; an der mittleren Lena nur bei Tschimilkan, 19. IX!, gefunden.

46. **St. (s. str.) bipunctatus** Er.

Viel seltener als der vorige auf Sand-Ufern der mittleren Lena: Olekminsk, 18. VI!; Insel unweit Marhá, 3. VII!; Insel in der Nähe von Nikolskaja, 9. VII!.

47. **St. (s. str.) junio** Fabr.

Auf feuchten Wiesen ein ♂ bei Ytyk-haja, 7. VII!.

48. **St. (s. str.) fasciculatus** J. Sahlb.

An der mittleren Lena weit verbreitet, meistens jedoch nur einzeln anzutreffen. An schlammigen Ufern und in der Moos-Decke am Rande kleiner Taiga-Seen. Auch an den Ufern kleiner Gebirgsbäche in der obersten Waldregion: Olekminsk, 18. VI!; Jakutsk, 25. VI, 1. VII!; Marhá, 3. VII!; zwischen der Aldan-Mündung und Batylym, 18. VII!: auf den Werchojansk'schen Gebirgen in der Nähe der Wilui-Mündung, 22. VII!; nördlichst bei Shigansk, 12. VIII!.

49. **Stenus (s. str.) taigæ** n. sp.

Oben ziemlich glänzend, einfarbig schwarz, kurz und weitläufig weiss behaart, die Fühlerglieder vom 3:ten an etwas heller, schwarzbraun. Der Kopf ist mässig gross, samt den Augen nicht so breit als die Flügeldecken, bedeutend breiter aber als der Halsschild, dicht wie der Halsschild runzelig punktiert. Die Stirn ist in der Mitte ziemlich stark kielförmig erhöht, an den Seiten der Erhöhung flach gefurcht. Das 3:te Fühlerglied ist etwa um $\frac{1}{3}$ länger als das 4:te, das nur etwas länger als das 5:te ist.

Der Halsschild ist gestreckt, länger als breit, schwach herzförmig, etwas vor der Mitte am breitesten, die Seiten vor den Hinterecken nicht ausgeschweift, diese letztere stumpfwinkelig. In der Mitte der Scheibe eine feine und kurze, ziemlich seichte Mittellinie. Die Punktur ist kräftig und dicht, feiner und dichter als auf den Flügeldecken.

Die Flügeldecken sind etwas länger als der Halsschild, auf den Seiten der Scheibe mit einigen flachen Unebenheiten. Der Hinterrand ist in der Mitte schwach ausgeschnitten. Die Punktur ist grob und kräftig, ziemlich dicht, die

Zwischenräume der Punkte besonders hinten und an den Seiten zu Querrunzeln geordnet, die bei schwächerer Vergrösserung dem Tiere ein sehr charakteristisches Aussehen verleihen.

Der Hinterkörper ist an den Seiten dick gerandet, glänzend, fein und ziemlich weitläufig punktiert, die Punktur der vorderen Segmente kräftiger und dichter als die der hinteren. In der Mitte der ersten Segmente befindet sich an der Basis eine deutlich hervortretende Längsleiste.

Die Hintertarsen sind schlank und ziemlich gestreckt, etwas kürzer als die Hinterschienen, das vorletzte Glied ungelappt. — Long. 4 mm.

♂. Die Hinterbrust ist in der Mitte breit eingedrückt, hier aber doch nicht mit längeren Haaren besetzt. Das 6:te Ventralsegment ist in der Mitte der Länge nach glänzend glatt, an der Basis mit zwei kräftigen zahnförmigen Höckerchen, am Hinterrande tief ausgeschnitten. Das 5:te Ventralsegment ist in der Mitte der Länge nach tief und breit ausgehöhlt; diese Stelle glänzend glatt, an den Seiten von kräftig vortretenden, hinten zahnförmig ausgezogenen Längskielen begrenzt. Der Hinterrand ist in der Mitte breit ausgebuchtet. Das 4:te Ventralsegment ist hinten in der Mitte sehr seicht eingedrückt, ohne geglättete Stelle.

Steht dem *St. fasciculatus* J. Sahlb. sehr nahe, unterscheidet sich aber durch grösseren Kopf mit grösseren Augen, durch gestreckteren Halsschild, das deutlich länger als breit ist, dessen Mittelfurche aber feiner ist, sowie durch kräftigere und besonders auf den Flügeldecken anders erscheinende Sculptur. Schliesslich im ♂:chen Geschlechte leicht zu unterscheiden durch den Bau der Ventralsegmente. In dieser Hinsicht ist unsere Art näher mit *St. ater* Mannh. und *St. inuptus* Epph. verwandt, ist aber bedeutend kleiner. Von der erstgenannten Art ausserdem zu unterscheiden durch kleineren Kopf mit kleineren Augen, schmäleren, an den Seiten seichter gerundeten Halsschild, durch die Sculptur der Decken, weitläufigere Punktur des Hinterkörpers, der hierdurch glänzender erscheint, sowie durch spärlichere Behaarung der Oberseite; ausserdem ist beim ♂ das 4:te Ventralsegment anders gebaut.

Acht Exemplare in feuchter Moos-Decke am Rande eines kleinen Taiga-Sees bei Shigansk am 7 und 12. VIII!

50. **Stenus** (s. str.) **simpliciventris** n. sp.

Glänzend, schwarz, kurz und weitläufig gelblich grau behaart, die mittleren Fühler schwarzbraun. Der Kopf ist gross, fast so breit wie die Basis der Flügeldecken, die Augen gross, vorspringend, die Stirn zwischen den Augen mit ziemlich flachen, nach vorne schwach convergierenden Stirnfurchen, zwischen denselben mässig erhöht. Die Punktur auf der Oberseite ist dicht und kräftig, etwas runzelig. Die Fühler sind wie bei *St. taigæ* gebaut.

Der Halsschild ist gestreckt, etwas länger als breit, schwach herzförmig, in der Mitte am breitesten, vor der Basis an den Seiten etwas ausgeschweift, mit schwach stumpfen Hinterecken. Die Punktur ist kräftig und dicht, etwas runzelig, ebenso wie der Kopf, feiner und dichter aber als die Flügeldecken punktiert. Die Mittelfurche ist sehr seicht, ziemlich erloschen.

Die Flügeldecken sind etwas länger als der Halsschild, an der Basis kaum breiter als der Kopf, nach hinten schwach erweitert und am Hinterrande breit ausgebuchtet, etwas weitläufiger und gröber punktiert als Kopf und Halsschild. Die Scheibe hat vorne an den Seiten und an der Suture einige Unebenheiten.

Der Hinterkörper ist viel stärker glänzend als die übrigen Teile der Oberseite, an den Seiten kräftig gerandet, fein und weitläufig, vorne etwas kräftiger als hinten punktiert. An der Basis in der Mitte der ersten Segmente befindet sich ein deutlicher Längskiel. — Long. 4 mm.

♂. Die Hinterbrust ist breit eingedrückt und hier mit dichter stehenden, längeren Haaren besetzt. Das 6:te Ventralsegment ist überall gleichförmig punktiert, an der Basis ohne Höckerchen, in der Mitte des Hinterrandes schmal und tief ausgeschnitten. Das 5:te Ventralsegment ist in der Mitte ausgehöhlt. Die Aushöhlung wird nach vorne kielförmig verengt und ist im Grunde glänzend glatt. Jederseits ist die Aushöhlung von zwei Längsleisten begrenzt, die am Hinterrande schwach zahnförmig ausgezogen sind und die

glatt sind. Am Hinterrande ist das Segment in der Mitte breit ausgebuchtet. Das 4:te Ventralsegment ist einfach.

Sehr nahe verwandt mit *St. fasciculatus* J. Sahlb. und *St. taigæ* m. Dem erstgenannten steht die neue Art bezüglich der ♂:chen Geschlechtscharaktere am nächsten. Das 4:te Segment ist aber einfach und das 5:te ist nicht mit langen Haaren besetzt. Ausserdem ist der Körper gestreckter und viel mehr glänzend. Der Kopf ist grösser. Die Flügeldecken sind schmaler und verhältnismässig kürzer und die Punktur der Oberseite ist weitläufiger und gröber. — Von *St. taigæ* zu unterscheiden besonders durch die ♂:chen Geschlechtscharaktere, die sehr verschieden gebaut sind. Sonst aber gleichen die Arten einander sehr. Der Körper ist gestreckter. Der Halsschild ist bei *simpliciventris* etwas kürzer, die Flügeldecken kürzer und schmaler. Die Punktur der Oberseite ist etwas gröber und weitläufiger, auf den Flügeldecken nicht querrunzelig. — Im Bau der ♂:schen Geschlechtscharaktere erinnert die neue Art auch ziemlich an *St. longitarsis* Thoms., unterscheidet sich aber in einigen Hinsichten. Sonst ist die Übereinstimmung der beiden Arten nicht gross.

Lebt auf gleichartigen Stellen wie *St. taigæ*, sowie auch unter Laub und Moos in feuchten *Larix*-Wäldern. Ein Exemplar bei Ytyk-haja, 7. VII!; sieben Exx. zusammen mit *St. taigæ* bei Shigansk, 7. VII!; ein Ex. bei Bulun (etwa 70° u. Br.), 31. VIII!.

51. **St. (s. str.) calcaratus** Scriba.

Nicht selten an der mittleren Lena an schlammigen und sandigen Ufern sowie unter Laub auf feuchteren Stellen: Insel in der Nähe von Nikolskaja, 9. VII!; Bardeljah, 11. VII!; Insel Bytjak in der Nähe der Wilui-Mündung, 26. VII!; auf dem Festlande unweit der Insel Agrafena, 31. VII!, und auf der Insel selbst, 1. VIII!; Naschim-haja, 3. VIII!; Shigansk, am Ufer von Schiganka, 12. VIII!, und auf Inseln in der Lena, 16. VIII!.

52. **St. (s. str.) proditor** Er.

Selten auf feuchten Stellen unter Laub: Ein Exemplare bei Önkыр-yrjäh, 7. VII!, und mehrere bei Shigansk, 7. VIII!.

53. **St. (s. str.) kamtschaticus** Mot.

Zwei Exemplare unter Moos in der Taiga zwischen Ust-Aldan und Batylym, 19. VII!, und mehrere auf gleichartigen Lokalen bei Shigansk, 6—13. VIII!.

54. **St. (s. str.) sibiricus** J. Sahlb.

Längs der ganzen Lena verbreitet, am unteren Laufe jedoch am häufigsten. Lebt unter Moos und modernden Vegetabilien auf feuchteren Stellen in der Taiga. Ust-Kut, 12. VI!; zwischen der Aldan-Mündung und Batylun, 18—19. VII!; Tschimilkan, 20. IX!; Ekseja, 19. IX!; Tungus-haja, 18. IX!; Naschim-haja, 3. VIII!; häufig in den Umgebungen von Shigansk, 6—13. VIII!; Kytylyk, 17. IX!; nördlichst auf der Insel Tit-ary (c.a 72° n. Br.), 4. IX!.

55. **St. (Nestus) ruralis** Er.

An schlammigen und sandigen Ufern an der oberen und mittleren Lena bis etwa 67° n. Br., stellenweise in grosser Anzahl. Shigalowa, 8. VI!; Ust-Ilga, 9. VI!; zwischen Surowo und Amaloi, 10. VI!; Ust-Kut, 12. VI!; Kotschegoroffskaja, 18. VI!; Nikolskaja, 10. VII!; Aldan-Mündung, häufig, 13—14. VII!; Insel Bytjak, 26. VII!; zwischen Tschereymi-haja und Agrafena, 29. VII!.

56. **St. (Nestus) buphthalmus** Grav.

Häufig an der mittleren Lena an lehmigen Ufern und auf feuchten Wiesen unter Moos. Olekminsk, 18. VI!; Jakutsk, 25. VI!, 1. VII!; Ytyk-haja, 5 u. 7. VII!; Insel unweit Önkyr-yrjäh, 8. VII!; Insel Bytjak, 26. VII!; Insel Agrafena 1. VIII!, Shigansk. 13. VIII!.

57. **St. (Nestus) incrassatus** Er.

Nur ein einziges Exemplar bei Ytyk-haja, 7. VII!.

58. **St. (Nestus) canaliculatus** Gyll.

Selten auf feuchten Wiesen und an schlammigen Ufern: Olekminsk, 18. VI!; Insel in der Nähe von Önkyr-yrjäh, 8. VII!; Shigansk, 8, 13. und 18. VII!.

59. **St. (Nestus) nitens** Steph.

An der mittleren Lena weit verbreitet, aber einzeln. Lebt unter Moos u. s. w. besonders auf feuchten Wiesen, zuweilen auch an steinigen Ufern: Olekminsk, 18. VI!; Ytykhaja, 7. VII!; Önkür-yrjä, 8. VII!) Ust-Aldan, 13. VII!; zwischen Ust-Aldan und Batylym, 19. VII!; Shigansk, 13. VIII!.

60. **St. (Nestus) melanarius** Steph.

An der unteren Lena selten. Shigansk, mehrere Exemplare zwischen Moos am Ufer eines kleinen Taiga-Sees, 7. VII!; auf feuchten Stellen auf den Tundren bei Bulkur, 6. IX!, zwei Exemplare, und auf der Insel Tit-ary, 4. IX!, ein Exemplar.

61. **St. (Nestus) atratulus** Er.

Mehrere Exemplare unter Moos und Laub auf feuchteren Stellen auf Wiesen und in der Taiga bei Shigansk am 6, 9, 14 und 21. VIII!.

62. **Stenus (Nestus) jacuticus** n. sp.

Glänzend, schwarz, wenig dicht und kurz weiss behaart. Der Kopf ist breiter als der Halsschild, nicht so breit als die Basis der Flügeldecken, die Augen sind gross und vorspringend. Die Punktur ist ziemlich kräftig und dicht, jedoch feiner als auf dem Halsschild und auf den Flügeldecken. Die Stirnfurchen sind tief, die Stirn zwischen denselben ist scharf kielförmig erhoben. Die Fühler sind gestreckt, die letzten Glieder verdickt. Die zwei ersten Glieder gleich lang, das 3:te länger als das 4:te, die folgenden allmählich kürzer werdend.

Der Halsschild ist schwach herzförmig, etwa so breit als lang, an den Seiten ziemlich gerundet, vor den fast rechtwinkeligen Hinterecken ausgeschweift. Die Punktur der Scheibe ist dicht und kräftig, jedoch feiner als auf den Flügeldecken. Die Mittelfurche fehlt.

Die Flügeldecken sind etwas länger als breit, etwa $\frac{1}{3}$ länger und viel breiter als der Halsschild, dicht und kräftig, etwas runzelig punktiert, schwach uneben.

Der Hinterkörper ist oben sehr weitläufig, fein punktiert, dick gerandet. In den Querfurchen der vorderen Dorsalsegmente sind vier kurze Längskielchen zu sehen.

Die Füße sind von normaler Länge, das vorletzte Glied derselben ungelappt. — Long. 3.5 mm.

Beim ♂ sind die Ventralsegmente einfach. Nahe mit *St. melanopus* Marsh. verwandt, unterscheidet sich aber durch schmäleren, nach hinten zu mehr zugespitzten Körper. Der Kopf ist grösser, der Halsschild länger und schmaler, an den Seiten weniger gerundet. Die Flügeldecken sind etwas länger. Überhaupt ist die Punktur feiner, besonders aber auf dem Hinterkörper.

Ein Exemplar unter Moos in der Taiga in der Nähe der Aldan-Mündung, 16. VII!, ein anderes auf der Insel Agrafena unter Moos auf feuchten Wiesen, 1. VIII!.

63. **St. (Nestus) labilis** Er.

Mehrere Exemplare auf feuchten, Moos-bewachsenen Wiesen auf der Insel Agrafena, 1. VIII!.

64. **St. (Nestus) confusus** J. Sahlb.

An der mittleren Lena an lehmigen Ufern, ein Exemplar bei Jakutsk, 1. VII!, ein anderes auf einer Insel nördlich von Önkür-yrjä, 8. VII!.

65. **St. (Nestus) pusillus** Steph.

Selten an der mittleren Lena unter Laub und Moos auf feuchten Stellen: zwischen der Aldan-Mündung und Battylym, 19. VII!; Shigansk, 13. VIII!, auf beiden Stellen nur einige Exemplare.

66. **St. (Nestus) nanus** Steph.

An der mittleren Lena, selten unter Laub auf feuchten Stellen. Auf Inseln in der Nähe von Marhá, 3—4. VII!; Önkür-yrjä, 8. VII!; zwischen der Aldan-Mündung und Battylym, 19. VII!.

67. **St. (Nestus) fuscipes** Grav.

Häufig an der mittleren Lena unter Laub u. s. w. auf feuchten Stellen. Olekminsk, 18. VI!; Jakutsk, 27. VI!;

Ytyk-haja 5 u. 7. VII!; Önkыр-yrjä, 8. VII!; Nikolskaja, 9. VII!; Insel Agrafena, 31. VII!; Shigansk, 7, 9, 12 u. 18. VIII!.

68. **St. (Nestus) argus** Grav.

An sandigen Ufern auf kleinen Inseln bei Shigansk, ein Exemplar am 16. VIII!.

69. **St. (Nestus) humilis** Er.

Im ganzen Lena-Thal, stellenweise nicht selten. Ust-Kut, 12, VI!; Ytyk-haja, 7. VII!; Aldan-Mündung 13 u. 16. VII!; zwischen Aldan und Batylym, 19. VII!; Werchojansk'sche Gebirge der Wilui-Mündung gegenüber, 24. VII!; Insel Agrafena, 31. VII!; Kytylyk, 17. IX!; nördlichst bei Bulun (c:a 70° n. Br.), 31. VIII!.

70. **St. (Tesnus) opticus** Grav.

Unter modernden Vegetabilien auf feuchteren Stellen sowohl auf Wiesen, wie auch in der Taiga wurden einige Exemplare in den Umgebungen von Shigansk am 6, 7 und 12. VIII!, gefunden.

71. **St. (Tesnus) crassus** Steph.

Häufig an der mittleren Lena unter modernden Vegetabilien auf feuchten Stellen sowohl auf den Alluvial-Inseln wie auch in der Taiga: Olekminsk, 18 VI!; auf Inseln in der Nähe von Marhä, 3. VII!; Ytyk-haja, 5. VII!; Nikolskaja, 9. VII!; Ust-Aldan, 13. VII!; zwischen Ust-Aldan und Batylym, 19. VII!; Insel Agrafena, 31. VII!; Shigansk, 8. VIII!; nördlichst bei Durnoj, 12. IX!.

72. **St. (Hypostenus) tarsalis** Ljungh.

Selten an schlammigen Ufern und auf feuchten Wiesen: Einige Exemplare bei Ytyk-haja, 5 u. 7. VII!, und bei Önkыр-yrjä, 8. VII!.

73. **St. (Hypostenus) similis** Hrbst.

Mehrere Exemplare auf feuchten Wiesen unter modernden Vegetabilien bei Olekminsk, 18. VI!.

74. *Stenus (Hypostenus) repandus* n. sp.

Schwarz, ziemlich glänzend, dicht, auf dem Kopfe, auf dem Halsschild und auf den Flügeldecken kurz, auf dem Hinterkörper aber lang und etwas rauh weiss behaart, welche Behaarung besonders an den Seiten der Segmente kräftiger hervortritt. Die Beine, die Palpen und die Fühler sind dunkel, die letzteren in der Mitte braun, mit den zwei ersten Gliedern dunkel.

Der Kopf ist gross, mit grossen Augen, fast ebenso breit wie die Flügeldecken, wenig glänzend, dicht und ziemlich fein punktiert. Die Stirnfurchen sind seicht und schmal, nach vorne convengierend; zwischen denselben ist der Kopf schwach und flach erhöht. Im Bau erinnert der Kopf sehr an demselben bei *tarsalis* Ljung. Die Fühler sind kürzer als Kopf und Halsschild zusammen, mit wenig verdickter Keule. Das 3:tte Glied ist nur wenig länger als das 4:te, das fast ebenso lang wie das 5:te ist.

Der Halsschild ist kurz und schwach herzförmig, nur wenig länger als breit, in der Mitte am breitesten, nach vorne seicht gerundet verengt, gleich hinter der Mitte seicht ausgeschweift und zur Basis allmählig verengt, mit schwach stumpfen Vorder- und Hinterecken. Die Scheibe ist etwas mehr glänzend als der Kopf, gröber und etwas weitläufiger punktiert als dieser, ohne Spur einer Mittelfurche.

Die Flügeldecken sind bedeutend breiter und deutlich länger als der Halsschild, weitläufiger und kräftiger punktiert als dieser und hierdurch mehr glänzend erscheinend, an den Seiten der Scheibe zwei nach einander stehende, sehr seichte grubchenförmige Unebenheiten.

Der Hinterkörper ist ziemlich schmal, nach hinten nur wenig verengt und mit ungerandeten Seiten, so dicht, aber viel feiner als die Flügeldecken, bis zur Spitze punktiert, lang und ziemlich dicht behaart. Die Segmente sind an der Basis tief eingeschnürt, wodurch der Hinterkörper ein sehr charakteristisches Aussehen erhält. An der Basis in der Mitte der vorderen Segmente befindet sich ein kurzer, deutlich sichtbarer Längskiel.

Die Beine sind ziemlich lang, die Tarsen dagegen kurz, das 4:te Glied tief gespalten. — Long. 4.5 mm.

♂. Unbekannt.

Eine sehr ausgezeichnete und von den übrigen *Hypostenus*-Arten sehr abweichende Form, die besonders durch den gestreckten, langbehaarten Körper, die dunkle Farbe der Beine und auch der Fühler, sowie durch den augenfälligen Bau des Hinterkörpers leicht kenntlich ist.

Ausbreitung: Von dieser Art habe ich nur zwei ♀ ♀ gesehen, das eine an der unteren Lena auf der Insel Agrafena zwischen *Carex*-Wurzeln an lehmigem Teichufer, 1. VIII!, das andere in Nord-Russland in den Umgebungen von Mezen unter Vegetabilien auf feuchten Wiesen, 13. VI. 1903! von mir erbeutet. Die Art hat also, wie es scheint, eine grosse Verbreitung.

75. **St. (*Hemistenus*) *pubescens* Steph.**

Selten auf feuchten Wiesen und an lehmigen Ufern an der mittleren Lena: Ytyk-haja, 7. VII!; Insel Bytjak in der Nähe der Wilui-Mündung, 26. VII!.

76. **St. (*Hemistenus*) *pallitarsis* Steph.**

Selten an der oberen und mittleren Lena: Ust-Kut, 12. VI!; Olekminsk, 18., VI!; Ust-Aldan, 13. VII!; zwischen Ust-Aldan und Batylym, 19. VII!.

77. **St. (*Parastenus*) *palustris* Er.**

Nur an der obersten Lena einige Exemplare unter Moos in der Taiga bei Ust-Kut am 12. VI!.

78. ***Euæsthetus bipunctatus* Ljungh.**

Einige Exemplare unter Laub am Teichufer bei Jakutsk, 25. VI!.

79. ***E. ruficollis* Mot.**

Nicht selten unter Laub und Moos in der Taiga an der mittleren Lena: Aldan-Mündung, 13 und 16. VII!; zwischen der Aldan-Mündung und Batylym, 18—19. VII!; ziemlich zahlreich in den Umgebungen von Shigansk, 6—8. VIII!.

80. *Euæsthetus frigidus* n. sp.

Schwarz, ziemlich glänzend, der Kopf und die Beine dunkel braun, die Fühler und die Mandibeln etwas heller braun, die ersteren mit verdunkelter Spitze.

Der Kopf ist gross mit ziemlich grossen Augen, glänzend, ziemlich grob, aber weitläufig punktiert.

Der Halsschild ist nur etwas breiter als der Kopf mit den Augen, breiter als lang, an den Seiten ziemlich kräftig gerundet und zur Basis gerundet verengt, mit der grössten Breite etwas vor der Mitte. Die Scheibe ist mässig gewölbt ziemlich glänzend, hinten mit zwei seichten, kurzen, nach hinten schwach divergierenden Längseindrücken. Die Scheibe ist, sowie auch die Flügeldecken und der Hinterkörper, kurz anliegend, wenig dicht weiss behaart. Die Punktur derselben ist etwas kräftiger und dichter als auf dem Kopfe.

Die Flügeldecken sind viel breiter als lang, bedeutend breiter und etwas kürzer als der Halsschild, sowie dieser punktiert, ziemlich glänzend. Hinten sind dieselben breit ausgerandet.

Der Hinterkörper ist etwas matter als der Halsschild und die Flügeldecken und seichter punktiert.

Die Fühler sind kurz, nur etwas die Mitte des Halsschildes überragend mit keulenförmig abgesetzter Spitze. — Long. 1.5 mm.

Durch die kurzen Flügeldecken sehr nahe mit *E. ruficollis* Mot. verwandt; die Farbe ist aber dunkler, der Körper etwas grösser und besonders breiter. Die Eindrücke auf dem Halsschilde sind deutlicher. Die Punktur des Halsschildes und der Flügeldecken ist dichter. Die Flügeldecken sind viel breiter. — Von *E. laeviusculus* Mannh. sofort zu unterscheiden durch die kürzeren Flügeldecken. Sonst ist aber die Körperform sehr übereinstimmend, besonders die Breite der Flügeldecken und des Hinterkörpers. Ausserdem ist aber der Körper weniger glänzend, die Behaarung ist länger und der Halsschild mehr gerundet, und die Punktur der Oberseite kräftiger.

Untere Lena, ein Exemplar bei Tjulah-haja am 10. IX! unter Moos in der Taiga.

81. **Lathrobium flavipes** Hochh.

Ein einziges Exemplar in den Umgebungen von Jakutsk, 2. VII!.

82. **L. punctatum** Zett.

Selten an schlammigen Ufern und auf feuchten Wiesen: Insel in der Nähe von Marhá, 4. VII!; Ytyk-haja, 5. VII!.

L. punctatum Zett. var. *gracile* n. var.

An der mittleren Lena, zwischen Ytyk-haja und Shigansk, wurde hin und wieder eine einfarbig dunkle, kleine Form dieser Gattung gefunden, die durch die kleine, nur 5 mm lange, schlanke Körperform von *punctatum* Zett. sich unterscheidet, in allen anderen Hinsichten ganz mit der letztgenannten Art übereinstimmt.

Sie wurde auf feuchteren Stellen unter Moos in der Taiga, einmal auch am Gebirgsbache oberhalb der Waldgrenze auf den Werchojansk'schen Gebirgen getroffen. Ytyk-haja, 7. VII!; zwischen der Aldan-Mündung und Batylym, 19. VII!; auf den Werchojansk'schen Gebirgen, 24. VII!; mehrere Exemplare in den Umgebungen von Shigansk, 7, 13 und 18. VIII!.

83. **L. elongatum** Linn.

Selten an der oberen und mittleren Lena: Ust-Kut, 12. VI!; Aldan-Mündung, 14. VII!.

84. **L. brunnipes** Fabr.

Einige Exemplare unter Moos in der Taiga bei Ust-Kut am 12. VI!.

85. **L. sibiricum** Fauv.

Ziemlich häufig an der mittleren und besonders an der unteren Lena unter Moos auf etwas feuchteren Stellen sowohl in der Taiga wie auch auf den Tundren und oberhalb des Waldes auf den Gebirgen. Ytyk-haja, 5 u. 7. VII!; Aldan-Mündung, 16. VII!; zwischen der Aldan-Mündung und Batylym, 19. VII!; auf den Werchojansk'schen Gebirgen

unweit der Wilui-Mündung, 24. VII!; Insel Agrafena, 31. VII!; Umgebungen von Shigansk, 10, 12 und 16. VIII!; Tjulah-haja, 10. IX!; Bulun, 2. IX!; Kumaksur, 7. IX!; Bulkur, 6. IX!; nördlichst auf der Insel Tit-ary an der Lena-Mündung, 4. IX!.

86. **Leptacinus batychrus** Gyll.

An der oberen Lena, selten: Ust-Kut, 12. VI!; auf den Steppen bei Jakutsk, 25. VI!.

87. **Xantholinus linearis** Oliv.

An der oberen Lena unter Steinen auf trockneren Wiesen bei Potopoffskoje, 9. X!.

88. **Philonthus suturalis** Nordm.

In Rindermist auf trockenen Stellen bei Kotschegoroffskaja, 18. VI!, und auf den Steppenwiesen bei Jakutsk, 25—26. VI!, einzeln.

89. **Ph. æneus** Rossi.

Nur einmal bei Ytyk-haja, 7. VII!, gefunden.

90. **Ph. latiusculus** Hochh.

Selten an der obersten Lena: Ust-Kut, 12. VI!.

91. **Ph. atratus** Grav.

Nur an der obersten Lena bei Shigalowa, 8. VI!, gefunden.

92. **Ph. subvirescens** Thoms.

An schlammigen Ufern der oberen und mittleren Lena, stellenweise häufig. Ust-Ilga, 9. VI!; Ust-Kut, 12—14. VI!; Olekminsk, 18. VI!; Umgebungen von Jakutsk, 25. VI!; häufig bei Ytyk-haja, 5. VII!, und auf Alluvial-Inseln in der Aldan-Mündung, 15. VII!; nördlichst auf der Insel Bytjak in der Nähe der Wilui-Mündung, 26. VII!.

93. *Ph. rotundicollis* Mén.

Nicht selten an der oberen und mittleren Lena auf feuchten Wiesen und an schlammigen Ufern: Ust-Kut, 12—13. VI!; Kotschegoroffskaia, 18. VI!; Jakutsk, 25. VI!; Insel in der Nähe von Marhá, 3. VII!; Ytyk-haja, 8. VII!; Insel in der Nähe von Nikolskaia; 9. VII!; Aldan-Mündung, 13 und 15. VII!.

94. *Ph. concinnus* Grav.

Nur bei Ust-Kut, 12. VI!, selten.

95. *Ph. (Gefyrobius) varius* Gyll.

Ziemlich selten unter modernden Vegetabilien und in Mist: Jakutsk, 1. VII!; Aldan-Mündung, 13. VII!; Werchojansk'sche Gebirgen in der Nähe der Wilui-Mündung, 24. VII!.

96. *Ph. (Gefyrobius) hyperboreus* J. Sahlb.

Selten an der unteren Lena unter Steinen auf etwas trockneren Uferböschungen: Ein Exemplar bei Tjulah-haja, 10. IX!, und fünf bei Bulun, 31. VIII!.

97. *Ph. grandiceps* n. sp.

Glänzend, kurz anliegend grauschwarz behaart. Der Kopf und der Halsschild schwarz, kaum merkbar metallisch schimmernd, die Flügeldecken metallisch grünlich, der Hinterkörper lebhafter schimmernd. Die Fühler und die Beine schwarz.

Der Kopf ist sehr kräftig ausgebildet, gross, ebenso breit wie der Halsschild, vorne auf der Stirne flach eingedrückt, glatt, nur hinter den Augen mit einzelnen groben Punkten besetzt. Von den vier auf der Stirn stehen die beiden inneren weiter von einander als von den äusseren. Die Augen sind mässig gross, ihr Durchmesser kürzer als die Wangen. Die Fühler sind kräftig, zur Spitze kaum merkbar verdickt. Das zweite Glied unbedeutend kürzer als das dritte. Die folgenden ebenso lang als breit.

Der Halsschild ist gross, kaum länger als breit, auf der Scheibe mit fünf Punkten in den Dorsalreihen. Die Seiten sind fast geradlinig, nach vorne nicht mehr als nach hinten verengt. Die Vorderecken sind nach unten gerichtet, abgerundet. Die Hinterecken sind ganz verrundet.

Die Flügeldecken sind kaum länger, aber etwas breiter als der Halsschild, grob und mässig dicht punktiert.

Der Hinterkörper ist stärker glänzend, die vorderen Segmente sind ebenso dicht, aber etwas feiner, die hinteren weitläufiger punktiert als die Flügeldecken. Die Querfurchen der vorderen Dorsalsegmente sind einfach gebaut. Auf den Hintertarsen ist das erste Glied ebenso lang wie das letzte. Long. 7.8 mm.

Ist nahe mit *Ph. ebeninus* Grav. und *Ph. corvinus* Er. verwandt, von beiden aber sofort durch den grösseren und besonders robusteren Körper sowie durch den viel grösseren Kopf zu unterscheiden. Die Fühler sind kräftig wie bei *corvinus*, die Glieder aber sind weniger gestreckt. An *ebeninus* erinnert die Farbe der Flügeldecken, die jedoch etwas lebhafter metallisch erscheinen. Die Punktur der Flügeldecken ist etwas dichter und der Halsschild ist bedeutend breiter als bei den beiden, genannten Arten. Die Punktur der Dorsalsegmente erinnert an derselben bei *ebeninus*.

Ein ♀ bei Tscheljabinsk, W. Sibirien, V!.

98. **Ps. (Gefyrobius) lepidus** Grav.

Nur an der obersten Lena bei Ust-Kut, 12. VI!, selten.

99. **Ph. (Gefyrobius) varians** Payk.

Selten. Olekminsk, 18. VI!; Insel Bytjak an der Wilui-Mündung, 26. VII!.

100. **Ph. (Gefyrobius) agilis** Grav.

Ziemlich selten in Mist. Jakutsk, 25. VI! und 1. VII!; Aldan-Mündung, 13. VII!; Umgebungen von Shigansk, 11 und 17. VIII!.

101. *Ph. (Gefyrobius) albipes* Grav.

Selten. In Mist bei Jakutsk, 25. VI!, und bei Ytykhaja, 7. VII!; unter moderndem Laub zwischen der Aldan-Mündung und Batylym, 18. VII!.

102. *Ph. (Gefyrobius) cephalotes* Grav.

Nur an der oberen Lena bei Potopoffskoje am 9. X!, unter Steinen auf Wiesen.

103. *Ph. (Gefyrobius) sordidus* Grav.

Ebenfalls nur an der oberen Lena: Ust-Kut, 12. VI!.

104. *Ph. (Gefyrobius) quisquiliarius* Gyll. .

Nur an der obersten Lena bei Wercholensk, 7. VI!, und bei Ust-Kut, 12. VI!.

105. *Ph. (Gefyrobius) virgo* Grav.

Nur bei Olekminsk am 18. VI!, gefunden.

106. *Ph. subnitens* n. sp.

Glänzend, auf den Flügeldecken und auf dem Hinterkörper dicht anliegend graugelb behaart, schwarz, die Flügeldecken schwach grünlich schimmernd. Das erste Fühlerglied an der Basis bräunlich. Die Taster und die Beine sind braun, die Hinterschenkel etwas dunkler.

Der Kopf ist oval, mässig gross; die Augen sind wenig vorspringend, ihr Durchmesser ebenso lang wie die Schläfen. Die letzteren, sowie auch die Seiten der Scheitel mit einigen grösseren Punkten besetzt. Die Fühler sind mässig lang, das erste Glied schmal und gestreckt, das zweite etwas kürzer als das dritte, die folgenden allmählich kürzer werdend, die vorletzten kaum länger als breit. Das Endglied ist nur wenig länger als das vorletzte.

Der Halsschild ist nach vorne deutlich verschmälert und hier ebenso breit als der Kopf, mit fast geradlinigen Seiten. Die Vorderecken sind schwach abgerundet und nach unten gezogen, die Hinterecken stark abgerundet. Die Scheibe ist ziemlich gewölbt, die Dorsalreihen bestehen aus sechs Punkten.

Die Flügeldecken sind viel weniger glänzend als der Kopf und der Halsschild, breiter und etwa $\frac{1}{3}$ länger als der letztgenannte. Die Punktur ist kräftig und dicht, vorne etwas runzelig erscheinend.

Die Punktur der Dorsalsegmente ist ein wenig feiner als bei *nigrita* Grav., auf den vorderen etwas dichter als auf den hinteren. Die Eindrücke der vorderen sind einfach gebaut. — Auf den Hinterfüßen ist das erste Glied etwas länger als das letzte. — Long. 5 mm.

Am nächsten mit *Ph. fumarius* Grav. und *Ph. nigrita* Grav. verwandt, von beiden zu unterscheiden durch den viel kleineren Körper, durch kürzere Fühler und längere Flügeldecken, sowie durch etwas kräftigere und dichtere Punktur derselben. Von *nigrita* ausserdem zu unterscheiden durch die grünlich schimmernden Flügeldecken und durch etwas feinere Punktur der Dorsalsegmente, von *fumarius* durch dunklere Fühler und Beine. Von sowohl *virgo* Grav. und *micans* Grav. u. a. sofort zu unterscheiden durch weitläufigere und gröbere Punktur der Dorsalsegmente.

Ein ♀ im Uferschlamm am Lena-Ufer auf Inseln bei Önkyr-yrjä, 8. VII!.

107. *Ph. (Gefyrobius) punctus* Grav.

An schlammigen Ufern und in Mist, ziemlich verbreitet: Kotschegoroffskaja, 18. VI!; Ytyk-haja 7. VII!; Insel bei Önkyr-yrjä, 8. VII!. Die ab. *binotatus* Grav. wurde bei Olekminsk, 18. VI!, gefunden.

108. *Ph. (Rabigus) tenuis* Fabr.

Unter tiefer eingegrabenen Steinen auf Uferböschungen der oberen Lena, ziemlich häufig. Ust-Ilga, 9. VI!; Amaloi. 10. VI!; Ust-Kut, 12. VI!, häufig; Kotschegoroffskaja, 18. VI!.

109. *Ph. (Gabrius) nigritulus* Grav.

Unter modernden Vegetabilien und in Mist bei Ust-Kut, 12—14. VI!, und bei Jakutsk, 26. VI!.

110. *Staphylinus erythropterus* Linn.

An der oberen Lena bei Olekminsk, 18. VI!, und bei Jakutsk, 25. VI!.

111. *Ontholestes tessellatus* Grav.

Mehrere Exemplare bei Olekminsk (Brando!); selten in Mist auf den Steppenwiesen bei Jakutsk, 26. VI!.

112. *O. murinus* Linn.

In Mist bei Ust-Kut, 13. VI!, und bei Olekminsk, 18. VI!, nicht selten.

113. *Creophilus maxillosus* Linn.

An der oberen Lena nicht selten bei Ust-Kut!, Olekminsk! und Jakutsk!; ausserdem bei Bardeljah, 11. VII!, gefunden.

114. *Quedius (Sauridus) jennisensis* J. Sahlb.

In der Taiga unter Moos auf den Werchojansk'schen Gebirgen in der Nähe der Wilui-Mündung, 24 VIII!.

115. *Q. (Raphirus) picipennis* Heer.

Nicht selten unter Moos und Laub in der Taiga an der mittleren und unteren Lena. Aldan-Mündung, 13. VII!; ziemlich häufig in den Umgebungen von Shigansk, 8—18. VIII!; Durnoj, 12. IX!; Gowor, 11. IX!.

116. *Q. (Raphirus) boops* Grav.

Selten an der oberen, ziemlich häufig an der mittleren Lena zusammen mit der vorigen Art. Geht jedoch nicht so weit gegen Norden. Ust-Kut, 12. VI!; Aldan-Mündung 17. VII!; zwischen der Aldan-Mündung und Batylym, 19. VII!; zwischen der Wilui-Mündung und Tscherejmi-haja, 27. VII!; in den Umgebungen von Shigansk, etwas seltener als die vorige, 6—16. VIII!; Tungus-haja, 18. IX!.

117. **Q. (Raphirus) fulvicollis** Steph.

Einige Exemplare unter Moos auf feuchteren Uferböschungen bei Tungus-haja, 18. IX!.

118. **Mycetoporus boreellus** J. Sahlb.

Nicht selten unter Moos in der Taiga an der mittleren und unteren Lena: Ytyk-haja, 5. VII!; Tschimilkan, 19. IX!; auf den Werchojansk'schen Gebirgen in der Nähe der Wilui-Mündung, 24. VII!; Shigansk, 9—14. VIII!; nördlichst bei Durnoj, 12. IX!.

119. **M. sibiricus** Popp. — Öfv. Finsk. Vet. Soc. Förh. Bd. XLVI, N:o 16. p. 1.

Ein Exemplar an der Aldan-Mündung, unter Moos in *Larix*-Taiga, 16. VII!.

120. **M. maeklini** Bernh.

An der obersten Lena, ein Exemplar unter Steinen auf grasigen Uferböschungen bei Potopoffskoje, 9. X!.

121. **Bryoporus punctipennis**, Thoms.

Selten unter Moos in der Taiga: Ein Exemplar bei Tschimilkan, 19. IX!, ein anderes bei Shigansk, 10. VIII!.

122. **Bolitobius (Lordithon) thoracicus** Fabr.

In *Boletus*-Arten ziemlich selten an der mittleren Lena: Ytyk-haja, 8. VII!! Aldan-Mündung, 14. VII!; in der Nähe der Wilui-Mündung, 24. VII!.

123. **B. (Lordithon) trimaculatus** Payk.

In Pilzen an der Aldan-Mündung, einige Exemplare am 14 und 16. VII!; zwischen der Aldan-Mündung und Batylym, 18. VII!.

124. **B. (Lordithon) nigricollis** J. Sahlb.

Mehrere Exemplare in einem faulenden *Boletus* in der Nähe der Wilui-Mündung, 24. VII!.

125. **Conosoma pubescens** Grav.

An der obersten Lena unter Rinde bei Ust-Kut, 12. VI!.

126. **Tachyporus nitidulus** Grav.

Unter Moos im *Larix*-Walde bei Ust-Kut, 12. VI!, einzeln; mehrere Stücke unter Laub an Uferböschungen zwischen der Aldan-Mündung und Batylym, 19. VII!.

127. **T. macropterus** Steph.

Nicht selten unter Moos in Wäldern, auch unter modernden Vegetabilien auf den Alluvial-Inseln. Inseln in der Nähe von Nikolskaja, 10. VII!; zwischen der Aldan-Mündung und Batylym, 19. VII!; Ekseja, 19. IX!; Kytylyk, 17. IX!; Shigansk, 10. VIII!; nördlichst bei Bulun, 31. VIII!.

128. **T. atriceps** Steph.

Nicht selten unter modernden Vegetabilien und unter Moos, sowohl in den Wäldern, wie auch auf den Alluvial-Inseln der mittleren Lena. Insel zwischen Jakutsk und Ytyk-haja, 4. VII!; Ytyk-haja, 5. VII!; Insel unweit Önkryrjä, 8. VII!; Tschimilkan, 19. IX!; Shigansk. 7, 13 und 16. VIII!.

129. **T. jocosus** Say.

Ziemlich häufig an der mittleren Lena unter Moos in Wäldern. Ytyk-haja, 5. VII!; Ekseja, 19. IX!; Aldan-Mündung, 16. VII!; Batylym, 20. VII!; auf dem Festlande in der Nähe der Insel Agrafena, 31. VII!; Shigansk, 7, 9 und 10. VIII!.

130. **T. chrysomelinus** Linn.

Selten auf grasbewachsenen Uferböschungen an der oberen und mittleren Lena. Ust-Ilga, 9. VI!; Kotschegoroffskaja, 18. VI!; Tungus-haja, 18. IX!.

131. **T. scutellaris** Rye.

Nur ein Exemplar unter Gras auf Uferböschungen bei Potopoffskoje an der oberen Lena, 9. X!.

132. **T. abdominalis** Fabr.

Mehrere Exemplare auf Inseln bei Shigansk, unter Holzstücken auf sandigen Hügelchen, 16. VIII!.

133. **T. flavifrons** Luze.

Ziemlich häufig auf Wiesen und auf grasbewachsenen Uferböschungen, des Tages auf den Kräutern hinaufkriechend. Ust-Kut, 13. VI!; Olekminsk, 18. VI!; Jakutsk, 28. VI!; Nikolskaja, 9. VII!; Aldan-Mündung, 13. VII!; nördlichst zwischen der Aldan-Mündung und Batylym, 18. VII!.

155. **T. obtusus** Linn.

Selten an der oberen Lena, nur bei Ust-Kut, 12. VI!, und bei Ytyk-haja, 5. VII!, gefunden.

135. **Tachinus marginatus** Gyll.

Zwei Exemplare in Mist auf den Steppenwiesen bei Jakutsk, 3. VII!; einige Exx. unter modernden Blättern auf Wiesen bei Ytyk-haja, 8. VII!, und bei Nikolskaja, 10. VII!.

136. **T. bernhaueri** Luze.

2 ♂♂ und 2 ♀♀ in Gänsemist bei Shigansk, 16. VIII!.

137. **T. jacuticus** Popp. — Öfv. Finsk. Vet. Soc. Förh. XLVI, N:o 13. p. 2.

In Rinder- und Pferdemit auf den Steppenwiesen bei Jakutsk, 4 ♂♂ und 4 ♀♀ am 26 und 27. VI! und 1. VII!.

138. **T. apterus** Mäkl.

Nicht selten unter Laub auf feuchteren Wiesen und auf den Tundren der unteren Lena. Südlichst bei Naschim-haja, 3. VIII!; ausserdem bei Durnoj, 12. IX!, Buru, 26. VIII!, und auf der Insel Tit-ary, 4. IX!.

139. **T. tundræ** Popp. — l. c. p. 1.

Nur auf den Tundren der untersten Lena unter Moos auf etwas feuchteren Stellen: Ein ♀ bei Kumaksur, 7. IX!; 2 ♂♂ bei Bulkur, 6. IX!; ein ♂ auf der Insel Tit-ary, 4. IX!.

140. **Gymnusa brevicollis** Payk.

Ein Exemplar am Ufer eines kleinen Gebirgsbaches auf den Werchojansk'schen Gebirgen gegenüber der Wilui-Mündung, 24. VII!; sehr zahlreich zwischen Moos an den moorartigen Ufern eines kleinen Taiga-Teiches bei Shigansk, 7. VIII!.

141. **G. variegata** Kiesw.

Selten. Ein Exemplar zwischen Moos auf sehr feuchten Wiesen bei Ytyk-haja, 7. VIII!; ein anderes zusammen mit der vorigen Art bei Shigansk, 7. VIII!.

142. **Gyrophaena fasciata** Marsh.

In Pilzen wurden mehrere Exemplare zwischen der Aldan-Mündung und Batylym am 19. VII!, gefunden.

143. **Placusa complanata** Er.

Einzeln unter der Rinde von *Larix sibirica* bei Ust-Kut, 13. VI!, und *L. daurica* bei Batylym, 18. VII!.

144. **Pl. atrata** Sahlb.

Sehr einzeln unter *Larix daurica* — Rinde in der Nähe der Wilui-Mündung, 27. VII!.

145. **Pl. tahyporoides** Waltl.

Ziemlich zahlreich zusammen mit der vorigen Art in der Nähe der Wilui-Mündung, 27. VII!.

146. **Thectura cuspidata** Er.

Nur an der obersten Lena bei Usserdinskoje ozero, 6. VI!, ein Stück.

147. **Homalota plata** Gyll.

Ziemlich häufig unter der Rinde von *Abies obovata* und *Larix daurica*: Shigalowa, 8. VI!; Tungus-haja, 18. IX!; Wilui-Mündung, 24. VII!; Ulah-ajah, 16. IX!; Bulun, 31. VIII!.

148. *Falagria sulcata* Payk.

Einige Exemplare wurden in Mist auf sandigen Stellen zwischen der Aldan-Mündung und Batylym am 19. VII! gefunden.

149. *Tachyusa (Ischnopoda) leucopus* Marsh.

An der obersten Lena bei Shigalowa an schlammigen Ufern 8. VI!.

150. *T. (s. str.) coarctata* Er.

Ziemlich selten an schlammigen Ufern auf den Alluvionen der oberen und mittleren Lena. Shigalowa, 8. VI!; Amaloi, 10. VI!; Ust-Kut, 12. VI!; auf Inseln etwas nördlich von Jakutsk, 3. VII!; Ytyk-haja, 5. VII!; nördlichst zwischen Tscheremyi-haja und der Insel Agrafena, 30. VII!.

151. *T. (s. str.) sulciventris* Epph.

Nur ein Exemplar unter kleinen Steinen am Ufer eines kleinen Gebirgsbaches auf den Werchojansk'schen Gebirgen in der Nähe der Wilui-Mündung, 24. VIII!.

152. *Gnypeta carbonaria* Mannh.

Selten an der mittleren Lena an schlammigen Ufern. Ein Exemplar auf Inseln in der Nähe von Önkyr-yrjä, 8. VII!, ein anderes in der Nähe von Nikolskaja, 9. VII!.

153. *Gn. ænescens* J. Sahlb.

Nicht selten an schlammigen Ufern an der oberen und besonders mittleren Lena. Shigalowa, 8. VI!; zahlreich bei Ytyk-haja, 7. VII!; häufig auf Inseln bei Önkyr-yrjä, 8. VII!; Nikolskaja, 9. VII!; Aldan-Mündung, 14 und 16. VII!; nördlichst auf der Insel Bytjak an der Wilui-Mündung, 26. VII!

154. *Brachyusa concolor* Er.

Nicht selten an schlammigen Ufern. Olekminsk, 18. VI!; Insel bei Önkyr-yrjä, 8. VII!; Aldan-Mündung, 14. VII!; unter kleinen Steinen am Ufer eines Gebirgsbaches auf den Werchojansk'schen Gebirgen unweit der Wilui-Mündung,

24. VII!; zwischen Tscheremyi-haja und der Insel Agrafena, 30. VII!; Naschim-haja, 3. VIII!; Shigansk, unter *Marchantia* am Ufer eines Taiga-Sees, 13 und 18. VIII!, und auf Inseln in der Lena, 16. VIII!.

Pseudoleptusa n. gen.

Diese neue Myrmedobiinen-Gattung steht zweifellos den Gattungen *Atheta* und *Aleuonota* am nächsten, ist aber durch einige Charaktere von denselben leicht zu unterscheiden. Habituell erinnert die neue Form viel an den Arten der Gattung *Leptusa*.

Der Kopf ist eiförmig, vorne etwas vorgezogen, hinten breit gerundet mit gewölbter Stirn. Die Schläfen sind hinten fein, aber deutlich gerandet. Die Augen sind klein und wenig vorspringend, ihr Längedurchmesser bedeutend kürzer als die Schläfen. Das dritte Glied der Maxillarpalpen ist etwas verdickt, das letzte klein und sehr schmal. Die Fühler sind kurz und zur Spitze verdickt, mit langen Härchen besetzt, das dritte Glied bedeutend kürzer als das zweite, viel länger aber als das fast quere vierte. Die vorletzten Glieder sind fast doppelt breiter als lang.

Der Halsschild ist ebenso breit als der Kopf, breit herzförmig, etwas breiter als lang, vor der Mitte am breitesten, die Vorderecken abgerundet, die Hinterecken stumpfwinkelig, die Seiten vor derselben ausgeschweift, die Basis nach hinten kurz und breit Bogenförmig verlängert.

Die Flügeldecken sind kaum breiter als der Halsschild, ebenso lang als dieser.

Der Hinterkörper ist nach hinten schwach erweitert, die drei ersten Dorsalsegmente sind der Quere nach eingedrückt. Das 7:te Dorsalsegment ist ebenso lang als das 6:te.

Die Beine sind ziemlich kurz, die Vorderfüsse vier- die Mittel- und Hinterfüsse fünf-gliederig.

Am nächsten scheint die Gattung mit einigen Untergattungen von *Atheta* verwandt zu sein, und zwar mit *Amischa*, *Oreostiba*, *Meotica* und *Amidobia*; von diesen allen ist dieselbe sofort durch die gerandeten Schläfen zu unterscheiden. In dieser Hinsicht nähert sie sich viel der Gattung *Aleuonota*; die gedrungene Körperform, der Bau des Halsschildes u. s. w.

bieten gute Unterschiede. Ebenso ist die Art habituell einigen *Sipalia*-Arten ähnlich, die langen Flügeldecken sind aber verschieden. Besonders charakteristisch für die neue Gattung ist, ausser dem Bau der Schläfen, Augen und Fühler, die Form des Halsschildes.

Typus der Gattung:

155. *Ps. fasciata* n. sp.

Flach, ziemlich glänzend, kurz anliegend hellgelb behaart, einfarbig gelbbrot, das sechste und die Spitze des fünften Dorsalsegmentes, sowie eine entsprechende Binde auf der Unterseite des Hinterkörpers braunschwarz. Kopf und Halsschild sehr fein chagriniert, fein und einzeln, der Kopf viel weitläufiger punktuliert. Der Halsschild ohne Eindrücke oder Abflachungen. Die Flügeldecken sind nach hinten kaum erweitert, dichter und etwas kräftiger punktiert als der Halsschild, am Hinterrande gerade abgeschnitten. Der Hinterkörper ist sehr fein chagriniert, hat aber keine erkennbare Punktur.

Beim ♂ ist das 8:te Dorsalsegment breit abgerundet, das 7-te Ventralsegment nicht vorgezogen. Das 7:te Dorsalsegment ohne Auszeichnung. — Long. 1.6 mm.

Von dieser kleinen und merkwürdigen Art wurden einige Exemplare unter Moos auf den Tundren der untersten Lena bei Bulkur, 6. IX!, und auf der Insel Tit-ary, 4. IX!, gefunden.

156. *Atheta (Metaxya) melanocera* Thoms.

Einzeln unter Moos auf feuchten Wiesen und am Rande von Gebirgsbächen: Jakutsk, 27. VI!; Werchojansk'sche Gebirge in der Nähe der Wilui-Mündung 24. VIII!; Insel Agrafena, 1. VIII!.

157. *Atheta (Metaxya) nigropicea* n. sp.

Ziemlich glänzend, kurz anliegend gelblich weiss behaart, braunschwarz, die Flügeldecken und die Hinterränder der Dorsalsegmente heller, braun, die Abdominalspitze braungelb. Die Fühler braun, die zwei ersten Glieder, die Taster und die Beine braungelb.

Der Kopf ist ziemlich gross, schmaler als der Halsschild, fein und mässig dicht chagriniert, sehr fein und weitläufig punktiert, auf der Stirne kaum eingedrückt. Die Augen sind gross. Die Fühler sind lang, zur Spitze mässig erweitert. Das dritte Glied ist unbedeutend kürzer und etwas schmaler als das zweite. Das vierte ist etwas länger als breit, die folgenden werden zur Spitze allmählich verdickt, die vorletzten Glieder sind schwach quer. Das Endglied ist kräftig, zugespitzt, fast etwas länger als die zwei vorhergehenden zusammen.

Der Halsschild ist wie der Kopf mässig dicht und sehr fein chagriniert, fein und weitläufig punktiert, etwas breiter als lang. Die Seiten sind mässig gerundet, nach vorne etwas mehr verengt als nach hinten. Die Hinterecken sind breit abgerundet. Die Scheibe ist flach gewölbt mit einer feinen, nur vorne ausgebildeten Mittellinie.

Die Flügeldecken sind etwas länger und augenfällig breiter als der Halsschild, dichter chagriniert, dichter und kräftiger punktiert. Am Hinterrande sind dieselben breit abgerundet.

Die vorderen Dorsalsegmente sind mässig dicht und ziemlich kräftig punktiert, die Punktur der hinteren ist viel weitläufiger. Die Chagriniierung ist weitläufiger, wodurch die Dorsalsegmente mehr glänzend als die Flügeldecken erscheinen.

Beim ♂ ist das sechste Ventralsegment weit über das achte Dorsalsegment nach hinten verlängert, zur Spitze schwach verschmälert und hier breit abgerundet, in der Mitte breit ausgeschnitten. Das achte Dorsalsegment ist an der Spitze abgestützt, an den Seiten abgerundet und in der Mitte seicht ausgeschweift. — Long. 2.5 mm.

Eine durch die ♂-lichen Geschlechtscharaktere sehr ausgezeichnete Art, die wohl nahe mit *A. melanocera* Thoms. und *A. turbida* Epph. verwandt ist. Sie unterscheidet sich aber sofort durch die oben erwähnten Merkmale des ♂:s.

Unter Laub und Moos auf feuchten *Salix*-Wiesen bei Shigansk, 8 und 16. VIII!, 5 Exx.

158. **A. (*Metaxya*) turbida** Epph.

Auf feuchten Wiesen zwischen Moos auf der Insel Ag-
rafena, ein Stück am 1. VIII!.

159. **A. (*Metaxya*) praticola** n. sp.

♂. Schwarz, der Halsschild braunschwarz, die Flügel-
decken braungelb, an der Basis etwas dunkler. Der Kopf
ist nur wenig schmaler als der Halsschild, die Augen sind
gross, die Wangen kurz. Die Chagriniierung ist sehr fein, die
Punktur weitläufig und fein. Die Fühler sind lang, zur
Spitze schwach verdickt. Das erste Glied ist nicht verdickt,
das zweite ist ebenso lang als das dritte, die folgenden wer-
den zur Spitze schwach erweitert, die vorletzten kaum quer.
Das letzte Glied ist gestreckt, fast so lang als die zwei vor-
hergehenden zusammen.

Der Halsschild ist etwa um die Hälfte breiter als lang,
nach hinten sehr wenig gerundet, fast geradlinig verengt,
nach vorne kräftig gerundet verengt. Die Punktur ist weit-
läufig und fein, die Chagriniierung ist sehr fein. Die Hinterecken
sind gerundet. Die Scheibe hat eine feine und seichte Mit-
telfurche.

Die Flügeldecken sind breiter und etwa um ein Drittel
länger als der Halsschild, flach, ziemlich kräftig, wenig dicht
punktiert und sehr fein chagriniert, hinten fast gerade ab-
gestutzt.

Der Hinterkörper ist nach hinten nicht verschmälert,
auch auf den letzten Segmenten dicht chagriniert, vorne
ziemlich dicht, hinten weitläufiger punktiert. Das 7:te Dor-
salsegment länger als das 6:te. Das sechste Ventralsegment
ist kurz, vom achten Dorsalsegment bedeckt. Das letztge-
nannte ist hinten breit abgerundet und in der Mitte seicht
ausgeschnitten. — Long. 2 mm.

Erinnert sehr an *A. magniceps* J. Sahlb. unterscheidet
sich aber durch die längeren, zur Spitze sehr wenig ver-
dickten Fühler, sowie durch kürzere und gröber punktierte
Flügeldecken. Unter den *Metaxya*-Arten dürfte wohl die
neue mit *A. elongatula* Grav. am nächsten verwandt sein,
unterscheidet sich aber durch flacheren Körper, kürzere Flü-

geldecken, u. s. w., besonders aber durch den Bau des letzten Dorsalsegments beim ♂.

Ein ♂ am 5. VII! auf einer feuchten Wiese bei Ytyk-haja.

160. **A. (Metaxya) hygrotopora** Krtz.

Ein Ex. bei Shigansk, VIII!.

161. **A. (Metaxya) homoeopyga** Epph.

An der unteren Lena ziemlich selten unter abgefallenem Laube und unter Moos auf feuchten Stellen: Insel Agrafena, 1. VIII!; Naschim-haja, 3. VIII!; Shigansk, 13. VIII!; Kysyr, 28. VIII!.

162. **A. (Metaxya) sahlbergi** Epph.

Ein Ex. an der oberen Lena bei Olekminsk am 18. VI!.

163. **A. (Metaxya) aubei** Bris.

Auf feuchten Wiesen, ein Stück bei Jakutsk, 27. VI!, ein anderes bei Naschim-haja, 3. VIII!.

164. **A. (Metaxya) gemina** Er.

Selten auf feuchten Wiesen und schlammigen Ufern der Alluvionen: Jakutsk, 27. VI!; Insel Bytjak an der Wilui-Mündung, 26. VII!; Insel bei Shigansk, 16. VIII!.

165. **A. (Metaxya) piligera** J. Sahlb.

Von dieser früher nur von den Tundren der Halbinsel Kola bekannten Art wurden mehrere Exemplare unter Moos auf feuchten Wiesen und in feuchteren Wäldern gefunden: Tschimilkan, 19. IX!; Ekseja, 18. IX!; Shigansk, 8 und 9. VIII!.

166. **A. (Metaxya) islandica** Krtz.

Wurde nur bei Tschimilkan, 19. IX!, zusammen mit der vorigen Art angetroffen.

167. **A. (Metaxya) fusca** Sahlb.

Einzeln unter Laub und Moos auf feuchteren Stellen an der mittleren und unteren Lena: zwischen der Aldan-Mündung und Batylym, 18. VII!; Tschimilkan, 19. IX!; Ekseja, 18. IX!; Insel Agrafena, 1. VIII!; Durnoj, 12. IX!; Bulun 31. VIII!.

168. **A. (*Metaxya*) *polaris* Bernh.**

Auf feuchten Wiesen unter Moos, ziemlich selten: Jakutsk, 28. VI!; Önkür-yrjä, 8. VII!; Insel Agrafena, 1. VIII!, zahlreiche Exemplare; Shigansk, 8 und 16. VIII!.

169. **A. (*Metaxya*) *arctica* Thoms.**

An der unteren Lena unter Moos und Laub auf feuchteren Stellen, ziemlich selten: Am Rande eines Baches auf den Werchojansk'schen Gebirgen in der Nähe der Wilui-Mündung, 24. VII!; Shigansk, 8 und 18. VIII!; Insel Tit-ary 4. IX!.

170. **A. (*Hygroecia*) *fallaciosa* Sharp.**

Selten. Zwischen *Carex*-Wurzeln am schlammigen Teichufer in der Nähe der Insel Agrafena, 31. VII!; unter *Marchantia* am Ufer eines Taiga-Sees bei Shigansk, 18. VIII!.

171. **A. (*Oreostiba*) *lenense* n. sp.**

Mässig glänzend, weitläufig und kurz hell behaart, schwarz, die Flügeldecken etwas heller, braunschwarz, die Beine, die Palpen und die Fühler gelbbraun.

Der Kopf ist ziemlich gross, schmaler als der Halsschild auf seiner breitesten Stelle, ohne Eindrücke, ziemlich glänzend, sehr weitläufig, fein punktiert. Die Augen sind sehr klein, ihr Durchmesser viel geringer als die Länge der Schläfen. Diese letztere sind ungerandet. Die Fühler sind zur Spitze mässig verdickt und erstrecken sich etwas über die Basis des Halsschildes. Das zweite Glied ist nur etwas länger als das dritte, das ziemlich gestreckt ist. Das vierte Glied ist fast ebenso breit als lang, bedeutend kürzer als das dritte, jedoch etwas grösser als die folgenden, die allmählich stärker quer werden. Das letzte Glied ist breit konisch zugespitzt, fast ebenso lang als die zwei vorhergehenden zusammen.

Der Halsschild ziemlich stark quer, mässig gewölbt, breiter als der Kopf, bedeutend schmaler aber als die Flügeldecken. Die Seiten, die mit einzelnen kurzen Borsten bewehrt sind, sind ziemlich seicht gerundet, nach vorne etwas

mehr als nach hinten verengt. Die Hinterecken sind ganz abgerundet. Die Scheibe ist ebenso glänzend als der Kopf und sowie dieser fein und weitläufig punktiert, in der Mitte mit einer feinen Längsfurche.

Die Flügeldecken sind etwas kürzer als der Halsschild, viel breiter und weniger glänzend, aber bedeutend kräftiger punktiert als derselbe, nach hinten ziemlich erweitert, flach. Am Hinterrande sind sie in der Mitte breit ausgeschweift, innerhalb der Hinterecken ohne Einschnitt.

Der Hinterkörper ist ziemlich gedrunken, zur Spitze sehr wenig verschmälert. Die Punktur der Dorsalsegmente ist fein und weitläufig, auf den vorderen etwas dichter als auf den hinteren. — Long. 2 mm.

Beim ♂ ist das achte Dorsalsegment am Hinterrande abgestutzt, in der Mitte sehr seicht ausgeschweift und an den Seiten jederseits mit einem kleinen Zähnchen bewehrt. Das 6:te Ventralsegment ist nicht vorgezogen.

Diese Art ist sehr nahe mit *A. thulea* m. verwandt und zeigt beim ♂ denselben Bau des achten Dorsalsegments. Sie unterscheidet sich aber in einigen Hinsichten von der letztgenannten. Die Oberseite ist weniger glänzend, der Kopf ist kleiner, der Halsschild ist bedeutend schmaler, die Flügeldecken kürzer und der ganze Körper ist durchgehend schmaler.

Mehrere Exemplare unter Moos auf den Tundren der untersten Lena bei Bulkur, 6, IX!, und auf der Insel Tit-ary 4. IX!.

172. **A. (Oreostiba) sibirica** Mäkl.

Mehrere Exemplare unter Lanb und Moos auf feuchten Saliceten bei Shigansk, 8 und 9. VIII!, und bei Kysyr, 28. VIII!.

173. **A. (Dinaræa) linearis** Grav.

Einige Exx. in Vogelmist bei Shigansk am 16. VIII!.

174. **A. (Bessobia) occulta** Er.

Ein Stück auf feuchten Wiesen bei Naschim-haja, 3. VIII!.

175. A. (*Bessobia*) *excellens* Krtz.

Ein Ex. bei Shigansk unter Moos in feuchteren *Larix*-Wäldern, 7. VIII!.

176. A. (*Traumoeecia*) *caviceps* n. sp.

♂. Flach, schwarz, weitläufig kurz grau behaart, wenig glänzend, die Beine braunschwarz, die Kieen, Tibien und Tarsen heller, das letzte Ventralsegment an der Spitze braungelb.

Der Kopf ist an den Seiten fast geradlinig, wie der Halsschild sehr fein und ziemlich dicht chagriniert und dadurch wenig glänzend, fein und weitläufig punktuliert, in der Mitte der Stirn breit und flach eingedrückt. Die Augen sind wenig vorspringend, etwas länger als die Schläfen. Die Fühler sind dünn und zur Spitze schwach verdickt, unbedeutend länger als Kopf und Halsschild zusammen. Die Glieder 2—4 sind mit längeren weichen Haaren besetzt. Das 2:te Glied ist kaum länger als das 3:tte, das 4:te ist ebenso lang wie breit, die folgenden werden allmählich breiter, die vorletzten deutlich quer. Das Endglied ist lang eiförmig, etwa so lang als die zwar vorhergehenden zusammen.

Der Halsschild ist breiter als lang, breiter als der Kopf etwas schmaler als die Flügeldecken an der Basis, an den Seiten nach vorne ziemlich kräftig gerundet verengt; sowohl die Vorder- als auch die Hinterecken sind breit abgerundet. Die Scheibe ist flach, in der Mitte mit einer breiten und flachen Furche. Die Punktur ist viel dichter und etwas kräftiger als auf dem Kopfe.

Die Flügeldecken sind etwa $1\frac{1}{2}$ mal länger als der Halsschild, flach, matt, wie der Halsschild chagriniert und punktiert, am Hinterrande sehr breit gerundet.

Der Hinterkörper ist ziemlich glänzend, die vorderen Dorsalsegmente mässig dicht und mässig kräftig punktiert, die hinteren mit sehr weitläufiger Punktur. Das 7:te Dorsalsegment ist annähernd ebenso lang als das 6:te. Das letzte Dorsalsegment ist am Hinterrande sehr seicht ausgeschnitten, vor demselben fein crenuliert. Das letzte Ventralsegment ist etwas über das Dorsalsegment vorgezogen und breit abgerundet. — Long. 2.6 mm.

Ist ohne Zweifel nahe verwandt mit *A. picipes* Thoms. Die Farbe ist aber dunkler, die Beine sind dunkel, der Körper ist kleiner. Besonders aber durch die Geschlechtsauszeichnung des ♂ zu unterscheiden. — Scheint auch mit *A. virilis* Epph. verwandt zu sein, auch hier aber sind besonders die ♂-chen Geschlechtscharaktere als Unterschied hervorzuheben.

Ein ♂ unter modernden Vegetabilien auf feuchteren Wiesen bei Shigansk, 6. VIII!.

177. **A. (Philhygra) palustris** Kiesw.

Im Schlamme am Ufer kleiner Teiche auf der Insel Bytjak an der Wilui-Mündung, 26. VII!, einzeln.

178. **A. (Philhygra) tungusica** n. sp.

Mässig glänzend, kurz und anliegend grau behaart, schwarz, die Flügeldecken und die Spitze des Hinterkörpers schwach bräunlich, die Fühler braunschwarz, das erste Glied die Taster und die Beine braungelb.

Der Kopf ist ziemlich gross, schmaler als der Halsschild, fein, aber dicht chagriniert, weitläufig punktiert. Die Stirn nicht eingedrückt. Die Fühler sind lang, gegen die Spitze schwach verdickt; das dritte Glied ist ebenso lang, aber etwas schmaler als das zweite, das vierte und fünfte länger als breit, das sechste ebenso lang als breit, die vorletzten schwach quer. Das Endglied ist gross, zugespitzt, ebenso lang als die zwei vorhergehenden zusammen.

Der Halsschild ist etwas breiter als lang, viel schmaler als die Flügeldecken, dichter und kräftiger chagriniert als der Kopf und hierdurch matter erscheinend, vor der Mitte am breitesten, nach vorne kurz und ziemlich stark gerundet verengt, nach hinten schwach, geradlinig verengt, am Seitenrande mit einzelnen Borsten bewehrt. Die Scheibe ist flach gewölbt, in der Mitte mit einer schwach angedeuteten Furche.

Die Flügeldecken sind etwa um $\frac{1}{3}$ länger als der Halsschild, etwas kräftiger und dichter punktiert und chagriniert als dieser.

Der Hinterkörper ist oben ziemlich stark glänzend, die vorderen Segmente fein und mässig dicht, die hinteren sehr weitläufig punktiert. Das 7:te Dorsalsegment etwas länger als das 6:te.

Beim ♂ ist das achte Dorsalsegment an der Spitze breit stumpfwinkelig gerundet und sehr fein crenuliert. Das 6:te Ventralsegment ist nicht vorgezogen, breit abgerundet. — Long. 2.5 mm.

Von *A. palustris* Kiesw. zu unterscheiden durch den grösseren und dunkler gefärbten Körper, durch längere Fühler, dichtere Sculptur des Halsschildes und der Flügeldecken, welche letztere dunkler sind, etwas anders gebauten Halsschild sowie durch anders ausgebildete Geschlechtscharaktere des Männchens. Die Crenulierung des 8:ten Dorsalsegment beim Männchen erinnert etwas an *A. subglabra* Sharp, sie unterscheidet sich in anderen Hinsichten aber erheblich von der letztgenannten Art.

Zwei Exemplare am Rande eines Baches auf den Werchojansk'ichen Gebirgen unweit der Wilui-Mündung, 24. VII!, und mehrere auf nassen Wiesen zwischen Moos auf der Insel Agrafena, 1. VIII!.

179. *A. (Philhygra) paludicola* n. sp.

♂. Der *A. asiatica* m. sehr nahe stehend, von derselben aber durch grösseren, 3.1 mm langen, gestreckteren und schmäleren Körper, durch hellere, einfarbig gelbe und viel kräftigere, zur Spitze stärker verdickte Fühler, deren drittes Glied dicker ist, durch schmäleren und längeren Halsschild, sowie durch längere und schmalere Flügeldecken verschieden. Die ♂-chen Geschlechtsauszeichnungen sind dieselben wie bei *A. tungusica*.

Ein Ex. zwischen *Carex*-Wurzeln auf einer feuchten Wiese bei Naschim-haja, 3. VIII!.

180. *A. (Dochmonota) rudiventris* Epph.

Ziemlich selten an der mittleren Lena auf feuchten Wiesen und an schlammigen Ufern: Ytyk-haja, 5. VII!; Insel bei Önkyr-yrjä, 8. VII!; Tschimilkan, 19. IX!; Agrafena, 1. VIII!.

181. **A.** (s. str.) **myrmecobia** Krtz.

Nur an der obersten Lena bei Olekminsk, 18. V!.

182. **A.** (s. str.) **sodalis** E.

Selten und einzeln bei Ytyk-haja, 5. VII!, und zwischen der Aldan-Mündung und Batylym, 19. VII!, gefunden.

183. **A.** (s. str.) **pilicornis** Thoms.

In *Boletus* — sp. in der Nähe der Wilui-Mündung, 22. VII!, und unter modernden Vegetabilien bei Shigansk, 21. VIII!, einzeln.

184. **A.** (s. str.) **lederi** Epph.

Nur ein Exemplar unter Moos auf einer feuchten Wiese bei Shigansk, 8. VIII!.

185. **A.** (s. str.) **castanoptera** Mannh.

Zwei Stücke unter modernden Vegetabilien auf Wiesen bei Shigansk, 18. VIII!.

186. **A.** (**Megista**) **graminicola** Grav.

Ziemlich häufig unter Laub und Moos auf feuchten Stellen an der mittleren Lena: Aldan-Mündung, 14. VII!; Batylym, 19. VII!; Werchojansk'sische Gebirge gegenüber der Wilui-Mündung, 24. VII!; Tscherejmyi-haja, 28. VII!; Insel Agrafena, 31. VII, 1. VIII!; Naschim-haja, 3. VIII!; Shigansk, 6 und 7. VIII!.

187. **A.** (**Megista**) **diabolica** Epph.

Nur ein Ex. unter Moos in dichter *Larix*-Taiga bei Ust-Kut, 12. VI!.

186. **A.** (**Dimetrota**) **atramentaria** Gyll.

Selten in modernden Vegetabilien, nur bei Ust-Kut, 14. VI!, und bei Shigansk, 7. VIII!, gefunden.

189. **A.** (**Dimetrota**) **picipennis** Mannh.

Nur bei Shigansk, 16. VIII!, einzeln gefunden.

190. **A. (*Dimetrota*) *allocera*** Epph.

Zwei Exemplare unter Moos auf einer feuchten Wiese bei Shigansk, 6. VIII!.

191. **A. (*Dimetrota*) *granulifera*** n. sp.

Gestreckt, schmal, glänzend, kurz anliegend grau behaart, schwarz, die Spitze des letzten Dorsalsegmentes braun, die Beine pechschwarz, die Taster und die Knieen braungelb.

Der Kopf ist ziemlich breit, nur wenig schmaler als der Halsschild, beim ♂ auf der Stirn flach eingedrückt, fein, ziemlich dicht chagriniert, weitläufig fein punktiert. Die Augen sind gross, die Schläfen kurz. Die Fühler sind mäsig lang. Das erste Glied ist beim ♂ sehr wenig verdickt, Das zweite und das dritte sind gestreckt und gleich lang. Das vierte ist nur wenig breiter, schwach quer, die folgenden sind gleich lang, zur Spitze allmählich breiter werdend, die vorletzten ziemlich stark quer. Das Endglied ist gross, etwa so lang als die zwei vorhergehenden zusammen.

Der Halsschild ist schmaler als die Flügeldecken, etwa um die Hälfte breiter als lang, zur Basis fast geradlinig verengt, zur Spitze von der vor der Mitte befindlichen breitesten Stelle kräftig gerundet verengt. Die Hinterecken sind abgerundet. Die Scheibe ist flach gewölbt, in der Mitte mit einer seichten Mittelfurche. Die Chagriniierung ist wie auf dem Kopfe, die Punktur ist etwas kräftiger und etwas raspelartig hervortretend.

Die Flügeldecken sind etwas mehr als ein Drittel länger als der Halsschild, kräftiger und dichter chagriniert und punktiert als dieser und dadurch etwas matter erscheinend.

Der Hinterkörper ist vorne gleichbreit, verengt sich aber hinten zur Spitze. Die Punktur der vorderen Segmente ist fein und weitläufig, die hinteren sind fast glatt.

Beim ♂ ist das 6. te Ventralsegment nicht vorgezogen. Das 8: te Dorsalsegment ist an der Spitze sehr breit abgerundet und in der Mitte seicht ausgeschweift. Ausserdem ist das Segment, mit Ausnahme der Mitte der Vorderhälfte, ziemlich dicht und kräftig gekörnelt. — Long. 2.8 mm.

Nahe verwandt mit *A. allocera* Epph. und *A. münsteri* Bernh., von beiden, sowie auch von anderen *Dimetrota*-Arten

leicht zu unterscheiden durch die männlichen Sexualcharaktere. Von *müsteri* ausserdem zu unterscheiden durch den Bau der Fühler. — Von *allocera* weicht sie ausserdem durch gestreckteren und schmälere Körper, durch etwas kleineren Kopf und kleineren Halsschild, sowie durch kürzere Flügeldecken ab.

♂ und ♀ zusammen mit *allocera* auf feuchten Wiesen bei Shigansk, 6. VIII!.

192. **A. (Dimetrota) laevana** Rey.

In *Boletus*-Arten einzeln an der Aldan-Mündung, 16. VII!, und in der Nähe der Wilui-Mündung, 22 und 24. VII!, gefunden.

192. **A. (Badura) macrocera** Thoms.

Ein Exemplar in Mist bei Ust-Kut, 13. VI!.

194. **A. (Datomicra) arenicola** Thoms.

In *Boletus* — sp. zusammen mit *laevana* in der Nähe der Wilui-Mündung am 24. VII! selten gefunden,

195. **A. (Datomicra) asperiventris** Epph.

Mehrere Exemplare in Mist an der oberen Lena bei Olekminsk, 18. VI!, und auf den Steppenwiesen bei Jakutsk, 25. VI!.

196. **A. (Coprothassa) sordida** Marsh.

Nicht selten in Mist an der oberen und mittleren Lena. Olekminsk, 18. VI!; Jakutsk, 25. VI!; Ytyk-haia, 7. VII!; zwischen der Aldan-Mündung und Batylym, 18. VII!. — Unter den mitgebrachten Exemplaren befinden sich einige Zwergstücke von den Steppenwiesen der Umgebung von Jakutsk, die mehr wie doppelt kleiner als normale Exemplare sind.

197. **A. (Acrotona) orphana** Er.

Ziemlich selten unter Moos in der Taiga: Ust-Kut, 12. VI!; Ytyk-haja, 5. VII!; Batylym, 20. VII!.

192. **A. (Acrotona) fungi** Grav.

Häufig unter Moos und modernden Vegetabilien an der ganzen Lena: Amaloi!, Ust-Kut!, Olekminsk!, Jakutsk!, Tschimilkan!, Nikolskaja!, Batylym!, Ekseja!, Shigansk!, Bulun!, Bulkur!, VI—IX.

Var. *orbata* Er.

Mehrere Exemplare unter Moos bei Shigansk, Anfang August!.

199. **A. (Amischa) analis** Grav.

Einige Exemplare bei Ust-Kut am 12. VI!.

200. **Sipalia abbreviata** J. Sahlb.

Unter Moos in feuchteren Taiga-Wäldern, auch auf den Tundren, selten an der oberen, häufiger an der mittleren und unteren Lena: Ust-Kut!; Aldan-Mündung!; Batylym!; Ekseja!; Shigansk!; Kytylyk-tah!; Natara!; Kypsaraj!; VI—IX.

201. **Calodera æthiops** Grav.

Selten auf feuchten Wiesen: Olekminsk, 18. VI!; Insel Agrafena, 1. VIII!.

202. **Ocyusa (Mniusa) grandiceps** J. Sahlb.

Unter Moos und Laub in feuchteren Wäldern, sehr selten an der oberen und mittleren, ziemlich häufig an der unteren Lena: Ust-Kut, 12. VI!; Ytyk-haja, 15. VII!; Aldan-Mündung, 16. VII!; Naschim-haja, 3. VIII!; Shigansk, 6—18, VIII!; Natara, 13. IX!; Kysyr, 28. VIII!; Kumaksur, 7. IX!.

203. **Oxypoda (s. str.) opaca** Grav.

Ziemlich selten: Nikolskaja, 9. VII!; Shigansk, 8 und 15. VIII!.

204. **O. (s. str.) pallidicornis** n. sp.

Matt, ziemlich dicht hell behaart, der Kopf schwarz, der Halsschild braunschwarz, an der Basis und an den Seiten heller, braungelb. Die Flügeldecken sind gelb, an der Nath

verdunkelt. Die Hinterkörperringe sind braunschwarz, auf der hinteren Hälfte breit gelbbraun. Die Fühler, die Taster und die Beine sind gelbrot.

Die Punktur der Oberseite ist dicht und ziemlich fein. Der Kopf und der Halsschild sind etwas feiner als die Flügeldecken punktiert. Die Punktur der Dorsalsegmente ist fein aber sehr dicht.

Die Fühler sind ziemlich schlank, zur Spitze schwach verdickt, das 3:tte Glied ebenso lang als das 2:te, das 4:te etwas mehr wie $\frac{1}{3}$ kürzer, die folgenden allmählich kürzer werdend, die vorletzten schwach quer. Das Endglied ist gestreckt eiförmig.

Der Halsschild ist mässig gewölbt, nach vorne stärker verengt als nach hinten, an den Seiten mässig gerundet. Die Flügeldecken sind flach, ebenso breit und lang als der Halsschild, innerhalb der Hinterecken am Hinterrande ziemlich tief ausgeschnitten.

Der Hinterleib ist nach rückwärts zugespitzt. Alle Dorsalsegmente, auch das 7:te, sind sehr dicht punktiert.

Die Hintertarsen sind kürzer als die Hinterschienen, das erste Glied der ersteren ist deutlich länger als die drei folgenden zusammen. — Long. 3.2 mm.

Eine sehr ausgezeichnete Art, die wohl *O. opaca* Grav. am nächsten steht, von derselben aber sich in mehreren Hinsichten unterscheidend. Der Körper ist schmaler und kleiner, viel seichter gewölbt. Die Farbe besonders der Fühler und auch der Flügeldecken ist eine erheblich andere. Auch die Punktur der Oberseite ist feiner. — Von den in der Farbzeichnung dieser Art gleichenden sofort zu unterscheiden durch die kurzen Flügeldecken, die nicht länger als der Halsschild sind.

Fundort: 1 Ex. bei Jakutsk am schlammigen Ufer eines Steppen-Teiches, 25. VI!.

205. *O.* (s. str.) *lateralis* Mannh.

Zahlreich unter Gras auf feuchten Wiesen bei Shigansk, am 8, 14 und 18. VIII!, erbeutet.

206. *O.* (*Disochara*) *elongatula* Aub.

Shigansk, einzeln unter Laub am See-Ufer, 13. VIII!

207. *O. (Podoxya) atratula* n. sp.

Gestreckt und schmal, schwarz, wenig glänzend, anliegend, ziemlich dicht graugelblich behaart, die Spitze der letzten Dorsalsegmente auf dem Hinterkörper braungelb. Die Fühler sind braunschwarz mit etwas hellerer Basis, die Beine gelbrot, die Schenkel etwas angedunkelt.

Der Kopf ist ziemlich glänzend, gross, bedeutend schmaler aber als der Halsschild, ziemlich dicht und fein punktiert. Die Augen sind mässig gross und etwas vorspringend. Die Fühler sind ziemlich schlank, die Basis des Halsschildes nicht erreichend, das dritte Glied ist kürzer als das zweite, die vorletzten sind ziemlich stark quer, das Endglied ist gestreckt konisch zugespitzt, etwa so lang als die zwei vorhergehenden Glieder zusammen.

Der Halsschild hat dieselbe Punktur als der Kopf aufzuweisen und ist stärker glänzend als die Flügeldecken und der Hinterleib. Derselbe ist schmaler als die Flügeldecken, nur mässig stark quer, kaum ein Drittel breiter als lang, nach vorne zusammengedrückt und hierdurch in dieser Richtung kräftiger verengt erscheinend. Die Hinterecken sind deutlich zu sehen.

Die Flügeldecken sind etwas länger als der Halsschild, am Hinterrande vor den Hinterecken deutlich ausgerandet, sehr dicht und etwas kräftiger punktiert als der Halsschild.

Der Hinterkörper ist zugespitzt, dicht und fein punktiert, die Punktur ist feiner als auf den Flügeldecken und ist in den Quereindrücken der vorderen Dorsalsegmente etwas weitläufiger und kräftiger. Die Spitze ist bewimpert. — Long. 3 mm.

Diese Art steht sehr nahe der *O. induta* Muls. et Rey und hat mit dieser die längliche Körperform gemeinsam. Sie unterscheidet sich durch noch schmalere Körperform, dunklere Farbe, sowie durch stärkeren Glanz auf dem Kopfe und auf dem Halsschilde. Der letztgenannte und die Flügeldecken sind schmaler. Ausserdem ist die Punktur auf dem Kopfe und Halsschilde weitläufiger und auf der Oberseite durchgehend feiner.

Ein Exemplar, ♂, bei Shigansk unter Laub auf *Salix*-Wiesen, 9. VIII!.

208. **O. (Podoxya) fauveli** Bernh.
Ein Stück in Pilzen bei Önkyr-yrjä, 9. VII!.

209. **O. (Podoxya) coprophila** n. sp.

Gestreckt, wenig glänzend, ziemlich dicht anliegend grau behaart, dunkel schwarzbraun, die hintere Hälfte des vorletzten und das ganze letzte Hinterkörpersegment sowie die Beine braungelb.

Der Kopf ist mässig gross, bedeutend schmaler als der Halsschild, ziemlich glänzend, mässig dicht und sehr fein punktiert. Die Augen sind ziemlich gross, nicht aber vorspringend. Die Fühler einfarbig dunkel, gestreckt, etwas länger als Kopf und Halsschild zusammen, zur Spitze nur wenig verdickt; das dritte Fühlerglied ist kaum merkbar kürzer als das zweite, die folgenden quer, die vorletzten ziemlich stark; das letzte Glied ist gestreckt konisch, etwa so lang als die beiden vorhergehenden zusammen. Das vorletzte Palpenglied zur Spitze verdickt.

Der Halsschild ist bedeutend mehr breit als lang, mässig gewölbt, so breit als die Basis der Flügeldecken, ziemlich glänzend, fein und wenig dicht, in derselben Weise wie der Kopf punktiert. Die Seiten sind mässig gerundet, nach vorne ziemlich kräftig verengt. Die Hinterecken ganz abgerundet. Die Scheibe vor der Basis ohne Verflachung und ohne Mittelfurche.

Die Flügeldecken sind etwa um ein Drittel länger als der Halsschild und nur wenig breiter als derselbe. Die Punktur ist etwas kräftiger und besonders dichter als auf dem Kopfe und dem Halsschild, wodurch die Flügeldecken matter erscheinen. Die Ausbuchtung am Hinterrande innerhalb der Hinterecken ist seicht.

Der Hinterkörper ist nach hinten mässig stark zugespitzt; die Punktur ist sehr dicht und etwas feiner als auf den Decken, nach hinten jedoch unbedeutend weitläufiger. Sonst ist der Hinterkörper matt, ohne besonders hervortretenden Seideschimmer. Die Spitze ist reich beborstet. Das erste Glied der Hintertarsen ist kaum länger als die zwei folgenden zusammen. — Long. 2 mm.

Diese Art steht nahe zu *O. umbratu* Gyll. und *O. sericea* Heer, an denen sie in Körpergestalt ziemlich viel erinnert. Sie unterscheidet sich aber sofort durch etwas schmäleren Gestalt, längere und zur Spitze weniger verdickte Fühler, sowie durch die durchgehend dunklere Farbe. Von beiden ausserdem durch das längere dritte Fühlerglied, sowie durch das kürzere erste Glied der Hintertarsen verschieden. — Scheint auch mit *O. acumita* Mot. verwandt zu sein, unterscheidet sich aber durch schmalere und gestrecktere Fühler, die dunkler gefärbt sind, längeres drittes Glied, durch dichtere Punktur der Oberseite, längere Flügeldecken, sowie durch kürzeres erstes Hintertarsenglied.

Olekminsk, 2 Exemplare in Mist auf sandigen Stellen, 18. VI!.

210. *O. (Podoxya) acuminata* Hochh.

In Mist auf den Steppenwiesen bei Jakutsk, 2 Individuen am 27. VI!.

211. *O. (Sphenomma) abdominalis* Mannh.

Unter Laub auf den Alluvionen an der Aldan-Mündung, 13. VII!, und bei Batylym, 19. VII!, einzeln; zahlreich auf sandigen Stellen unter Holzstücken auf Inseln bei Shigansk. 16. VIII!.

212. *O. (Sphenomma) lenense* n. sp.

Gestreckt, braunrot — braunschwarz, der Kopf, die Flügeldecken und der Hinterkörper, die Spitze ausgenommen, etwas dunkler, die Fühler bräunlich mit hellerer Basis, die Beine gelbrot. Oben ist der Körper dicht anliegend graugelb behaart, seideschimmernd.

Der Kopf ist mässig gross, die Augen sind kaum vorspringend. Die Punktur ist fein und ziemlich dicht. Die Fühler sind kaum länger als Kopf und Halsschild zusammen, zur Spitze allmählich verdickt. Das dritte Glied ist etwas kürzer als das zweite. Die folgenden sind quer, die vorletzten stark. Das Endglied ist ziemlich kräftig, gestreckt konisch, etwas länger als die zwei vorhergehenden zusammen.

Der Halsschild ist ziemlich gross, nicht ganz um die Hälfte breiter als lang, mässig gewölbt, breiter als die Basis der Flügeldecken. Die Seiten sind nach vorne ziemlich kräftig gerundet verengt, die Hinterecken sind abgerundet. Die Scheibe ist ohne Eindrücke, fein und ziemlich dicht punktiert, etwas mehr glänzend als die Flügeldecken.

Diese letztere sind ein wenig länger als der Halsschild, sehr dicht und fein punktiert, am Hinterrande vor den Hinterecken ausgeschweift.

Der Hinterkörper ist wie die Flügeldecken seideschimmernd, fein und dicht punktiert, matter als Kopf und Halsschild. Zur Spitze ist derselbe wenig verengt.

Das erste Glied der Hintertarsen ist etwa so lang als die drei folgenden zusammen. — Long. 2.5 mm.

Diese Art steht ohne Zweifel der *O. islandica* Kraatz am nächsten. Der Körper ist aber grösser und verhältnissmässig schmaler; der Halsschild ist nach vorne mehr verengt, schmaler und gewölbter. Die Flügeldecken sind schmaler und gestreckter. Ausserdem ist die Farbe etwas dunkler.

Mehrere Exemplare unter Moos in feuchteren *Larix*-Wäldern bei Batylym, 20. VII!, und bei Shigansk, 7, 12 und 13. VIII!.

213. *O. (Bessopora) annularis* Mannh.

Nur sehr einzeln an der obersten Lena unter Moos in der Taiga am 12. VI!, gefunden.

214. *Dasyglossa prospera* Er.

Auf feuchten Wiesen und in feuchten Wäldern unter modernden Vegetabilien, auf einigen Stellen sehr zahlreich: Ytyk-haja, 7. VII!; Aldan-Mündung, 16. VII!; Batylym, 19. VII!; Agrafena, 31. VII!; Kytylyk-tah, 17. IX!.

215. *Microglossa nidicola* Fairm.

In den Nestern der Uferschwalbe meistens äusserst zahlreich vorzufinden. Zuweilen auch Abends an den Uferböschungen in der Nähe der Nester herumfliegend. Nördlichst bei Shigansk angetroffen.

216. **Aleochara** (s. str.) **brevipennis** Grav.

Nur an der obersten Lena bei Ust-Kut, 12. VI!, und bei Olekminsk, 18. VI!, gefunden.

217. **A. (Baryodma) intricata** Mannh.

Nur bei Olekminsk, 18. VI!, erbeutet.

218. **A. (Polychara) moerens** Gyll.

Einige Exemplare in *Boletus* — sp. in der Nähe der Wilui Mündung, 22. VII!.

219. **A. (Polychara) lævigata** Gyll.

An der obersten Lena bei Ust-Kut, 12. VI!.

220. **A. (Coprochara) bipustulata** L.

In Mist auf den Steppenwiesen bei Jakutsk, 25. VI!.

Eine von der Konstanz der Erregerwirkung unabhängige Messungsmethode für Hertz'sche elektrische Wellen und einige mit ihrer Hilfe ausgeführte Versuche.

Von

KARL F. LINDMAN.

I.

1. Das weite Gebiet, welches *Heinrich Hertz* vor zwei Jahrzehnten der Forschung eröffnete, ist noch in quantitativer Hinsicht verhältnismässig wenig bearbeitet worden. Dies gilt besonders für die elektrischen „Luftwellen“, welche, von einem Oscillator ausgehend, sich frei durch den Luftraum ausbreiten. Die Ursache dazu liegt ohne Zweifel grossentheils in der Schwierigkeit, welche das Messen der Intensität dieser Wellen bereitet. Die Funken des Oscillators oder die sogenannten Primärfunken, welche die elektromagnetische Schwingungsbewegung erzeugen, folgen nämlich nie auf einander *ganz* regelmässig. Die Wirkung, welche die Wellen auf einen Resonator ausüben, verändert sich deswegen mehr oder weniger unter sonst gleichen Umständen von einem Versuche zu einem anderen. Besonders unregelmässig sind die Primärfunken, wenn sie, wie es bei den zuerst angewandten Erregern der Fall war, in *Luft* überspringen. Eine bedeutend regelmässiger und auch stärkere Wirkung wurde dadurch erzielt, dass man die Funken in einem isolierenden Oel (Vaselin- oder Paraffinöl oder Petroleum) überschlagen liess und dabei auch für eine konstante Unterbrechung des Primärstromes des zum

Speisen des Erregers dienenden Induktors sorgte (z. B. durch Verwendung eines rotierenden Quecksilberstrahl-Turbinen-interruptors).

Auf diesem Wege gelang es mir mittels eines Erregers¹⁾, den ich schon vor 8 Jahren konstruierte, eine recht konstante Erregerwirkung zu erhalten, welche Messungen mit einer Genauigkeit von 5 bis 2 Procent gestattete. Eine noch etwas grössere Konstanz der Schwingungen hat *Max Laugwitz*²⁾ neulich erreicht. Durch Versuche hatte er gefunden, dass eine Ursache zu der Unregelmässigkeit der Primärfunken darin lag, dass sie bei kugelförmigen Elektroden im allgemeinen nicht zwischen denselben Punkten der metallischen Leiter, sondern bald an einer Stelle, bald an einer anderen, überspringen. Die Länge der Funkenstrecke und also auch ihr Einfluss auf den Verlauf der Schwingungen verändert sich infolgedessen unaufhörlich (sehr gross kann jedoch diese Unregelmässigkeit, wenigstens bei Platinelektroden, deren Oberfläche sich nicht oxydiert, meiner Ansicht nach nicht sein). Er konstruierte darum einen Erreger, dessen Funken in Petroleum zwischen zwei nur 1 mm dicken Aluminiumstiften überspringen. So lange diese Stifte nicht merkbar abgenutzt werden, behält bei dieser Einrichtung die Funkenstrecke ziemlich genau dieselbe Länge. Davon abgesehen, dass der Abstand zwischen den Stiften von Zeit zu Zeit reguliert werden muss (was allerdings bei Aluminium, wegen seiner geringeren Zerstäubung, nicht so oft als bei anderen Metallen vorzukommen braucht), leidet dieser Laugwitz'sche Erreger an dem Uebelstand, dass die von dem Induktor ausgehenden Zuleitungsdrähte, um alle andere Funken als die Primärfunken zu vermeiden, mit den Primärleitern direkt (mittels Spiralfedern) verbunden sind. In meiner soeben citierten Arbeit (Helsingfors 1901) habe ich einige Versuche erwähnt, welche die Bedeutung sogenannter „Zuleitungsfunken“ darthun. Ohne solche ist nämlich die Wirkung des Oscillators im allgemeinen nicht rein. Es zeigte sich, dass das Aussehen der

¹⁾ K. F. Lindman, Über Stationäre elektrische Wellen, Helsingfors 1901 p. 11–12. Ann. d. Phys. Bd. 7; 1902, p. 826.

²⁾ Physikalische Zeitschrift, 1907; p. 378.

Resonanzkurve und sogar die ganze Wirkung auf den Resonator sich veränderte, wenn die mit den Primärleitern direkt verbundenen Zuleitungsdrähte in eine andere Lage als vorher gebracht wurden. Um eine Wirkung im Resonator zu erzeugen, war überhaupt kein anderer Erreger nötig, als die beiden Zuführungsdrähte, deren Enden in Petroleum in einer so geringen Entfernung von einander gehalten wurden, dass eine Entladung zwischen ihnen möglich war. Dagegen beobachtete ich keine solchen Wirkungen, falls der Oscillator mit in Luft überspringenden, nicht zu kurzen Zuleitungsfunken versehen war, oder wenn die Entladung zwischen den Drahtenden in Luft geschah. Wenn die Zuleitungsfunken fehlen, oder wenn sie in Oel überschlagen, wirken die Drähte als ein zweiter Erreger, welcher die Wirkung des eigentlichen Erregers mehr oder weniger stört, besonders wenn sie nicht parallel zu und in der Nähe von einander (und senkrecht zum Oscillator) verlaufen. Dass diese Störungen nicht merkbar hervortreten, wenn die betreffenden Funken in Luft überschlagen, beruht offenbar darauf, dass die Luftfunken im Gegensatz zu den stets ganz kurzen Oelfunken sehr bald ihre oscillatorische Natur verlieren, falls der Abstand der Drahtenden für grössere Potentialdifferenzen eingestellt wird. Durch Versuche, welche ich neulich machte, fand ich, dass die Intensität der Strahlung bei Verwendung geeignet abgemessener Zuleitungsfunken bedeutend grösser ist als bei der direkten Verbindung und zwar liess sich in jenem Falle eine etwa doppelt so grosse Intensität erreichen als in diesem. Diese Vermehrung der Intensität ist natürlich von grosser Bedeutung besonders für Versuche mit Schwingungen von kleiner Wellenlänge, deren Intensität stets sehr gering ist.

Eben um die Strahlungsintensität zu steigern, ist man oft gezwungen einen *Tesla*-Transformator mit Funkenstrecke zwischen den Induktor und den Oscillator einzuschalten. Diese Funkenstrecke macht natürlich die Vorteile, welche der *Laugwitz*'sche Oscillator sonst für manche Zwecke unzweifelhaft darbietet, ziemlich illusorisch. Ich habe früher in der That gefunden, dass die Konstanz der Strahlung von der Regelmässigkeit dieser dem Stromkreis des Transformators gehörigen Funkenstrecke in hohem Grade abhängt. Obwohl ich schon längst drahtförmige Elektroden (sowohl aus Zink als aus

Aluminium) für die Transformatorfunkenstrecke benutzt habe, ist es mir jedoch nicht gelungen diese Funkenentladung *ganz* regelmässig zu machen. Die geringe Weite der Funkenstrecke macht es unmöglich, die Elektroden in eine Flüssigkeit zu bringen, was auch sonst wegen der soeben betrachteten Störungen nicht ratsam wäre. Während die Funken meines oben genannten Erregers nicht mehr reguliert zu werden brauchten, nachdem sie einmal gut eingestellt waren, musste ich jeden Tag und oft mehrmals täglich die Transformatorfunkenstrecke aufs neue einstellen. Nur durch langwierige Uebung und durch das Achtgeben auf u. a. den Laut dieser Entladungen lernte ich die durch Zerstäubung allmählich abgenutzten Elektroden auf die günstigste Weise wieder einzustellen. Mitten in einer Reihe von Messungen konnte es jedoch eintreffen, dass eine neue Regulierung der Funkenstrecke nötig war. Entweder mussten dann die darauf folgenden Intensitätsmessungen durch Umrechnen in Übereinstimmung mit den früheren gebracht werden, oder auch mussten diese verworfen werden. Um die Konstanz der Strahlung zu kontrollieren benutzte ich einen „Standardindikator“, d. h. einen zweiten Resonator in unverändertem Abstände vom Erreger. Beide Resonatoren waren Thermoelemente, welche in Verbindung mit einem höchst empfindlichen Galvanometer gesetzt werden konnten, wobei ein Umschalter in der Nähe des Beobachtungsfernrohres zum Ausschalten des einen Resonators aus der Galvanometerleitung und zum Einschalten des anderen diente. —

Um eine konstante Rotation des mit einem Elektromotor getriebenen Turbinenunterbrechers zu erhalten, musste er schon eine Weile vor dem Beginn der Messungen in Gang gesetzt werden und während der ganzen Dauer der zusammenhörenden Messungen (oft während einer ganzen Nacht) in Rotation bleiben. Auch dies ist selbstverständlich ein nicht geringer Übelstand bei allen Anordnungen, welche darauf zielen, eine möglichst konstante Erregerwirkung zu erzeugen.

2. Um, wenn möglich, von der Konstanz der Schwingungen unabhängig arbeiten zu können, d. h. um auch mit einer weniger konstanten Erregerwirkung auszukommen, als derjenigen, welche ich im besten Falle erreichen konnte, versuchte ich wiederholt durch ein gleichzeitiges Anwenden der

beiden Thermoelemente die Galvanometerausschläge durch eine *Nullmethode* zum Verschwinden zu bringen. Mit Hilfe einer *Wheatstone-Kirchhoff'schen* Drahtbrücke, wo der Messdraht und der Schleifkontakt aus Platin waren (um Kontaktströme zu vermeiden), konnte ich in der That eine solche Kompensation erreichen. Nach dieser Methode liessen sich aber wider alle Erwartung keine brauchbaren Messungen ausführen, so dass ich auf Störungen irgend einer Art schliessen musste. In meiner schon erwähnten Abhandlung¹⁾ habe ich auch eine Erscheinung, welche ich damals beobachtete, beschrieben, deren störender Einfluss auf diese Messungen sich nicht vermeiden liess. Nach Beobachtungen, die ich jetzt gemacht habe, ist es auch wahrscheinlich, dass die von dem Induktor ausgehenden magnetischen Kraftlinien bei ihrem Durchgang zwischen den Drähten der *Wheatstone'schen* Brücke Induktionsströme in der Galvanometerleitung erzeugten, welche die Thermoelemente der Resonatoren erwärmten und dadurch thermoelektrische Ströme hervorbrachten. Es ist mir auch nicht bekannt, dass es später jemandem gelungen sei, eine brauchbare Nullmethode für freie elektrische Luftwellen auszuarbeiten.

3. Da es also nicht zum Ziele zu führen scheint, die beiden Resonatoren gleichzeitig in den Stromkreis eines und desselben Galvanometers einzuschalten, bleibt es nur übrig, sie mit je ihrem Galvanometer zu verbinden, welche dann beide gleichzeitig abgelesen werden müssen. Auf diese Weise sind in der That *Klemenčič* und *Czermak*²⁾ bei der Festsetzung einer Interferenzkurve vorgegangen, indem sie die Ausschläge je ihres eigenen Galvanometers beobachteten und die Quotienten derselben verwerteten. Obwohl solche Messungen sehr wertvoll sein würden, sind sie, soviel ich weiss, nicht später in Gebrauch gekommen. Es ist auch von vornherein einleuchtend, dass diese Methode, welche zwei gemeinschaftlich arbeitende, geübte Beobachter voraussetzt, sehr umständlich ist und nur in Ausnahmefällen zu Verwendung gelangen kann. Die Erfahrung, welche ich diesen Herbst bei Strah-

¹⁾ „Ueber station. elektr. Wellen“ (H:fors 1901) p. 18.

²⁾ *J. Klemenčič* und *P. Czermak*, Wied. Ann. 50, 1893, p. 174.

lungsmessungen mittels zweier Galvanometer gemacht habe, zeigt auch, dass die betreffende Methode nicht geringe Schwierigkeiten bereitet. Bei jeder Luftströmung im Arbeitszimmer und besonders wenn man sich den „Thermoresonatoren“ nähert oder sie anfasst (was sehr oft nötig ist), werden Ströme erzeugt, welche die Null-lagen der beiden Galvanometer verschieben, und es würde im allgemeinen allzu lange dauern, jedesmal auf das vollständige Aufhören dieser Schwankungen der Ruhelage (die oft stundenlang dauern) zu warten. Während dieses Wanderns der Ruhelage treten jedoch längere oder kürzere Pausen ein, wo kein Wandern vorkommt und Messungen ausgeführt werden können. Ehe die Schwingungen erregt werden, muss deswegen bei jeder Ablesung der eine Beobachter sich auch über den Zustand der Ruhelage des Galvanometers des zweiten Beobachters benachrichtigen.

Die Abhängigkeit der beiden Beobachter von einander und überhaupt die Notwendigkeit zweier gleichzeitig arbeitenden Beobachter ist in der That in den meisten Fällen ein noch grösserer Übelstand als die oben diskutierte Abhängigkeit eines einzigen Beobachters von der Konstanz der Erregerwirkung. Um eine grössere Genauigkeit bei den Messungen der elektrischen Strahlung zu erreichen, hat man sich darum fast nur bemüht die Konstanz der Erregerwirkung möglichst gross zu machen.

4. Als ich diesen Herbst zwei genügend empfindliche Galvanometer zur Verfügung hatte, entschloss ich mich jedoch zuerst sie nach dem Vorgange von *Klemenčič* und *Chermak* wenigstens in einigen Fällen zu verwenden. Auf diese Weise hatte ich die beiden Galvanometer schon in je ihrer Ecke meines Arbeitszimmers aufgestellt und einige Messungen mit ihnen ausgeführt, als ich einen Versuch machte sie so aufzustellen, dass die beiden von ihnen ausgesandten Lichtzeiger auf dieselbe Skala fielen, wodurch es mir eventuell möglich sein würde, die beiden Galvanometer gleichzeitig und *allein* abzulesen.

Während der letzten Jahre, wo ich keine Gelegenheit gehabt habe Versuche anzustellen, hat ein ähnlicher Gedanke mir mehrmals vorgeschwebt, ohne jedoch zu irgend einem definitiven Vorschlag zu leiten. Ich hatte mir die Möglichkeit gedacht, die Gal-

vanometer in unmittelbarer Nähe von einander aufzustellen und die beiden (eventuell verschieden gefärbten) Lichtbilder übereinander entweder in dasselbe Beobachtungsfernrohr bei subjektiver Beobachtung oder auf eine durchsichtige, für objektive Beobachtung bezweckte Skala einfallen zu lassen. Ich hatte auch für denselben Zweck einen Entwurf zu einem Doppelgalvanometer gemacht, das die beiden Galvanometer ersetzen sollte und wodurch es möglich sein würde, die beiden zu den Magnetsystemen gehörigen Spiegel möglichst nahe an einander zu bringen. Man stösst jedoch auf diese Weise auf manche Schwierigkeiten, weil z. B. die beiden Lichtzeiger bei ihren Nullstellungen senkrecht zur Skala in unmittelbarer Nähe von einander einfallen müssen, und die beiden Galvanometer oder, im Falle eines Doppelgalvanometers, die beiden Magnetsysteme sehr leicht einander stören können.

Zufälligerweise kam ich aber neulich auf den ebenso einfachen als, wie es sich bald zeigte, leicht realisierbaren Gedanken, anstatt die beiden Galvanometer neben oder übereinander aufzustellen, sie in passender Entfernung *gegenüber einander mit einer teilweise durchsichtigen Skala zwischen ihnen* aufzustellen.

Das eine von mir gebrauchte Galvanometer ist ein von *Siemens* und *Halske* geliefertes *du Bois-Rubens'sches* Panzergalvanometer mit dreifachem Panzer und *Julius'scher* Aufhängevorrichtung, das andere ein von *J. Carpentier* in Paris geliefertes *Broca-galvanometer*¹⁾, das ich mit Hilfe zweier Eisencylinder so weit wie möglich gegen äussere magnetische Störungen geschützt habe. Als gemeinsame Lichtquelle (L., fig. 1) für die beiden Galvanometer verwende ich einen geradlinigen, vertikal gestellten Faden einer Glühlampe, welche in einen Holzkasten eingeschlossen ist. Durch zwei Rohre mit je zwei engen, vertikalen Spalten werden Lichtstrahlenbündel in entgegengesetzten Richtungen nach den beiden Galvanometerspiegeln (*s, s'*) gesandt. Der Spiegel (*s*) des *du Bois-Rubens'schen* Galvanometers ist ein Planspiegel, der eigentlich für subjektive Ablesung mittels eines Fernrohres bestimmt ist. Schief vor ihm habe ich darum eine Sam-

¹⁾ *Journal de Physique* (3) 6, p. 67, 1897.

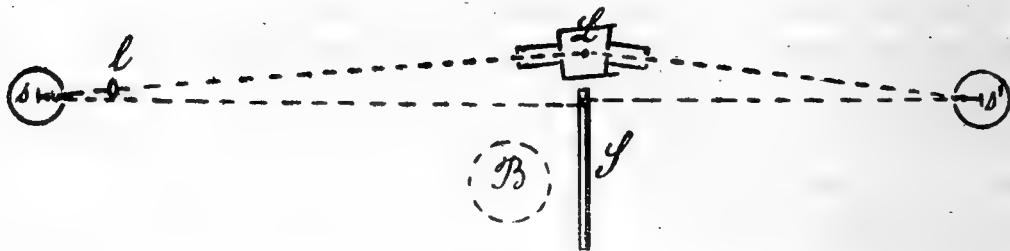


Fig. 1.

mellinse (l) von etwa 60 cm Brennweite angebracht, so dass das Licht welches durch die Linse geht und vom Spiegel reflektirt wird, ein scharfes Bild des glühenden Fadens auf der Skala (S) giebt. Dies Lichtbild fällt auf den oberen undurchsichtigen Teil der Skala, der die Millimeterteilung trägt (Fig. 2), an derselben Seite, wo der Beobachter sitzt (B, Fig. 1). Der Spiegel des *Broca*-Galvanometers ist dagegen ein Konkavspiegel von 49 cm Brennweite und wirft ohne weitere Hilfsmittel ein Bild der geradlinigen Lichtquelle auf den mittleren, aus halbdurchsichtigem Papier bestehenden Teil der Skala. Die beiden Bilder können leicht so eingestellt werden, dass sie in ihren Null-lagen dicht neben einander oder, wenn man so will, auf denselben Teilstrich der Skala und vor allem *senkrecht* zu ihr fallen.



Fig. 2.

Jedes Galvanometer ist mit einem mit Thermoelement versehenen Resonator¹⁾ verbunden, von denen der eine (der als „Standardindikator“ dienende) in einer unveränderlichen Entfernung vom Oscillator aufgestellt ist, während der andere, mit dessen Hilfe alle Versuche ausgeführt werden, in verschiedene Lagen und Stellungen gebracht werden kann. Damit der Standardindikator nicht durch seine eigene Ausstrahlung eine störende Einwirkung ausüben soll, habe ich ihm eine nahezu geschlossene Form gegeben, in welchem Falle die

¹⁾ Siehe: *K. F. Lindman*, Ann. d. Phys. 1901, Bd 4, p. 623.

sekundäre Ausstrahlung, wie ich bei meinen früheren Untersuchungen konstatiert habe, sehr gering ist. Zuerst gab ich den beiden Galvanometern genau dieselbe Schwingungsdauer (etwa 4 Sekunden für eine einfache Schwingung). Bei der Einwirkung der elektrischen Wellen auf die Resonatoren erreichten also die beiden Lichtbilder gleichzeitig ihre ersten Wendepunkte, welche es eben galt abzulesen. Es zeigte sich aber, wie es auch zu erwarten war, als sehr schwer oder sogar unmöglich auf diese Weise die beiden Ausschläge zu messen. Ich vergrösserte darum die Schwingungszeit des einen Galvanometers (des *Broca'schen*) ganz unbedeutend mit dem Erfolge, dass ich schon bei dem ersten Versuche die beiden Ausschläge leicht ablesen konnte. Es stellte sich dann sofort heraus, dass bei unveränderter Konfiguration des Erregers und der beiden Resonatoren *die Quotienten der entsprechenden Ausschläge innerhalb der Fehlergrenzen der Ablesungen konstant waren*. Es war in der That nicht zu erwarten, dass während des Bruchteiles einer Sekunde, womit die Schwingungsdauer des einen Galvanometers die des anderen übersteigt, die Intensität sich merkbar ändern würde. Diese Ungleichheit der Schwingungsdauern hat aber den grossen Vorteil, dass *man die beiden Ausschläge nie mit einander verwechselt*.

Die Genauigkeit der Messungen hängt aber noch ab von der Deutlichkeit der Millimeterteilung selbst und der Güte ihrer Beleuchtung und vor Allem von der Konstanz der Ruhelagen der Galvanometer. Bis jetzt habe ich mich von keinen besonderen Beleuchtungsvorrichtungen für die Skala bedient, sondern die Messungen einfach in halbdunklem Zimmer ausgeführt. Meine jetzige Skala lässt auch an Deutlichkeit noch viel zu wünschen übrig. Durch eine mehr geeignete Beleuchtung und das Anschaffen einer besseren Skala hoffe ich bald die Genauigkeit der Messungen wesentlich steigern zu können. Das mit dreifachem Panzer versehene *du Bois-Rubens'sche* Galvanometer ist gegen magnetische Störungen fast vollkommen geschützt. Die beiden Panzer, in welche ich das *Broca*-Galvanometer eingeschlossen habe, sind aber noch provisorischer Natur und bieten leider keinen vollständigen Schutz dar. Bei der angewandten Schwingungsdauer von etwa

4 Sekunden für eine einfache Schwingung schwankt die Ruhelage dieses Galvanometers wegen äusserer von dem elektrischen Strassenbahnenverkehr herrührenden Störungen um 1 bis 2 mm. Diese Schwankungen sind jedoch nicht stetig sondern treten mit gewissen, ziemlich kurzen Pausen auf. Zu diesen Störungen treten noch die schon früher (p. 61) erwähnten, langsamen Wanderungen der Ruhelagen der beiden Galvanometer, welche von Temperaturveränderungen der Resonatoren herrühren. Während die Julius'sche Aufhängevorrichtung (nebst Dämpfungsflügeln) für das *du Bois-Rubens'sche* Galvanometer unbedingt nötig ist, um Erschütterungen zu vermeiden, ist das mittels eines Kokongfadens aufgehängte, aus zwei vertikal gestellten Doppelmagneten bestehende Magnetsystem des *Broca-Galvanometers* gegen Erschütterungen bedeutend weniger empfindlich. Ein an der äusseren Wand des Arbeitszimmers befestigtes Holzfach gewährt ihm eine genügend ruhige Unterlage.

5. Das *Broca-Galvanometer* eignet sich übrigens sehr gut für Messungen der Intensität elektrischer Schwingungen. Sein Widerstand ist bei Hintereinanderschaltung seiner beiden Drahtspulen nur 1,3 Ohm, während die Stromstärke, welche bei einem Skalenabstand von 1 m und einer (einfachen) Schwingungsdauer von 10 Sek. erforderlich ist, um einen Ausschlag von 1 mm zu erzeugen, etwa 1×10^{-9} Amp. beträgt. Die Dämpfung der Schwingungen des Magnetsystems ist so gross, dass die Ruhelage sehr bald erreicht ist. Der Widerstand des *du Bois-Rubens'schen* Galvanometers ist bei Parallelschaltung seiner beiden Spulen 2,5 Ohm, während die Empfindlichkeit dieses Galvanometers für die durch ein und dasselbe Thermoelement erregten Ströme (bei Verwendung des gewöhnlichen, schwereren Magnetsystems) nur ungef. die Hälfte von der des *Broca-Galvanometers* ist. Das zuletzt genannte Galvanometer steht deshalb in Verbindung mit dem beweglichen Resonator, während jenes mit dem Standardindikator verbunden ist. Weil es sogar günstig ist, den Standardindikator in der Nähe des Oscillators aufzustellen, genügt die Empfindlichkeit des mit ihm verbundenen Galvanometers vollständig. Die geringen Widerstände der beiden Galvanometer sind vorteilhaft, weil der innere Widerstand

meiner aus sehr dünnen Platin- und Konstantandrähten bestehenden Thermoelementen nur 1 bis 2 Ohm beträgt.

Um die Proportionalität der Ausschläge zu den wirkenden elektromotorischen Kräften zu prüfen und die Korrekturen dieser Ausschläge zu bestimmen, wurden schwache, von einem Akkumulatorstrom abgezweigte Ströme durch die Galvanometer geschickt. Die Ergebnisse dieser Versuche sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt:

E. M. K.	Ausschlag des Broca-Galv:s	Korrektion	Ausschlag des du Bois-Rub. Galv:s	Korrektion
0,5	16 mm	—	8,5 mm	—
1	32 "	—	17 "	—
2	63 "	+ 1 mm	34 "	—
3	94 "	+ 2 "	51 "	—
4	124 "	+ 4 "	68 "	—
5	154 "	+ 6 "	83 "	+ 1 mm
7	212 "	+ 11 "	116,5 "	+ 2,5 "
9	272 "	+ 16 "	149 "	+ 4 "
10	—	—	165 "	+ 5 "
14	—	—	245 "	+ 10 "

Die ersten Ausschläge des *Broca*-Galvanometers sind also bis zu Ausschlägen von etwa 50 mm und die des *du Bois-Rubens*'schen Galvanometers bis zu Ausschlägen von etwa 70 mm der elektromotorischen Kraft proportional. Der Unterschied in dieser Beziehung hängt damit zusammen, dass jenes Galvanometer in einer kleineren Entfernung von der Skala steht als dieses. Die Ausschläge des *du Bois-Rubens*'schen Galvanometers sind bei derselben E. M. K. kaum grösser als die Hälfte der des *Broca*'schen.

Die thermoelektrische Integralkraft eines Resonators ist der vom Resonator aufgefangenen und in *Joule*'sche Wärme umgesetzten Energie der auffallenden Wellen proportional, so dass die Galvanometeraussschläge bei verschiedenen Orientierungen eines geradlinigen Resonators sich verhalten wie die Quadrate der auf den Resonator wirkenden Komponenten der Amplitude der elektrischen Kraft.

6. Zum Erregen der Funken im Oscillator verwende ich ein neues von *J. Carpentier* geliefertes *Ruhmkorff'sches* Induktorium (Serie J. C.) von mittlerer Grösse (10 cm Funkenstrecke) und einen Oeltransformator nach *Tesla* nebst Leydener-Batterie und Funkenstrecke (zwischen Aluminiumstiften). Die Schaltung wird durch Fig. 3 veranschaulicht,

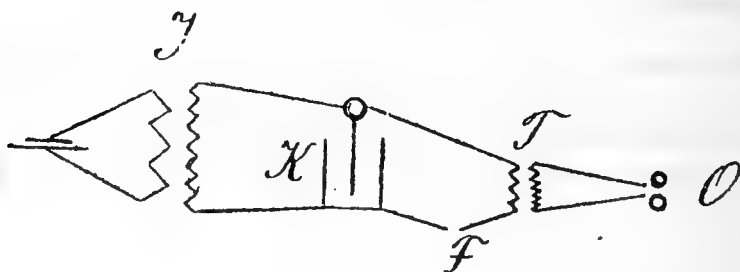


Fig. 3.

wo *I* das Induktorium, *T* den Transformator, *K* die Leydener-Batterie, *F* die Funkenstrecke und *O* den Oscillator bezeichnet. Vier in ein Holzkasten eingeschlossene und hintereinander geschaltete Akkumulatoren geben den zu transformierenden Strom.

Als Unterbrecher für das Induktorium dient ein neuer, von *Carpentier* konstruierter Platinkontakt-Interruptor („Rupteur atonique“), welcher direkt an dem Induktor montiert ist und durch die Magnetisierungen, resp. Entmagnetisierungen des Eisenkernes des Induktors erregt wird. (Eine ausführliche Beschreibung findet sich in den Instrumentenkatalogen von *J. Carpentier*). Dieser vorzügliche Unterbrecher braucht höchst selten reguliert zu werden und giebt das Maximum der Induktorwirkung ebenso gut wie ein von dem Induktorium unabhängiger Unterbrecher. Obwohl die Regelmässigkeit der Unterbrechungen nicht ganz so gross ist wie bei Verwendung eines mit einem Elektromotor getriebenen Quecksilberstrahl-Turbineninterruptors, ist er in allen Beziehungen weit bequemer handzuhaben und spart gleichzeitig nicht geringe Ausgaben für Stromverbrauch ein. Besonders bei der hier dargestellten, von der Unregelmässigkeit der Erregerwirkung unabhängigen Messungsmethode ist der neue *Carpentier'sche* Unterbrecher dem Turbineninterruptor un-

bedingt vorzuziehen. (Obwohl ein Unterbrecher der zuletzt genannten Art zu meiner Verfügung steht, verwende ich ihn gegenwärtig nicht).

7. Der Oscillator, den ich jetzt verwende, ist von derselben Art wie derjenige, den ich in meiner Arbeit „Ueber stationäre elektrische Wellen“ (Helsingfors 1901; p. 11—12) beschrieben habe. Nur eine geringe, praktische Verbesserung dieser Erregerform habe ich bei der Konstruktion meines jetztigen Erregers (Fig. 4) beobachtet.

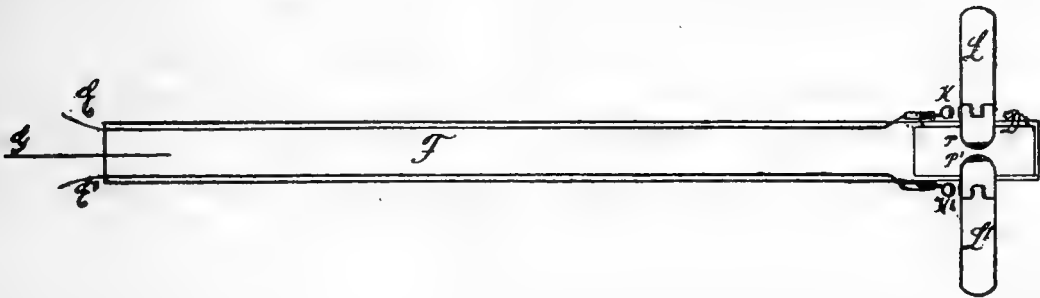


Fig. 4.

Die Zuführungsdrähte E, E' verlaufen nebeneinander und senkrecht zu den stabförmigen Primärleitern L, L' in zwei Rinnen des ziemlich langen Ebonitstabes F . Sie endigen mit den verschiebbaren Kugeln K, K' . Eine Glasplatte G verhindert das Ueberschlagen von Funken am hinteren Ende des Ebonitstabes. Damit eine Unregelmässigkeit in dem Ueberspringen der Ladungsfunken in Folge von Oxydation nicht stattfinden soll, sind sowohl die Kugeln K, K' als auch die gegenüberliegenden Stellen der Primärleiter mit Platinsegmenten versehen. Die Primärfunken springen in Petroleum zwischen den Platinsegmenten P, P' über. Die seitliche Wand des Petroleumbehälters bestand bei dem alten Erreger aus einer biegsamen tierischen Membran, so dass der Abstand zwischen den Primärleitern sich mittels einer Ebonitschraube leicht regulieren liess. Diese Membran blieb aber nie lange vollständig dicht, so dass es sehr oft nötig war, den Behälter mit Petroleum wieder nachzufüllen. Es konnte dann auch eintreffen, dass die Primärfunken in Luft übersprangen, wobei die Wand durch den Luftdruck beschädigt werden konnte. Während der mit diesem Erreger ausgeführten

Untersuchungen brauchte ich aber nicht den Abstand der Primärleiter mehr zu regulieren, nachdem er einmal gut eingestellt und zwar gleich 0,6 mm war. Die biegsame Membranwand und die Regulierschraube konnten also ohne Schaden weggelassen werden. Der Petroleumbehälter meines jetzigen Erregers hat folglich einen starren Seitenwand aus Ebonit, während ein mit Schraubengängen versehener Deckel *D* den oberen Leiter *L* trägt. Um die Primärfunken von Aussen sichtbar zu machen, ist die Seitenwand des Ebonitkastens mit zwei Glasfenstern versehen. Die beiden Primärleiter haben einen Durchmesser von 1,5 cm und können durch auf sie geschraubte Zusätze beliebig verlängert werden ¹⁾.

Zu diesem Oscillator gehört noch ein Stativ mit einem für eine beliebige Brennweite einstellbaren parabolischen Wellenreflektor. Dieses Stativ erlaubt dem Oscillator je nach Belieben eine vertikale, horizontale oder schiefe Stellung zu geben und kann auch ohne Reflektor benützt werden. Zu dem Empfänger gehört auch ein ganz ähnliches Stativ, obwohl ich es bis jetzt sehr selten gebraucht habe. Diese Stativ sind derselben Art wie diejenigen, die ich in einer früheren Arbeit ²⁾ beschrieben habe.

Als ich den Akkumulatorstrom mittels eines an der Beobachtungsstelle angebrachten Stromschlüssels schloss, erwiesen sich die 4 Akkumulatoren, die zu meiner Verfügung standen, als unzureichend. Ich verkürzte darum die Stromleitung so weit wie möglich, indem ich den Akkumulator-

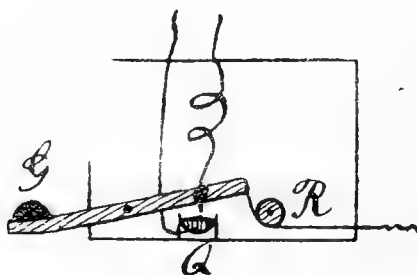


Fig. 5.

¹⁾ Dieser neue Erreger wurde schon vor 6 Jahren hergestellt, obwohl ich in Ermangelung anderer Apparate keine messenden Versuche mit ihm habe früher ausführen können.

²⁾ *K. F. Lindman*, Ann. d. Phys. Bd. 4, 1901, p. 621.

kasten unterhalb des Induktors setzte und mich eines selbst-angefertigten, sehr einfachen Stromschlüssels bediente, deren Beschaffenheit ohne weiteres aus der Fig. 5 hervergeht. Mit Hilfe eines um eine Rolle geführten Bindfadens lässt sich der Stromschluss sehr bequem von der Beobachtungsstelle aus bewerkstelligen. (In Fig. 5 bezeichnet R die Rolle und Q den zu schliessenden Quecksilberkontakt. Das Gewicht G bewirkt das Öffnen des Stromes, sobald man den Schlüssel sich selbst überlässt).

8. Nach dieser Beschreibung der Apparate und der Versuchsanordnung gebe ich jetzt einige Beispiele von Messungen, die ich nach der oben dargestellten Methode ausgeführt habe.

T a b e l l e I.

Serie.	Ruhelage des Broca Galvanometers	Erster Wende- punkt	Grösse des Ausschla- ges in mm. a	Ruhelage des <i>du Bois-Rubens'</i> - schen Galvanometers	Erster Wende- punkt	Grösse des Ausschla- ges in mm. b	$\frac{a}{b}$
A	47	81	34	33,5	76	42,5	0,80
	45	83	38	33,5	80	46,5	0,82
	44	82	38	33,5	80	46,5	0,82
B	40	81	41	33,5	83	49,5	0,83
	40	80	50	33	94	61	0,82
	41	83	42	34	85	51	0,82
C	40	76	36	35	79	44	0,82
	42	80	38	34,5	82	47,5	0,80
	43	85	42	35	87	52	0,81

Die Tabelle I enthält eine Serie von Ablesungen, die bei unveränderter Lage des Oscillators und der beiden Resonatoren gemacht wurden. Die Serien A , B und C unterscheiden sich von einander dadurch, dass die Weite der Funkenstrecke des *Tesla*-Transformators für jede einen verschie-

denen Wert hatte. In Anbetracht der noch vorhandenen Störungen muss die Konstanz der mit zwei Decimalen angegebenen Quotienten $\frac{a}{b}$ als sehr befriedigend bezeichnet werden, während die einzelnen Ausschläge sogar innerhalb derselben Serie erheblich von einander abweichen. (Den Wert der Quotienten erhält man unmittelbar mit Hilfe z. B. der C. A. Müller'schen Multiplikationstafeln, Verlag v. G Braun, Karlsruhe). Das Wandern der Null-lagen der beiden Galvanometer (während c:a 20 Minuten) geht auch aus der Tabelle hervor. Wie man sieht, ist die Ruhelage des du Bois-Rubens'schen Galvanometers bedeutend stabiler als die des empfindlicheren und gegen magnetische Einwirkungen nicht so gut geschützten Broca-Galvanometers.

II.

1. Da es von Wert sein dürfte, die Kurve der durch Reflexion entstandenen *stehenden elektrischen Wellen* nach der hier angewandten Methode festzustellen¹⁾, gebe ich in der folgenden Tabelle IIa die bei der Aufnahme einer solchen Kurve gewonnenen Messungsergebnisse wieder. Der stabförmige Oscillator hatte eine Länge von 19,5 cm und wurde, um Störungen in Folge mehrfacher Reflexionen zu vermeiden, ohne Reflektor benützt. Durch das Aufnehmen mehrerer Resonanzkurven hatte ich die Länge des geradligen Resonators, welche der der maximalen Wirkung entsprach, zu 22,5 cm festgestellt. Diese Länge ist zwar theoretisch ein wenig grösser als die dem vollständigen Isokronismus entsprechende, aber der Unterschied hat für uns in diesem Falle keine praktische Bedeutung. Als Spiegel benutzte ich ein 85 cm hohes und 70 cm breites Zeichenbrett, dessen eine, vollkommen ebene Oberfläche mit Stanniolblättern überzogen war. (Schon eine geringe Ausbauchung der reflektierenden Fläche kann, wie ich gefunden habe, zu falschen Ergebnissen führen, wogegen die Glätte der Fläche bei den im Verhältnis zu den Lichtwellen grossen elektrischen Wellen keine Rolle

¹⁾ Die oben (pg 5) erwähnte Arbeit von Klemenčič und Chermak hatte zum Gegenstand das Feststellen der nach der Boltzmann'schen Methode mit zwei verschiebbaren Metallspiegel erhaltenen Interferenzkurve.

spielt). Der Spiegel stand in einer Entfernung von 153 cm vom Erreger so, dass die von der Mitte des Erregers zu der Mitte des Spiegels gehende gerade Linie den Spiegel senkrecht traf. Das horizontal orientierte metallische Schutzrohr, wodurch die von dem beweglichen, vertikal gestellten Resonator ausgehenden Galvanometerleitungen gingen, wurde von einem hölzernen Stativ getragen, das längs einer seitlich aufgestellten optischen Bank so verschoben werden konnte, dass die Mitte des Resonators sich längs der soeben genannten geraden Linie bewegte. Der ebenfalls von einem Holzstativ getragene und vertikal gestellte Erreger stand von den Zimmerwänden ziemlich entfernt, während der ebene Spiegel, um Fremdwirkungen durch Reflexionen von den Wänden möglichst zu vermeiden, schiefe Winkel mit den Wänden bildete. Der kreisförmige Standard-Indikator war hinter dem Erreger (im Verhältnis zum Spiegel) aufgestellt. In den folgenden Tabellen bezeichnen **a** und **b** die Ausschläge in mm, welche resp. der verschiebbare Resonator und der Standard-Indikator in je ihrem Galvanometer erzeugten.

T a b e l l e II a.

Abstand zwischen Spiegel und Resonator in cm.	a	b	$100 \times \frac{a}{b}$	Mittelwert.
0,8	14	38	37	38
	13,5	36	38	
	12	32	38	
1,7	28	38	74	74
	26	35	74	
	27	37	73	
3,2	30	37	81	81
	28	34	82	
	26	33	79	
5,0	26	38	69	70
	26	38	69	
	28,5	40	71	
7,0	20	34	59	

Abstand zwischen Spiegel und Resonator in cm.	a	b	$100 \times \frac{a}{b}$	Mittelwert.
	20	34	59	
	24	38	63	60
9,0	21	38	55	
	21	37	57	
	21	37	57	56
11,0	19	36	53	
	20	38,5	52	
	20	39	51	52
13,0	18	36	50	
	18	38	47	
	16	34	47	48
15,0	14	36	39	
	14	37	38	
	13	33	39	39
17,0	11	37	32	
	12	39	31	
	11	33	33	32
19,0	9	37	24	
	8	33	24	
	10	39	26	25
21,0	6,5	35	19	
	6	35	17	
	6	36	17	18
23,0	5	36	14	
	4,5	33	14	
	5	37	14	14
24,0	5	38	13	
	4	36	11	
	4	33	12	12
25,5	5	34	14	
	5	33	15	
	6	38	16	15
26,0	7	35	20	
	6,5	35	19	
	6,5	35	19	19

Abstand zwischen Spiegel und Resonator in cm.	a	b	$100 \times \frac{a}{b}$	Mittelwert.
28,0	10,5	34	31	31
	13	42	31	
	11	34	32	
30,0	18	36	50	49
	18,5	39	47	
	19	39	49	
32,0	22	36	61	61
	23	39	59	
	23	36	64	
34,0	24	35	69	67
	23	35	66	
	24	36	67	
36,0	26	37	70	70
	24,5	35	70	
	26	37	70	
38,0	24	37	65	65
	25	38	66	
	22	34	65	
40,0	21	37	57	58
	21	36	59	
	21,5	38	57	
42,0	17	35	49	49
	17	34	50	
	17	35	49	
44,0	14	34	41	40
	14	35	40	
	15	38	39	
46,0	9	33	27	29
	10	34	29	
	10	33	30	
47,5	9	36	25	26
	9	32	28	
	9	35	26	
49,0	9	36	25	24
	7,5	31	24	

Abstand zwischen Spiegel und Resonator in cm.	a	b	$100 \times \frac{a}{b}$	Mittelwert.
	9	36	25	25
50,0	10	35	29	
	9	33	27	
	9,5	33	29	28
52,0	13	37	38	
	12	33	36	
	13	36	36	37
54,0	14	33	42	
	16	36	44	
	16	35	46	44
56,0	20	34	59	
	20	34	59	
	20	35	57	58
58,0	24	36	67	
	26	39	67	
	23	36	64	66
60,0	27	38	71	
	25	36	69	
	29	39	72	71
62,0	28	38	74	
	34	46	74	
	29	39	74	74
65,0	31	43	72	
	27	37	73	
	23	32	72	72
68,0	24	38	63	
	25	40	63	
	26	40	65	64
71,0	20	35	57	
	21	38	55	
	20	36	56	56
74,0	21	40	53	
	18	34	53	
	16	30	53	53
77,0	22	37	59	

Abstand zwischen Spiegel und Resonator in cm.	a	b	$100 \times \frac{a}{b}$	Mittelwert.
	20	34	59	
	20	33	61	60
80,0	23	34	68	
	24	35	69	
	24	36	67	68
83,0	30	38	79	
	28	36	78	
	30	40	75	77
86,0	31	34	91	
	35	40	88	
	35	38	92	90
89,0	39	40	98	
	37	36	103	
	35	35	100	100
92,0	35	34	103	
	41	40	103	
	35	34	103	103
95,0	36	34	106	
	37	37	100	
	37	35	106	104
98,0	34	31	110	
	38	34	112	
	36	32	113	112
101,0	38	32	119	
	36	30	120	
	38	32	119	119

2. In der folgenden Tabelle II b sind die Intensitätsmessungen zusammengestellt, welche beim Verschieben des Resonators gegen den Oscillator längs derselben Gerade, wie vorher, in *Abwesenheit des Spiegels* ausgeführt wurden. Der erste Abstand des Resonators von der früheren Lage der Spiegelfläche ist als negativ bezeichnet worden, weil der Resonator in diesem Falle hinter jener Fläche (im Verhältnis zu dem Oscillator) stand.

Tabelle II b.

Abstand des Resonators vom Oscillator in cm.	Abst. d Resonators von der Ebene des (weggen.) Spiegels in cm.	Ausschlag a	Ausschlag b	$100 \times \frac{a}{b}$	Mittelwert.
188	—35	3,5	35	10	
"	"	3	29	10	
"	"	3	31	10	10
153	0	5	34	15	
"	"	5	35	14	
"	"	5	34	15	15
128,5	24,5	8	37	22	
"	"	7	31	23	
"	"	8	33	24	23
104	49	12	35	35	
"	"	11	33	33	
"	"	11,5	33	35	34
79	74	20	34	59	
"	"	19,5	33	59	
"	"	19,5	33	59	59
52,3	100,7	40	34	125	
"	"	37	30	123	
"	"	39,5	33	120	123
30,3	122,7	98+2(Korr.)	29	345	
"	"	96+2 "	29	338	
"	"	89+2 "	27	337	340

3. Die Tabellen II a und II b geben die in der Fig. 6 aufgetragenen Kurven. Die Abscisse des ersten Minimums der Kurve II a giebt (mit Berücksichtigung der naheliegenden Punkte) für die halbe Wellenlänge $\frac{\lambda}{2}$ den Wert 24,4 cm, die Abscisse des zweiten Maximums giebt $\frac{3\lambda}{4} = 36,0$ cm (annähernd) und die des zweiten Minimums $2 \times \frac{\lambda}{2} = 48,7$ cm.

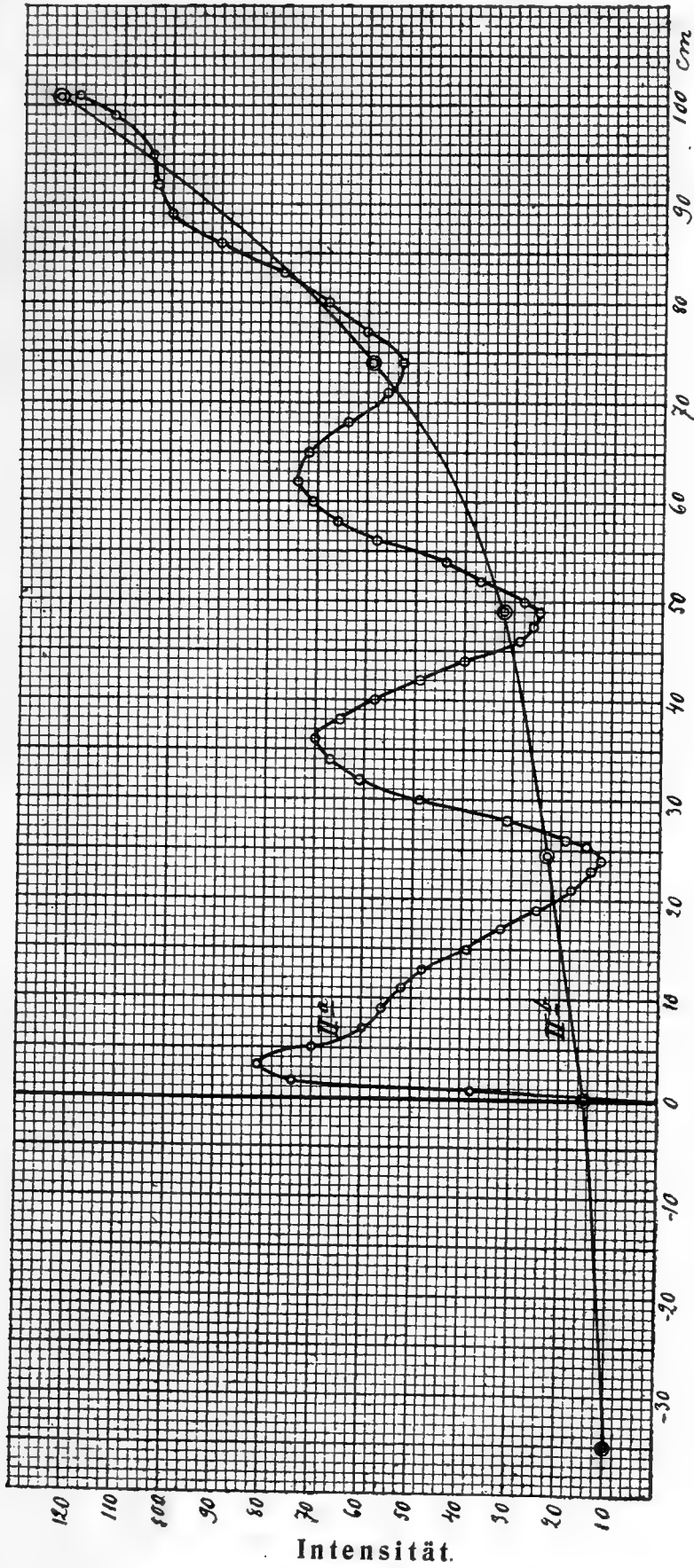


Fig. 6.
Abstand zwischen Spiegel und Resonator.

Die Decimalen dieser Werte sind jedoch nur approximativ aus der Kurve zu erhalten. Der Fehler des ersten Wertes (24,4 cm) und der des dritten (48,7 cm) [welche Werte ich mit Berücksichtigung der Mittelpunktskurve einiger der Minima naheliegenden, zur Abscissenaxe parallelen Sehnen in einer Figur grösseren Maassstabes abgeleitet habe] dürften nicht 0,1 cm übersteigen (vorausgesetzt dass die Fixpunkte der Kurve richtig sind), wobei die Genauigkeit des ersten Wertes etwas grösser ist als die des dritten. Den Wert $\frac{3\lambda}{4} = 36,0$ cm schätze ich als auf etwa 0,2 cm richtig (nach der Kurve). Für die ganze Wellenlänge erhält man also die Werte:

$$48,8 \text{ cm, } 48,0 \text{ cm und } 48,7 \text{ cm,}$$

wobei dem ersten und dem dritten dieser Werte je ein doppeltes „Gewicht“ beizulegen ist. Der so erhaltene Mittelwert

$$\lambda = 48,6 \text{ cm}$$

hat einen wahrscheinlichen Fehler von der Grösse

$$\pm \frac{2}{3} \sqrt{\frac{4+4+36+1+1}{5 \times 4}} \text{ mm}$$

oder ± 1 mm (rund) d. h. etwa 0,2%.

Für Wellenlängenbestimmungen nach dieser Methode genügt es im allgemeinen den Abstand des ersten Minimums der elektrischen Kraft vom Spiegel zu bestimmen, welches das am meisten ausgeprägte ist. In der Fig. 6 fängt die Kurve II a schon nach dem zweiten Minimum an so rasch zu steigen, dass die folgenden Maxima und Minima sich für die Wellenlängenbestimmung nicht mehr eignen. Um den erhaltenen Wert der Wellenlänge zu prüfen, habe ich den Abstand des ersten Minimums vom Spiegel bei zwei anderen Entfernungen des Spiegels vom Oscillator, die sich von einander um eine Viertelwellenlänge unter-

schieden, bestimmt und dabei in jedem Falle den Wert 24,3 cm für die halbe Wellenlänge bekommen. Fremde Reflexionen können folglich keinen störenden Einfluss auf die Lage der Maxima und Minima ausgeübt haben. Es geht auch hieraus hervor, dass die Genauigkeit der Wellenlängenbestimmung durch die Aufnahme *mehrerer Interferenzkurven* sich bedeutend steigern lässt.

Der Abstand des ersten Maximums der Kurve II a (Fig. 6) vom Spiegel beträgt nur c:a 3,5 cm. Diese Verschiebung des ersten Maximums der elektrischen Kraft gegen den Spiegel, welche beim Messen der stehenden Wellen mittels eines geradlinigen Thermoresonators vorkommt, ist eine Erscheinung, die ich im Jahre 1899 zuerst beobachtete. In meiner schon oft citierten Arbeit „Ueber stationäre elektrische Wellen“ habe ich dieselbe näher untersucht und sie als eine Wirkung der vom Resonator ausgestrahlten *Sekundärwellen* erklärt. Durch Vergrößerung der Dämpfung des Resonators gelang es mir auch diese Verschiebung aufzuheben. Die von einem Resonator ausgehenden Sekundärwellen bilden den Gegenstand einer ausführlicheren Untersuchung, mit der ich gegenwärtig beschäftigt bin, und über deren Ergebnisse ich hoffe bald berichten zu können.

4. Die in Abwesenheit des Spiegels gemessene Intensität der direkten Wellen wird in Fig. 6 durch die Kurve II b angegeben. Die in der Entfernung 30 cm vom Erreger gemessene Intensität ist jedoch des Raumes wegen in der Fig. 6 nicht aufgetragen. Durch Vergleich mit der Kurve II a findet man, dass jeder Knoten der stehenden Wellen eine wirkliche Schwächung der direkten Wellen bedeutet. Dies stimmt auch sowohl mit der Theorie als mit meinen früheren Beobachtungen ¹⁾ überein, steht aber in Widerspruch mit Beobachtungen von *Sarasin* und *de la Rive* ²⁾.

Ich habe früher experimentell nachgewiesen ³⁾, dass, wenn die Dimensionen eines Metallspiegels gross gegen die Wellenlänge sind, die darauf fallenden elektrischen Wellen

¹⁾ *K. F. Lindman*, Ann. d. Phys. Bd. 7. 1902, p. 831.

²⁾ Vgl. *H. Poincaré*, Les Oscillations électriques, p. 274. 1894.

³⁾ *K. F. Lindman*, Ann. d. Phys. Bd. 4, 1901, p. 634.

ohne merklichen Intensitätsverlust reflektiert werden. Die Ordinate der Kurve II b, welche der Abscisse — 24,3 cm entspricht, stellt mit grosser Annäherung die Intensität der reflektierten Schwingungen in dem ersten Knoten der stehenden Wellen dar und zwar hat diese Ordinate den Zahlenwert 11. Die Intensität der direkten Wellen in demselben Punkte ist gleich 23,0. Für die Ordinate des ersten Knotenpunktes würde sich also nach einer ganz rohen Schätzung ergeben:

$$(\sqrt{23} - \sqrt{11})^2 = 2,$$

während diese Ordinate in Wirklichkeit gleich 12, d. h. viel grösser ist. Für die Ordinate des zweiten Minimums lässt sich auf dieselbe Weise (die Intensität der die reflektierten Wellen muss jedoch in diesem Falle durch Extrapolieren geschätzt werden) der Wert 8 berechnen, während der wirkliche Wert 25 ist. Während im vorigen Falle die berechnete Intensität 17% der berechneten beträgt, ist sie in diesem 32%, d. h. die Abweichung ist in dem ersten Knoten grösser als im zweiten. Für das zweite Maximum stimmen dagegen die berechnete Ordinate 68,5 und die beobachtete 70 sehr gut mit einander überein.

Die Abweichungen in den Knotenpunkten hängen offenbar mit der Dämpfung der Schwingungen zusammen, die bei der Berechnung gar nicht berücksichtigt worden ist. Ich stelle mir die Sache etwa folgendermaassen vor: Jeder vom Oscillator ausgehende Wellenzug trifft den Resonator zweimal, d. h. vor und nach der Reflexion. Auch wenn der Resonator sich in einem Minimum befindet, erregt der direkte Wellenzug Schwingungen im Resonator, *ehe* die Interferenzwirkung anfängt. Während des etwa 4 Sekunden dauernden Ausschlages des Galvanometers folgen ausserordentlich viele solche getrennte Wellenzüge auf einander, so dass mehrere Wirkungen von der soeben erwähnten Art sich addieren. Die Dämpfung der auf den Resonator wirkenden Wellen ist stets sehr gross und bedeutend grösser als die der Eigenschwingungen des Resonators. Wenn der reflektierte Wellenzug den Resonator trifft, interferiert er — während einer kurzen Zeit — mit den noch nicht reflektierten Wellen des-

selben Wellenzuges. Die resultierenden Resonatorschwingungen setzen sich dann zusammen aus den schon vorher erregten, aber noch nicht abgeklungenen Eigenschwingungen des Resonators und den durch die soeben genannte Interferenzwirkung erzeugten. Die vor der Interferenz erregten Eigenschwingungen des Resonators sind zwar in dem ersten Knoten (von Spiegel gerechnet) schwächer als in dem zweiten, aber die Amplitude der während der Interferenz zuerst wirkenden *direkten* Wellen und die Dauer der Interferenzwirkung sind in jenem Punkte grösser als in diesem. Die Eigenschwingungen des Resonators werden also in dem zweiten Knoten verhältnismässig mehr geschwächt als in dem ersten (vorausgesetzt, dass beide Punkte genügend weit vom Erreger entfernt sind, so dass die Intensität der direkten Wellen mit wachsender Entfernung nicht zu schnell abnimmt). Es lässt sich also in Uebereinstimmung mit der Erfahrung denken, dass die Differenz zwischen der beobachteten und der berechneten Intensität in dem zweiten Minimum verhältnismässig kleiner sein kann als in dem ersten.

Auch im zweiten Maximum sind die Verhältnisse verwickelter als bei der obigen Berechnung angenommen wurde. Es scheint deshalb nicht ausgeschlossen zu sein, dass zufällige Umstände zu der in diesem Punkte erhaltenen guten Uebereinstimmung zwischen Beobachtung und Berechnung mitgewirkt haben. Bei einem früheren Versuche, wo ich kürzere Wellen und einen etwas stärker gedämpften Resonator benutzte, war in der That, wie ich jetzt finde, die in dem zweiten Maximum beobachtete Intensität kleiner als die auf die obige Weise berechnete (Vgl. meine Arbeit „Ueber stat. elektr. Wellen“, Fig. 4, p. 25).

Es ist schliesslich nicht ganz unmöglich, obwohl wenig wahrscheinlich, dass der Spiegel, den ich jetzt benutzt habe, nicht genügend gross war, so dass die reflektierten Wellen eine nicht zu vernachlässigende Zerstreung hätten erleiden können. Wegen der ziemlich symmetrischen Form der Kurve II a (Fig. 6) in der Umgebung des zweiten Maximums scheint es auch unwahrscheinlich, dass die vom Resonator ausgehenden und vom Spiegel reflektierten Sekundärwellen in diesem Maximum, und noch weniger in dem ersten Minimum, einen merk-

baren Einfluss haben ausüben können. (In dem ersten Minimum würden diese Wellen, falls nicht ihre Intensität dort zu gering wäre, eine verstärkende Einwirkung ausüben).

5. Die Kurve II b (oder die entsprechende Tabelle) erlaubt auch zu prüfen, ob das Gesetz der umgekehrten Proportionalität der Strahlungsintensität zu dem Quadrate der Entfernung vom Erreger für die von dem geradlinigen Thermoresonator aufgefangene Energie gilt. Wenn man die Rechnung durchführt, findet man für die Entfernungen, welche grösser als eine Wellenlänge sind, eine sehr gute Uebereinstimmung mit den Beobachtungen. In kürzeren Entfernungen (und zwar bei 30,3 cm) ist dagegen die berechnete Intensität etwas grösser als die beobachtete. Diese Abweichung, die mit abnehmender Entfernung zuzunehmen scheint, kann ich jedoch nicht, ehe ich den Versuch wiederholt habe, als absolut sicher festgestellt betrachten. *Wenigstens in Entfernungen, die grösser als die Wellenlänge sind, ist die von einem stabförmigen Erreger senkrecht zu ihm ausgestrahlte und von einem stabförmigen Resonator aufgefangene Energie dem Quadrate der Entfernung vom Erreger umgekehrt proportional.*

Die meisten der oben genannten Apparate (mit Ausnahme hauptsächlich des *Broca*-Galvanometers) gehören dem physikalischen Laboratorium der hiesigen Universität, wo ich auch die Versuche ausgeführt habe. Für das Entgegenkommen, womit er in so weitgehender Weise die Mittel des Laboratoriums mir zur Verfügung gestellt hat, sage ich Herrn Professor *Hj. Tallqvist* meinen besten Dank aus.

Helsingfors, Oktober 1908.

Ueber die Ableitung des Satzes vom retardierten Potential,

von

GUNNAR NORDSTRÖM.

Der vorliegende Aufsatz ist ein Versuch den Satz vom retardierten Potential in möglichst anschaulicher Weise abzuleiten. Die Ableitungsweise ist prinzipiell kaum von derjenigen verschieden, welche Voigt bei einer spezielleren Aufgabe, nämlich die Ableitung des Huygensschen Prinzipes, benutzt¹⁾; wir bedienen uns aber hier der vektoranalytischen Schreibweise²⁾.

Es sei $U(x, y, z, t)$ eine Funktion der vier unabhängigen Veränderlichen x, y, z (die Koordinaten) und t (die Zeit), welche der folgenden partiellen Differentialgleichung genügt,

$$(I) \quad \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 U}{\partial t^2} - \nabla^2 U = 4\pi\rho(x, y, z, t),$$

wo ρ eine *gegebene* Funktion von x, y, z, t , und c eine Konstante ist.

Wir heben besonders einen bestimmten Aufpunkt (a, b, c) hervor, und verstehen also unter $U(a, b, c, t)$ den Wert von U im Aufpunkte. Es werden die Grössen $\nabla U, \nabla^2 U, \frac{\partial U}{\partial t}$ und $\frac{\partial^2 U}{\partial t^2}$ in Betracht gezogen; zu jeder Zeit und in jedem

¹⁾ W. Voigt, Kompendium der theor. Physik II, S. 776.

²⁾ Was die benutzten vektoranalytischen Bezeichnungen betrifft, siehe M. Abraham, Theorie der Elektrizität I.

Raumpunkte haben dieselben bestimmte Werte. Es sei

$$(1) \quad r = + \sqrt{(x - a)^2 + (y - b)^2 + (z - c)^2},$$

der Abstand eines Punktes (x, y, z) vom Aufpunkt. Wir werden nicht die Werte der Grössen $U, rU, r^2U, \frac{\partial U}{\partial t}, \frac{\partial^2 U}{\partial t^2}$ in verschiedenen Raumpunkten zu derselben Zeit t betrachten, sondern die Werte dieser Grössen zu der von Ort zu Ort variierenden Zeit $t - \frac{r}{c}$, und setzen mit Bezug hierauf

$$(2) \quad V(x, y, z, t) = U\left(x, y, z, t - \frac{r}{c}\right).$$

Der Ausdruck $U\left(x, y, z, t - \frac{r}{c}\right)$ kann so differentiiert werden, als ob er eine Funktion der fünf unabhängigen Veränderlichen x, y, z, t, r wäre. V muss dagegen immer als eine Funktion nur von x, y, z, t angesehen werden. Alsdann ist

$$(3) \quad \frac{\partial V}{\partial x} = \frac{\partial}{\partial x} U\left(x, y, z, t - \frac{r}{c}\right) + \frac{\partial}{\partial r} U\left(x, y, z, t - \frac{r}{c}\right) \cdot \frac{\partial r}{\partial x}.$$

Aus

$$r^2 = (x - a)^2 + (y - b)^2 + (z - c)^2$$

folgt jetzt

$$rdr = (x - a) dx + (y - b) dy + (z - c) dz,$$

und

$$(4) \quad \frac{\partial r}{\partial x} = \frac{x - a}{r}.$$

Weiter ist, wie leicht ersichtlich,

$$(5) \quad \frac{\partial}{\partial r} U\left(x, y, z, t - \frac{r}{c}\right) = -\frac{1}{c} \frac{\partial}{\partial t} U\left(x, y, z, t - \frac{r}{c}\right) = -\frac{1}{c} \frac{\partial V}{\partial t},$$

also haben wir

$$(6) \quad \frac{\partial V}{\partial x} = \frac{\partial}{\partial x} U\left(x, y, z, t - \frac{r}{c}\right) - \frac{x - a}{cr} \frac{\partial V}{\partial t}.$$

Bezeichnet man den Vektor ∇U für die Zeit $t - \frac{r}{c}$ mit $\mathfrak{A}(x, y, z, t)$, so ergibt sich für die x -Komponente von $\mathfrak{A}(x, y, z, t)$

$$(7) \quad \mathfrak{A}_x(x, y, z, t) = \frac{\partial}{\partial x} U\left(x, y, z, t - \frac{r}{c}\right),$$

und also nach (6)

$$(8) \quad \mathfrak{A}_x(x, y, z, t) = \frac{\partial V}{\partial x} + \frac{1}{c} \frac{x-a}{r} \frac{\partial V}{\partial t}.$$

Es ist hier $\frac{x-a}{r}$ die x -Komponente eines Vektors, dessen absoluter Betrag *eins* ist, und dessen Richtung die Richtung vom Aufpunkte zum Punkte (x, y, z) anzeigt. Bezeichnet man diesen Vektor mit \mathfrak{r} , so besteht auf Grund der Gleichung (8) und der beiden entsprechenden für die anderen Achsenrichtungen die Vektorgleichung

$$(9) \quad \mathfrak{A} = \nabla V + \frac{\mathfrak{r}}{c} \frac{\partial V}{\partial t}.$$

Durch Differentiation nach t erhält man hieraus

$$(10) \quad \frac{\partial \mathfrak{A}}{\partial t} = \nabla \frac{\partial V}{\partial t} + \frac{\mathfrak{r}}{c} \frac{\partial^2 V}{\partial t^2}.$$

Die Grösse $\nabla^2 U$ für die Zeit $t - \frac{r}{c}$ werde mit $G(x, y, z, t)$ bezeichnet, also

$$(11) \quad G(x, y, z, t) = \frac{\partial^2}{\partial x^2} U\left(x, y, z, t - \frac{r}{c}\right) + \frac{\partial^2}{\partial y^2} U(\cdot) + \frac{\partial^2}{\partial z^2} U(\cdot).$$

Die Grössen $\frac{\partial U}{\partial t}$ und $\frac{\partial^2 U}{\partial t^2}$ für die Zeit $t - \frac{r}{c}$ sind, wie man sieht, gleich $\frac{\partial V}{\partial t}$ bzw. $\frac{\partial^2 V}{\partial t^2}$. Weiter bezeichnen wir mit

$\sigma(x, y, z, t)$ die Grösse ϱ für die Zeit $t - \frac{r}{c}$, setzen also

$$(12) \quad \sigma(x, y, z, t) = \varrho\left(x, y, z, t - \frac{r}{c}\right).$$

G und σ sind wie V und \mathfrak{A} als Funktionen nur von x, y, z, t anzusehen.

Weil die Differentialgleichung (I) für jede Zeit gültig sein muss, also auch für die Zeit $t - \frac{r}{c}$, so ist auch

$$(13) \quad \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 V}{\partial t^2} - G = 4\pi\sigma.$$

Es werde jetzt ein Ausdruck für die Grösse $\operatorname{div} \frac{\mathfrak{A}}{r}$ gebildet. Es besteht die Gleichung

$$(14) \quad \operatorname{div} \frac{\mathfrak{A}}{r} = \frac{1}{r} \operatorname{div} \mathfrak{A} + \mathfrak{A} \nabla \frac{1}{r}.$$

Aus (7), (11) und (4) folgt

$$\begin{aligned} \operatorname{div} \mathfrak{A} = G + \frac{x-a}{r} \frac{\partial^2}{\partial r \partial x} U\left(x, y, z, t - \frac{r}{c}\right) + \frac{y-b}{r} \frac{\partial^2}{\partial r \partial y} U() + \\ + \frac{z-c}{r} \frac{\partial^2}{\partial r \partial z} U(), \end{aligned}$$

und also, weil

$$(15) \quad \begin{aligned} \frac{\partial^2}{\partial r \partial x} U\left(x, y, z, t - \frac{r}{c}\right) = -\frac{1}{c} \frac{\partial^2}{\partial t \partial x} U\left(x, y, z, t - \frac{r}{c}\right), \\ \operatorname{div} \mathfrak{A} = G - \frac{r}{c} \frac{\partial \mathfrak{A}}{\partial t}. \end{aligned}$$

Setzt man hier den Ausdruck (10) für $\frac{\partial \mathfrak{A}}{\partial t}$ ein, so ergibt sich

$$(16) \quad \operatorname{div} \mathfrak{A} = G - \frac{r}{c} \nabla \frac{\partial V}{\partial t} - \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 V}{\partial t^2},$$

ferner nach (13)

$$(17) \quad \operatorname{div} \mathfrak{A} = -4\pi\sigma - \frac{r}{c} \nabla \frac{\partial V}{\partial t}.$$

Es ist auch

$$(18) \quad \nabla \frac{1}{r} = -\frac{r}{r^2}.$$

Die Gleichung (14) ergibt jetzt mit Hinsicht auf die Gleichungen (17), (9) und (18)

$$(19) \quad \operatorname{div} \frac{\mathfrak{A}}{r} = -\frac{4\pi\sigma}{r} - \frac{r}{cr} \nabla \frac{\partial V}{\partial t} - \frac{r}{r^2} \nabla V - \frac{1}{cr^2} \frac{\partial V}{\partial t}.$$

Dieser Ausdruck werde auf folgende Weise umgeformt. Weil gemäss (4) ∇r gleich r ist, so hat man

$$(20) \quad \nabla \left(r \frac{\partial V}{\partial t} \right) = r \nabla \frac{\partial V}{\partial t} + \frac{\partial V}{\partial t} r.$$

Diese Gleichung (20) mit $\frac{r}{cr^2}$ multipliziert verändert die Gleichung (19) in

$$\begin{aligned} \operatorname{div} \frac{\mathfrak{A}}{r} &= -\frac{4\pi\sigma}{r} - \frac{r}{cr^2} \nabla \left(r \frac{\partial V}{\partial t} \right) - \frac{r}{r^2} \nabla V = \\ &= -\frac{4\pi\sigma}{r} - \frac{r}{r^2} \nabla \left(V + \frac{r}{c} \frac{\partial V}{\partial t} \right). \end{aligned}$$

Da weiter

$$\operatorname{div} \left\{ \frac{r}{r^2} \left(V + \frac{r}{c} \frac{\partial V}{\partial t} \right) \right\} = \left(V + \frac{r}{c} \frac{\partial V}{\partial t} \right) \operatorname{div} \frac{r}{r^2} + \frac{r}{r^2} \nabla \left(V + \frac{r}{c} \frac{\partial V}{\partial t} \right)_r$$

und da $\operatorname{div} \frac{r}{r^2} = 0$ ist, so folgt noch

$$\operatorname{div} \frac{\mathfrak{A}}{r} = -\frac{4\pi\sigma}{r} - \operatorname{div} \left\{ \frac{r}{r^2} \left(V + \frac{r}{c} \frac{\partial V}{\partial t} \right) \right\},$$

und zuletzt

$$(21) \quad -\frac{4\pi\sigma}{r} = \operatorname{div} \left\{ \frac{\mathfrak{A}}{r} + \frac{r}{r^2} V + \frac{r}{cr} \frac{\partial V}{\partial t} \right\}.$$

Diese Gleichung werde mit dv multipliziert und über einen Raum v integriert, der den Aufpunkt enthält und von einer Fläche F begrenzt wird. Weil aber $\frac{1}{r}$ für Punkte unendlich nahe dem Aufpunkt nicht endlich ist, schliessen wir noch den Aufpunkt mittels einer kleinen Kugelfläche f aus, deren Mittelpunkt im Aufpunkt liegt. Der Gaussische Satz ergibt jetzt

$$\begin{aligned} -4\pi \int dv \frac{\sigma}{r} &= \int dF n \left\{ \frac{\mathfrak{A}}{r} + \frac{r}{r^2} V + \frac{r}{cr} \frac{\partial V}{\partial t} \right\} \\ &\quad - \int df r \left\{ \frac{\mathfrak{A}}{r} + \frac{r}{r^2} V + \frac{r}{cr} \frac{\partial V}{\partial t} \right\}, \end{aligned}$$

wo n ein Vektor mit dem absoluten Betrag 1 und der Richtung der äusseren Normale der Begrenzungsfläche ist. Setzt man

$$dF n = d\mathfrak{F},$$

so ist $d\mathfrak{F}$ ein vektorielles Flächenelement von F .

Das Volumenintegral $\int dv \frac{\sigma}{r}$ oben ist über den Raum zu erstrecken, der zwischen den beiden Flächen F und f liegt. Bezeichnet ω einen räumlichen Winkel, so lässt sich das letztere Flächenintegral in der Form

$$\int_{f|} d\omega \left\{ r r \mathfrak{A} + V + \frac{r}{c} \frac{\partial V}{\partial t} \right\}$$

schreiben. Wenn der Radius (r) der Kugelfläche f gegen null abnimmt, so nähert sich dieses Integral dem Grenzwerte

$$4\pi V(a, b, c, t) = 4\pi U(a, b, c, t),$$

und man erhält

$$(22) \quad U(a, b, c, t) = \int dv \frac{\sigma}{r} + \frac{1}{4\pi} \int d\mathfrak{F} \left\{ \frac{\mathfrak{A}}{r} + \frac{r}{r^2} V + \frac{r}{cr} \frac{\partial V}{\partial t} \right\}.$$

Hier ist das Volumenintegral über den ganzen von F umschlossenen Raum zu erstrecken; das r im Nenner stört bekanntlich nicht.

Erinnert man sich jetzt der Bedeutung der Grössen V , \mathfrak{A} , σ und $\frac{\partial V}{\partial t}$, so kann die Gleichung (22) auch folgendermassen geschrieben werden,

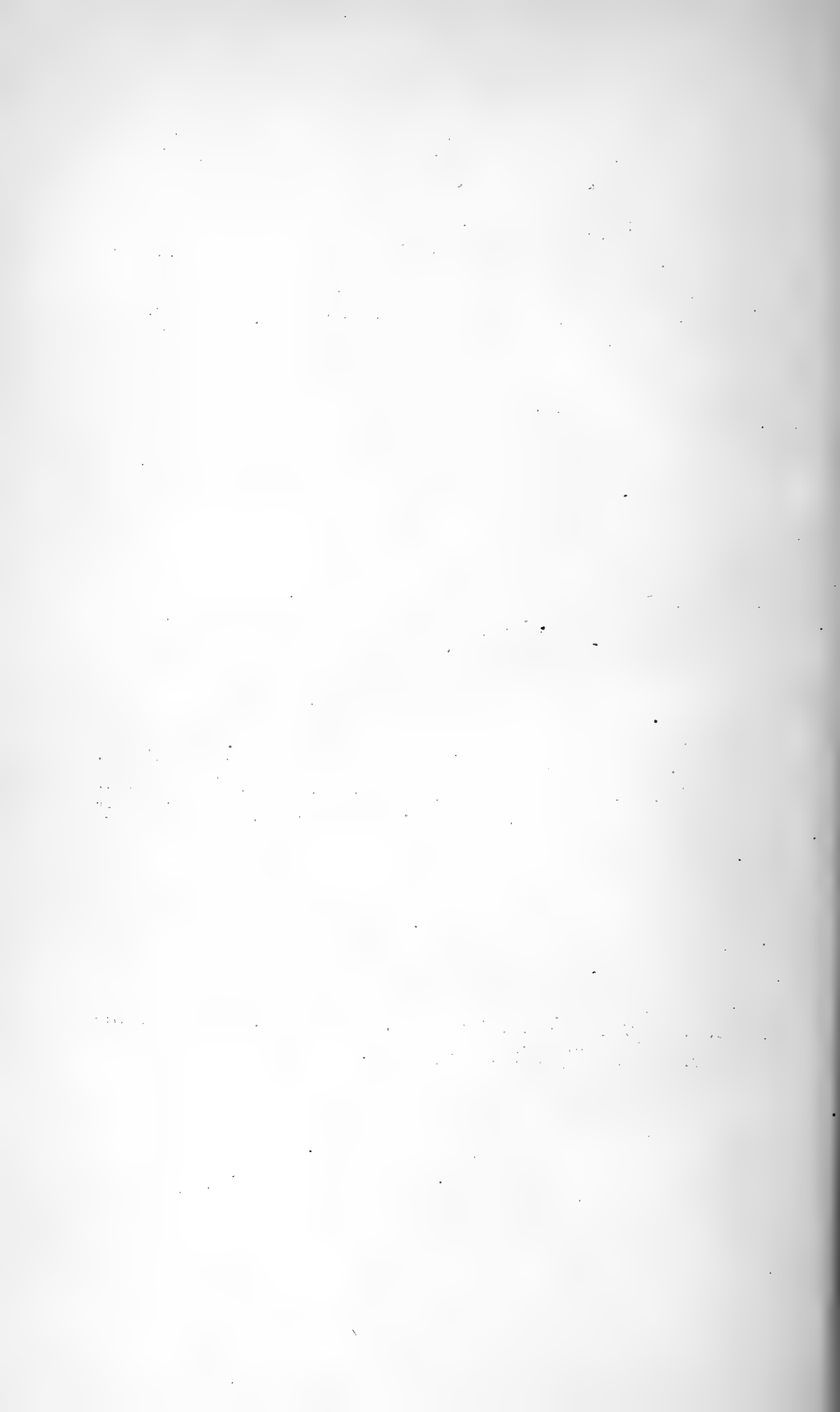
$$(II) \quad U(a, b, c, t) = \left\{ \int dv \frac{\rho}{r} + \frac{1}{4\pi} \int d\mathfrak{F} \left(\frac{1}{r} \vartheta U + \frac{r}{r^2} U + \right. \right. \\ \left. \left. + \frac{r}{cr} \frac{\partial U}{\partial t} \right) \right\}_{t - \frac{r}{c}};$$

wo der Index $t - \frac{r}{c}$ anzeigt, dass alle Grössen in $\left\{ \right\}$ für diese von Ort zu Ort variierende Zeit zu nehmen sind.

Die Gleichung (II) drückt den Satz vom retardierten Potential in allgemeiner Form aus. Wenn U die Eigenschaft hat, dass das Flächenintegral in (II) gegen null abnimmt, wenn die Fläche F ins Unendliche rückt, dabei den ganzen unendlichen Raum umschliessend, so braucht man nur das auf den ganzen Raum erstreckte Volumenintegral zu berücksichtigen.

Wenn man die Differentialgleichung (I) in solcher Weise spezialisiert, dass man ρ identisch gleich null setzt, so drückt die Gleichung (II) das Huygenssche Prinzip aus. Man findet in der That leicht, dass diese Gleichung dann identisch mit der von Voigt in Komp. der theor. Phys. II S. 778 angeführten Gleichung 203''') wird.





Undersökning af den Christiansenska apparaten för värmeledningsbestämningar.

Af

H. KARSTEN.

Den bekanta Christiansenska apparaten består i hufvudsak af tre plana parallella kopparplattor, hvilkas inbördes afstånd bero af tjocklekerna af de lager, hvilkas värmeledningsförmåga undersökes. Genom lämpliga anordningar, vanligtvis sålunda, att till de yttersta kopparplattorna fastlödas metallkärl, genom hvilka vatten af konstanta temperaturer cirkulerar, bibehållas de yttre kopparplattorna vid konstanta temperaturer. En konstant värmeström går därvid genom de jämförelse underkastade lagrena. Då deras värmeledningsförmåga i jämbredd med kopparplattornas är mycket liten, kunna temperaturfallen i de senare fullkomligt negligeras. Temperaturdifferenserna mellan kopparplattorna angifva sålunda temperaturfallen i lagren mellan kopparplattorna, ur hvilka tal de båda lagrens relativa värmeledningsförmåga lätt låter sig beräknas.

Teorin ¹⁾ förutsätter sålunda, att kopparplattorna 1 och 3 i hela sin utsträckning kunna bibehållas vid de konstanta temperaturerna t_1 och t_3 . Detta åter nödvändiggör, att följande vilkor uppfyllas.

¹⁾ *C. Christiansen*. Einige Versuche über die Wärmeleitung, Wied. Ann. XIV, p. 24, 1881.; *A. Winkelmann*, Wärmeleitung der Gase, Wied. Ann. XXIX p. 70. 1886.

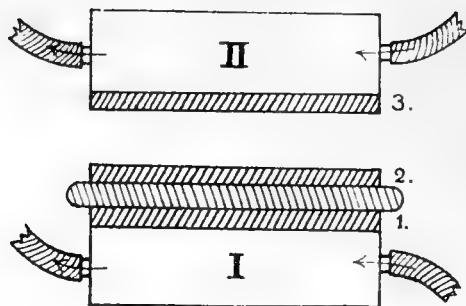


Fig. 1.

1) Temperaturerna i vattenbehållarena I och II böra förblifva konstanta öfverallt inom vätskemassorna och under hela den tid ett försök varar.

2) Kopparr Plattorna 1 och 3 böra befinna sig i omedelbar kontakt med de vid konstanta temperaturer hållna vattenmassorna.

Det första villkoret förutsätter, att genom hvar och en af behållarena strömmar vatten af én konstant temperatur samt att blandningen i kärlet är tillräckligt effektiv. Det senare villkoret åter fordrar att emellan kopparr Plattorna och vattenmassorna icke bildas något luftlager eller något mera betydande mellanskikt af stagneradt vatten, som hindrar värmeutbytet mellan kopparr Plattorna och vätskemassorna.

För att ernå omblandning äro vanligen¹⁾ i behållarna insatta blandare, hvilka sättas i rörelse af vattenströmmen själf. För att dessa blandare emellertid skola funktionera till någon nytta, erfordras en mycket kraftig vattenström genom behållarena. Emellertid vet hvar och en, som användt den Christiansenska apparaten, att det är förenadt med svårigheter, att under en så lång tid, som ett försök varar, erhålla en vattenström af tillräckligt konstant temperatur. Ju starkare strömmen åter är, desto mera ökas dessa svårigheter. Är åter vattenströmmen svag hindrar blandarens friktion vid axlarna i väsentlig mån vattenströmmen och äro därför till ansenligt men. Vid flere undersökningar hafva på grund här af inga blandare användts.²⁾

¹⁾ *Martin Jansson*, Om värmeledningsförmågan hos snö, p. 7, Upsala 1904.

²⁾ *C. Christiansen* l. c.; *A. Winkelmann*, l. c.

Ett allmänt känt sakförhållande är, att mellan en vätska och en fast kropp bildas ett tunnt skikt af stagnerad vätska, hvilket, då vätskornas värmeledningsförmåga är relativt liten i förhållande till metallerna ansenligt hämmar värmeutbytet i den Christiansenska apparaten. Dessutom bildas lätt under den nedre plattan en luftdyna af med vätskemassan medföljande luftblåsor, hvilka, så snart de inkommit i kärlet, stiga uppåt och adherera vid kopparplattans nedre yta.

Att det med den vanliga konstruktionen af den Christiansenska apparaten var omöjligt att få villkoren 1) och 2) väl uppfyllda, märkte jag snart vid en undersökning af olika jordarters värmeledningsförmåga, med hvilken undersökning jag varit sysselsatt under par år och till hvilka professor *A. Rindell* tagit initiativ och för hvilka Universitetets Consistorium beviljade ett anslag. Luft samlade sig lätt under den nedre plattan, hvilket kunde konstateras genom en vid plattans nedre yta inrättad ventil, under det att apparaten hölls i lutande ställning med ventilöppningen uppåt. Efter flere förberedande försök stannade jag därför vid följande anordningar.

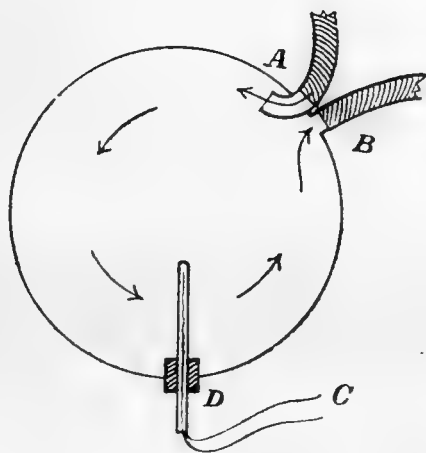


Fig. 2.

Vätskepelaren inkommer genom det böjda röret *A*, som tvingar strömmen att stryka förbi plattan rundt till dess den utgår genom röret *B*, strax invid samma ställe, genom hvilket strömmen inkommit. Härigenom tvingas vattenströmmen

att passera hela plattan och omröra de i behållarna befintliga vattenlagren. Dessutom inpassades afloppsörret från det nedre kärlet alldeles omedelbart invid kopparplattans undre yta, hvarigenom, då apparaten alltid hölls något lutande med afloppsörret högst, möjligen i vattenmassan förefintlig luft af vattenströmmen sögs ut genom afloppsörret.

För att undersöka temperaturen på olika ställen i vätskemassan användes ett i ett fint i ena ändan fastlödt kopparrör D instucket termoelement C, (Fig. 2) hvars ena lödställe genom kopparrörets inskjutning och utdragning samt böjning, kunde placeras på olika ställen i vätskemassan, medan det andra lödstället hölls vid en konstant temperatur. På detta sätt iaktogs emellertid att temperaturen i vätskemassan varierade ända till något öfver $0,1^{\circ}$ C. Dessutom märktes att vattenmassan hade benägenhet att lagra sig i skikt af olika temperatur. De båda behållaren försågos därför med propellerformade blandare hvilka sattes i en kraftig rotation, cirka 2 hvarf i sekunden, med tillhjälp af vid propeller-axlarna fästade trissor, hvilka drevs af en motor. Hela apparaten hade följande utseende och dimensioner.

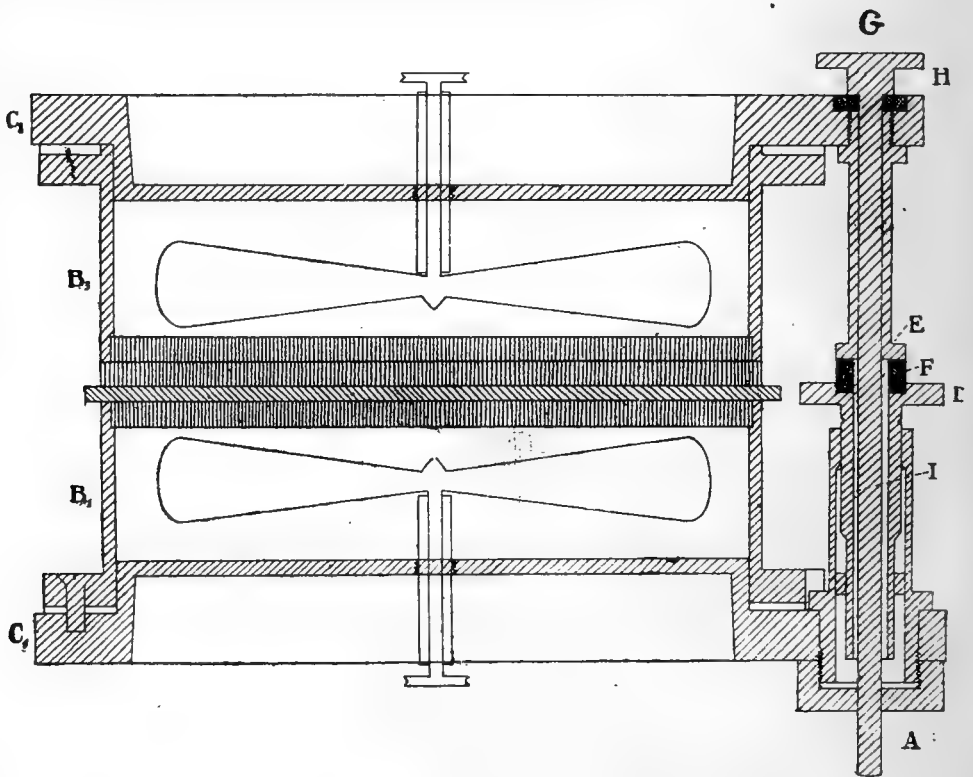


Fig. 3.

Kopparplattornas diametrar voro 12,0 cm, deras tjocklek 5,0 cm. Sedan apparaten i öfrigt var fullt färdig blefvo de väl planslipade. Vid kopparplattorna 1 och 3 voro fastlödda hvar sin messingsring B_1 och B_3 med 2 mm. gods, af den konstruktion, som figuren närmare angifver. Med tillhjälp af gummipackning kunde de kraftigt byggda locken C_1 och C_3 lufttätt fästas vid ringarna medelst 12 st. skrufvar. Härvid hade vattenbehållarena en höjd af c. 3 cm. och en volym af c. $\frac{1}{3}$ liter. Till- och afloppsrören samt blandarena voro konstruerade såsom ofvan angifvits. Den nedre behållaren uppbars af 3 ställskrufvar. Afståndet mellan kopparplattorna kunde fixeras medelst de 3 stödena E, hvilkas nedre planslipade ytor voro i samma plan som den öfversta kopparplattans nedre planslipade yta, samt de 3 motsvarande finrörelseskrufvarna D, vid hvilka ebonitringarna F, voro fästade. Finrörelseskrufvarna D hade en stighöjd af precis 0,5 m. m, och var trommeln indelad i 50 delar, och kunde sålunda med tillhjälp af ställbara indexar afstånden mellan kopparplattorna afläsas på 0,001 m. m. Närmare konstruktionsdetaljer framgå ur genomsnittsritningen och fotografibilden af apparaten (fig. 4). Genom klämskrufvarna G, kunde de båda behållarena stadigt fästas vid hvarandra. Klämskrufvarna äro förhindrade att förmedla någon värmetransport mellan de båda behållarena genom ett luftskikt I och ebonitringen H. I samma syfte äro ebonitringarna F, applicerade. I hvarje kopparplatta voro 2 hål på c. 30° afstånd från hvarandra inborrade, hvilka gingo till c. 0,5 cm från centrum. Det ena hålet, afsedt för termoelement, hade en diameter af 1 m. m., det andra afsedt för detta ändamål enkom tillverkade termometrar med en yttre reservoir-diameter af mindre än 2 m. m, hade en diameter af c. 2 m. m. Temperaturen i vattenbehållarena kunde uppmätas medelst tvänne termometrar, hvilka voro fastkittade vid korta metallhylsor, som kunde fastskrufvas i behållarena. Hela apparaten som utfördes af Instrumentmakaren V. Falck-Rasmussen, Helsingfors, var ut- och invändigt förnicklad, med undantag af kopparplattorna.

Vid försöken var en planslipad glasskifva af 2,5 m. m. tjocklek fästad mellan kopparplattorna 1 och 2 medelst en blandning af vax. och colofonium.

Vid undersökningen af apparaten som utfördes våren 1908 vid Upsala Universitets Fysikaliska Institution, prefekt Professor *K. Ångström*, användes följande försöksanordningar.

Från vattenledningen A, erhöles vatten af särdeles konstant temperatur, om man vidtog försigtighetsmättet att först låta det rinna en tid. Det leddes genom rörledningen B till tryckregulatorn C; härifrån fördes vattenmassan vidare genom röret D, till apparatens nedre behållare, samt sedan till uppvärmnings apparaten E, i hvilkens blyrörsslingor F, vattnet uppvärmdes till en bestämd temperatur. Uppvärmningsappa-

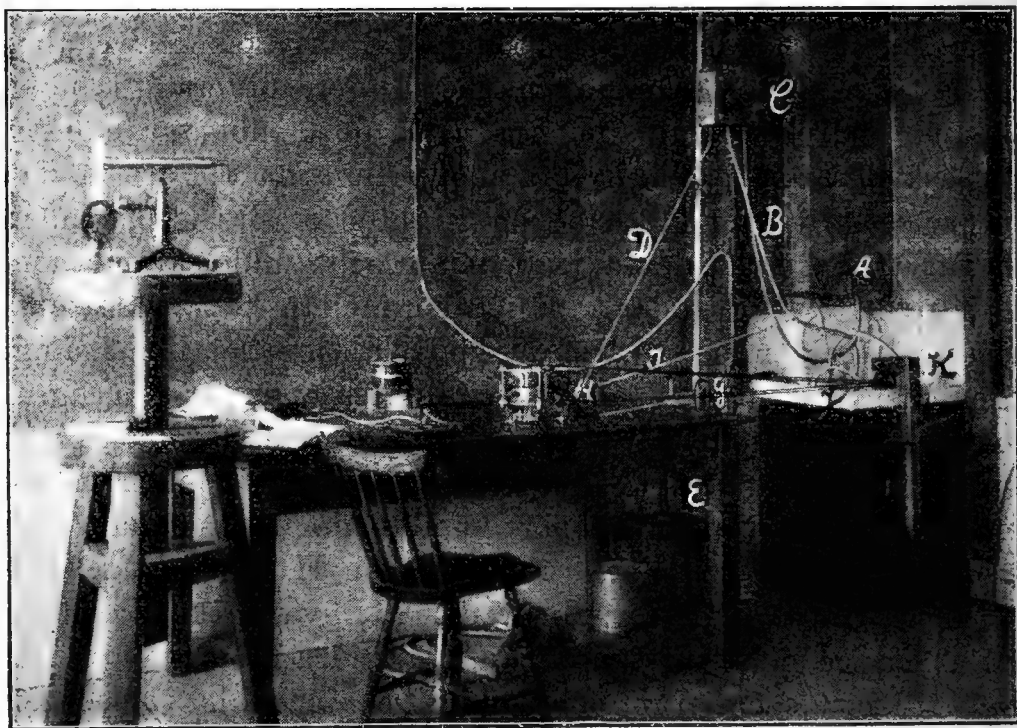


Fig. 4.

ratens vattenmassa hölls genom en gaslåga och till den hörande temoregulator G vid konstant temperatur. Vattenströmmen gick sedan genom röret H vidare till den öfre behållaren, hvarifrån afloppsroret I bortförde vattnet till afloppsbehållaren J. Blandarena sattes af vattenmotorn K, i lagom hastig rörelse, c. 2 hvarf i sekunden.

Genom dessa anordningar erhöles en genom ett konstant tryck och konstant motstånd reglerad vattenström af konstant styrka, c. 0,8 liter i minuten, och konstant temperatur, c. 6° i nedre behållaren och c. 20° i den öfre.

Vid försöken användes termoelement af konstantan-koppar och en Deprez- d'Arsonval galvanometer som var nästan fullkomligt aperiodisk. Inom observationsområdet voro utslagen proportionella mot strömstyrkan.

Hvarje skaldel motsvarade en temperatur

$$\Delta t = 0,0212^\circ C,$$

och tiondedels skaldelar kunde uppskattas.

Vid mätningar med termoelement märker man snart, att hvarje termoelement har sin särskilda elektromotoriska kraft, som åstadkommer vid samma temperatur-differens något olika utslag. Ehuru denna variation är obetydlig, så hafva dock mätningarna, för att undvika häraf uppkomna fel, i allmänhet blifvit utförda med samma termoelement, som sålunda för hvarje observation uttogs ur plattorna och därpå ånyo instacks för att mäta den andra temperaturdifferensen. De sålunda erhållna värdena gáfvo tillika en god kontroll på observationernas säkerhet.

Sannolika felet för hvarje observation vid ett sådant förfaringssätt erhöles lika med

$$F = 0,2 \text{ skadedelar}$$

Detta sannolika fel motsvarar ett maximi fel i bestämningen af värmeledningsförmågan af 0,3 %, då den uppmätta värmeledningsförmågan utgör 0,4 af glasskiktets och 0,6 %, om den utgör ungefär 0,1 af glasskiktets.

För att undersöka det stagnerade vätskeskiktets inflytande på utslagen, då ingen blandare fanns och då blandarena voro tillsatta, uppmättes temperaturdifferensen kopparplattan-vätskebehållaren direkt sålunda, att termoelementets ena lödställe insattes i kopparplattan och det andra genom det för termometern afsedda röret genom en kork inskjöts i själfva vattenmassan, hvarvid det var instucket i ett fint i ändan tillödt kopparrör. Samma sak kan emellertid äfven ernås på annat sätt. Betrakta vi nämligen temperaturfallen i apparaten, i det vi beteckna temperaturfallet från den nedre vattenbehållaren till den nedre kopparplattans midt med Δt_1 , därifrån till den mellersta kopparplattans midt med Δt_2 ,

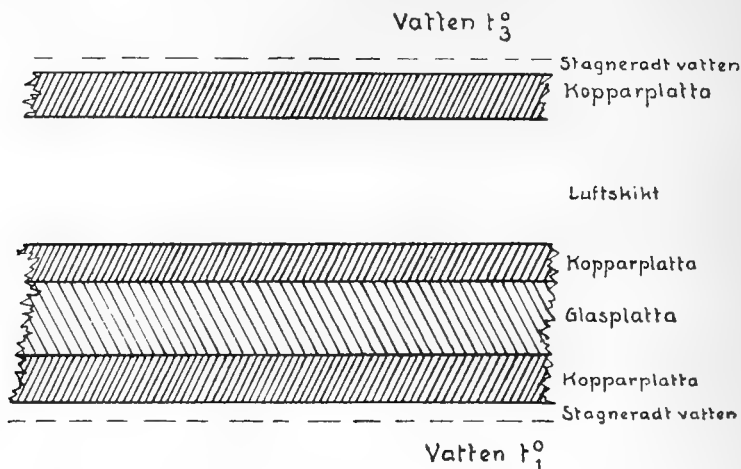


Fig. 5.

temperaturfallet i glasskifvan med Δt_3 , och temperaturfallet i det öfre stagnerade vattenlagret med Δt_4 , erhålles $t_3 - t_1 = \Delta t_1 + \Delta t_2 + \Delta t_3 + \Delta t_4$. Om de motsvarande lagrenas värmemotstånd åter betecknas med a_1 , a_2 , a_3 , och a_4 , erhålles

$$\Delta t_1 : \Delta t_2 : \Delta t_3 : \Delta t_4 := a_1 : a_2 : a_3 : a_4 = t_3 - t_1 : A$$

där

$$A = a_1 + a_2 + a_3 + a_4.$$

Härur följer

$$\begin{aligned} \Delta t_1 &= \frac{a_1 (t_3 - t_1)}{A} & \Delta t_3 &= \frac{a_3 (t_3 - t_1)}{A} \\ \Delta t_2 &= \frac{a_2 (t_3 - t_1)}{A} & \Delta t_4 &= \frac{a_4 (t_3 - t_1)}{A} \end{aligned}$$

Af värmemotstånden äro a_1 , a_3 , och a_4 konstanta vid samma apparat och samma anordningar under förutsättning att de små variationerna i glasskifvans värmeledningsförmåga till följd af temperaturvariationer kunna negligeras, a_2 åter beror af storleken af det värmemotstånd som inkopplas mellan kopparskifvorna 2 och 3. Beteckna vi därför temperaturdifferensen mellan kopparplattorna 1 och 3 med $t'_3 - t'_1$ erhålles

$$t'_3 - t'_1 = \frac{(a_2 + a_3)(t_3 - t_1)}{A} = \frac{\left(1 + \frac{a_3}{a_2}\right)(t_3 - t_1)}{1 + \frac{a_1}{a_2} + \frac{a_3}{a_2} + \frac{a_4}{a_2}}$$

Ifall nu $\frac{a_1}{a_2}$ och $\frac{a_4}{a_2}$ äro små i förhållande till $\frac{a_3}{a_2}$, så erhålles approximativt

$$t'_3 - t'_1 = t_3 - t_1.$$

D. v. s. temperaturdifferensen mellan kopparplattan 3 och 1 är konstant och oberoende af storleken af det tillkopplade motståndet a_3 .

Äro åter $\frac{a_1}{a_2}$ och $\frac{a_4}{a_2}$ af sådan storlek, att de ej omedelbart kunna negligeras, kommer temperaturdifferensen

$$t'_3 - t'_1$$

att växa från

$$2 + \frac{a_1 + a_4}{a_2} \frac{t_3 - t_1}{1 + \frac{a_1}{a_2}}$$

där man antagit $a_1 = a_4$. till

$$t_3 - t_1,$$

då a_3 växer från a_2 till mycket stora värden.

Insätter man på detta sätt mellan kopparplattorna 2 och 3 skikt af växande värmeledningsmotstånd, så erhålles för temperaturdifferensen $t'_3 - t'_1$ ett konstant värde ifall övergångsmotstånden mellan kopparplattorna 1 och 3 och motsvarande vätskemassor äro så små att de i jämförelse med de uppmätta motstånden a_2 och a_3 kunna negligeras. I annat fall kommer temperaturdifferensen $t'_3 - t'_1$ att kontinuerligt växa, då det mellan kopparplattorna insatta skiktets motstånd växer. Detta sätt att undersöka temperaturfallet har sin betydelse därigenom, att man ur observationerna kan omedelbart sluta sig till, huruvida stagneradt vätskeskikt förekommit, ifall blott samma temperaturer användts i behållarena. Detta insättande af skikt med växande värmemotstånd förverkligas lätt antingen genom att medelst ställskrufvarna inkoppla mellan plattorna 2 och 3 luftskikt af växande tjocklek, eller genom att inskjuta allt flere motståndsplattor, t. ex. tunna glasplattor, på samma ställe. Här nedan anföras resultatet

af några mätningar af temperaturdifferensen $t'_3 - t'_1$, med och utan blandare, hvarvid värmemotstånden angifvas i relativa tal till glasplattans motstånd.

I. Apparaten utan blandare.

	$\frac{a_3}{a_2}$	Temperaturfall i motståndsskiktet u_1 m. m.	Temperaturfall i glas-skiktet u_2 m. m.	$t'_3 - t'_1$ i skaldelar	Temperaturen i uppvärmningsapparaten C°
Mars 30	0,23	33,7	145,8	179,5	59,7
" "	0,58	70,2	121,5	191,7	59,5
" "	1,12	109,2	94,9	204,1	59,5
" "	2,26	151,4	66,9	218,3	59,5
" "	3,28	173,5	52,9	226,4	59,5
" "	5,28	197,0	37,3	234,3	59,5
" "	9,52	220,0	23,1	243,1	58,7
" "	13,94	230,1	16,5	246,6	58,7

II. Apparaten med blandare.

	$\frac{a_3}{a_2}$	Temperaturfall i motståndsskiktet u_1 m. m.	Temperaturfall i glas-skiktet u_2 m. m.	$t'_3 - t'_1$ i skaldelar	Temperaturen i uppvärmningsapparaten C°
Maj 11	2,74	259,1	94,5	353,6	c. 80
" "	4,00	292,2	72,8	365,0	c. 80
" "	4,57	297,7	65,2	362,9	c. 81
" "	6,68	309,4	46,3	357,7	c. 79
" 12	8,75	319,2	36,5	357,7	c. 79
" "	10,70	328,4	30,7	359,1	c. 79,5
" "	11,91	334,8	28,1	362,9	c. 80
" "	12,47	330,0	26,5	356,5	c. 80
" "	13,60	337,3	24,8	362,1	c. 80

Af dessa tal framgår omedelbart, huru stort inflytande öfvergångsskikten mellan kopparplattorna och vattenmassorna hafva, när apparaten är utan blandare. Då värmemotståndet växer från 0,23 till 13,94, ökas $t_3 - t_1$ med 67,1 skaldelar. Båda öfvergångsmotståndenas summa är sålunda åtminstone c. $\frac{1}{2}$ af glasplattans hela motstånd, hvilket motsvarar en tjocklek af c. 0,2 m. m. för hvardera af de stagnerade vattenlagren.

När apparaten är försedd med af en motor drifna blandare, hvilka kraftigt omröra de olika vattenlagren, så är förhållandet alldeles annat. Vi kunna ej här upptäcka någon regelbunden stigning i temperaturdifferensen $t_3 - t_1$. Några smärre oregelbundna stigningar och sänkningar förekomma nog, men bero de dels på att temperaturen i uppvärmningsapparaten vid de särskilda försöken ej var alldeles densamma, d. v. s. $t_3 - t_1$ något varierade, dels därpå att blandarens rotationshastighet äfven utföll något olika vid de olika försöken. Vi kunna därför sluta att något öfvergångsmotstånd praktiskt taladt ej förekommer mellan kopparplattorna och vattenmassorna, då blandare användas, hvilka stryka omedelbart öfver plattorna och hvilka rotera med tillräcklig hastighet, c. 2 hvarf i sekunden.

För att borttaga det sista spår af stagnerade vätskeskikt vid kopparplattorna, kunde mycket väl kamformiga borstar fästas vid blandarens propellerblad, så att de vid propellerbladens rotation kraftigt skulle afborsta kopparplattorna. Vid vanliga mätningar torde de dock vara öfverflödiga.

För att undersöka huru de med apparaten erhållna resultaten förändras till följd därpå, att temperaturen i kopparplattorna ej öfverallt är densamma, insattes emellan plattorna 2 och 3 ett 0,5 m. m. luftskikt, samt uppmättes temperaturdifferenserna i kopparplattorna på olika afstånd från deras centra genom att insticka termoelementet på olika djup i de för de samma afsedda kanalerna. För apparaten utan blandare blef resultatet följande:

III. Apparaten utan blandare.

Mars 21.

Lödstållets- afstånd från kopparrplattans centrum cm.	Temperaturfall i luftskiktet Δu_1 m. m.	Temperaturfall i glasskiktet Δu_2 m. m.	$\frac{\Delta u_1}{\Delta u_2}$	Temperaturen i uppvärmnings- apparaten C°
2	475,6	85,8	5,542	87,7
3	474,3	85,6	5,548	87,6
4	471,0	84,0	5,608	87,3
5	461,5	75,1	6,146	87,2

Häraf framgår att temperaturdifferensen mellan kopparrplattorna äfven då apparaten är utan blandare är ungefär konstant till 3 å 4 cm. från plattornas centra. Först vid yttre kanten af kopparskifvorna börjar värmeförlusten eller tillförseln genom strålning och ledning att göra sig märkbar. Att denna hade relativt större inflytande på de nedre plattorna än på den öfversta är ju naturligt, då man betänker, att de förras temperatur var c. 8--11° under rummets temperatur, den senares blott par grader högre.

I allmänhet kunna vi säga, att äfven utan blandare vid en sådan vattencirkulation, som användes vid den beskrifna apparaten, öfverensstämmande resultat erhållas om termoelementen äro placerade ända till halfva radien från plattornas centra.

Att resultaten skola blifva gynnsammare vid användning af kraftiga blandare är naturligt. Här nedan anföras resultaten af en sådan undersökning, hvarvid är att märka, att vid denna undersökning termoelementets ena pol hela tiden befann sig i botten af den för termoelementet afsedda kanalen i den mellersta kopparrplattan. Det ena lödstället hölls altså vid konstant temperatur, och angifva de anförda talen sålunda det faktiska förloppet af temperaturförändringen i radiel riktning hos kopparrplattorna. Vid dessa försök inkopplades ett 0,3 m. m. luftskikt.

IV. Apparaten med blandare.

Maj 9.

Lödställets i de yttersta koppar- plattorna af- stånd från de- ras centra cm.	Öfre plattans temperatur Δu_1 m. m.	Nedre plattans temperatur Δu_2 m. m.	$\frac{\Delta u_1}{\Delta u_2}$	Temperaturen i uppvärmnings- apparaten C°
2	253,1	136,7	1,851	76,° 8
3	253,0	137,5	1,840	76,8
4	252,8	136,2	1,857	76,8
5	250,5	129,6	1,933	75,8

De ofvan anförda resultaten visa äfven, att användandet af termometrar i stället för termoelement vid apparaten utan blandare ej är att tillråda. Temperaturerna i kopparplattorna förändras så pass mycket från centrum mot periferin, att de af termometrarna angifna medelvärdena icke angifva temperaturerna i kopparplattorna. Därtill kommer att denna förändring är olika i de olika plattorna, hvarför temperaförskjutningen för de olika termometrarna blir olika, och den beräknade ledningsförmågan sålunda icke motsvarar temperaturfallet i centrum. Vid användandet af blandare se vi, att sakförhållandet är helt annat blott termometerkulan är c. 1,5 cm innanför kopparplattans sidoyta.

Användandet af termometrar, på sätt här ofvan sagts, *jämte* termoelement är däremot af stor fördel. Härigenom kan man hela tiden följa med temperaturvariationerna i kopparplattorna, samt omedelbart finna de absoluta temperaturerna. Äfven äro termometrarna en lämplig kontroll på termoelementen, hvarigenom resultaten blifva säkrare.

Hvad som ännu vore af intresse att undersöka vid *Christiansen's* apparat utan blandare är, huru temperaturen i kopparplattorna förhåller sig på olika radier. Detta vore naturligtvis möjligt endast om öfverallt vore borrhåll för termoelementen, hvilket dock är ogörligt. Man erhåller likväl ett begrepp om dessa variationer, om vattenbehållarna vridas i förhållande till hvarandra, under det att värmemotstånden äro oförändrade. Vid en sådan undersökning visade

det sig att, då apparaten var utan blandare, en liten oregelbundenhet förefinnes. hvilket ju också är naturligt, enär en varmare, resp. kallare vätskeström inkommer på ett bestämt ställe, stryker öfver plattan och därunder afkyles, resp. uppvärms, förrän den utgår. Att någon sådan oregelbundenhet icke kan ifrågakomma, när apparaten är försedd med kraftigt roterande blandare är klart, ity att vattenmassan genom den kraftiga omrörningen måste hålla sig fullkomligt konstant i alla punkter.

I den form den Christiansenska apparaten af mig begagnats uppfyller den de teoretiska förutsättningarna så mycket man kan ernå. Den utgör därför ett godt och säkert instrument, som låter använda sig vid flere undersökningar af gasers, vätskors och fasta kroppars samt pulverformiga ämnens ledningsförmåga.

Undersökning af värmeledningsförmågan mellan koppar- och glasplattor kondenserade luftskikt.

Af

H. KARSTEN.

En undersökning af tunna luftskikts värmeledningsförmåga har sin stora betydelse för teorin om korn- och pulverformiga ämnens värmeledning. Man måste ju à priori antaga, att luften omedelbart vid en fast eller flytande kropps yta ej är af samma beskaffenhet som vanlig luft, utan bildar ett slags öfvergångsskikt mellan luften och den andra kroppen. Värmeledningsförmågan i detta skikt behöfver ej nödvändigtvis vara densamma som i vanlig luft. Vid mycket tunna gasskikt bör detta öfvergångsskikt, ifall det existerar, kunna utöfva ett betydligt inflytande på skiktets värmeledningsförmåga.

I mycket förtunnade gaser har äfven *Smoluchowski*¹⁾ funnit ett temperatursprång, hvilket utöfvat ett märkbart inflytande på värmeledningsförmågan. Denna iakttagelse har äfven senare²⁾ blifvit bekräftad.

Pulverformiga ämnen kunna betraktas såsom en blandning af luft i mycket tunna skikt och små fasta partiklar. För att kunna teoretiskt behandla pulverformiga ämnens

¹⁾ *M. Smoluchowski de Smolan*, Wied. Ann. 64, p. 101, 1898, Wien. Ber. 107, p. 304, 1899 och 108, II. p. 5, 1899.

²⁾ *E. Warburg*, *Drudes Ann.* 2, p. 103, 1900 och *E. Gehrke* *ibid*, 2, p. 107, 1900.

värmeledningsförmåga, måste därför undersökas, om detta temperatursprång blott förefinnes vid förtunnade gaser, eller om det äfven vid tunna luftskikt af vanlig täthet utöfvar inflytande på värmeledningsförmågan. Det var med tanke härpå, som förevarande undersökning utfördes, på initiativ och under ledning af professor *Knut Ångström* under min vistelse våren 1908 vid Upsala Universitet.

Anordningarna såväl som apparaten voro vid denna undersökning de samma som de, hvilka tidigare användts vid undersökningen af *Christiansens* apparat för bestämning af värmeledningsförmågan. ¹⁾

Sannolika felet uppgick äfven vid denna undersökning till c. 0,2 skaldelar.

Beräkningen af den relativa ledningsförmågan på grund af data erhållna med den *Christiansenska* apparaten har tidigare behandlats af både *C. Christiansen* ²⁾ och *A. Winkelmann* ³⁾. Här må blott anföras de formler, hvilka användts vid beräkningen af observationerna. Ifall temperaturfallen uppmätas i närheten af kopparplattornas centra, kan värmeledningskoefficienten λ_2 i det undersökta lagret beräknas enligt formeln

$$\lambda_2 = \frac{e_2 \cdot u_1}{e_1 \cdot u_2} \cdot \lambda_1$$

I denna formel betecknar λ_1 , e_1 och u_1 glasplattans värmeledningskoefficient, tjocklek och temperaturfall i skaldelar, λ_2 , e_2 och u_2 motsvarande storheter för det undersökta lagret.

Emedan vid dessa undersökningar blott relativa mätningar ifrågakomma kunna vi uttrycka värmeledningskoefficienten i enheter af $\frac{\lambda_1}{e_1}$ c. g. s. Denna enhet skola vi i det följande öfverallt begagna. Det undersökta lagrets värmeledningskoefficient kan då beräknas enligt formeln

$$\lambda_2 = e_2 \frac{u_1}{u_2}$$

¹⁾ *H. Karsten*, Undersökning af den *Christiansenska* apparaten för värmeledningsbestämningar, Öfversigt af F. V. Soc. Förh. LI. N:o 7. p. 4.

²⁾ *C. Christiansen*, Einige Versuche über die Wärmeleitung, Wied. Ann. 14, p. 24, 1881.

³⁾ *A. Winkelmann*, Wärmeleitung der Gase, Wied. Ann. 29, p. 70, 1886.

Förhållandet $\frac{u_1}{u_2} = k$, som angifver huru mycket värme,

uppmätt i $\frac{\lambda_1}{e_1}$ c. g. s. enheter, under tidsenheten vid ett temperaturfall i lagret af 1° genomströmar ytenheten, skola vi i det följande kalla lagrets „värmeledningsförmåga“, denna storhets inversa värde åter lagrets „värmemotstånd“. Inversa värdet till värmeledningskoefficienten skola vi åter kalla „värmemotståndskoefficient“ och beteckna med K_2 .

Det undersökta lagrets värmeledningskoefficient beräknas sålunda ur värmeledningsförmågan enligt formeln

$$\lambda_2 = e_2 k.$$

A. Undersökning af värmeledningsförmågan hos tunna luftskikt mellan kopparplattor.

Apparaten var utan blandare. Kopparplattornas ytor polerades före försökens början så spegelblanka, som ernäs kunde.

Observationsserie I.

Datum	Afståndet mellan kopparplattorna 2 och 3 i m. m.	u_2 m. m.	u_1 m. m.	K_2 $10^2 \frac{e_1}{\lambda_1}$ c. g. s.	Anmärknin- gar
Mars 31	0,02	33,7	145,8	1,155	Temperaturen i uppvärmnings- appar. $T_1 = 59,5$
” ”	0,05	70,2	121,5	1,156	
” ”	0,10	109,2	94,9	1,124	Temperaturen i nedre behållaren $t_1 = 7,2$
” ”	0,20	151,4	66,9	1,132	
” ”	0,30	173,5	52,9	1,093	Temperaturen i öfre behållaren $t_2 = 13,8$
” ”	0,50	197,0	37,3	1,056	
” ”	1,00	220,0	21,1	0,952	
” ”	1,50	230,1	16,5	0,930	

Observationsserie II.

Datum	Afståndet mellan kop- parplattorna 2 och 3 i m. m.	u_2 m. m.	u_1 m. m.	K_2 $10^2 \frac{e_1}{\lambda_1}$ c. g. s.	Anmärknin- gar
April 2	0,05	79,9	142,0	1,125	Temperatu- ren i upp- värmnings- apparaten c. 79°.
„ 4	0,10	121,2	108,5	1,117	
„ „	0,20	173,6	79,1	1,097	
„ „	0,30	203,6	62,7	1,082	
„ „	0,50	242,0	45,8	1,059	

Dessa tal återgifvas genom en kurva som från origo utgår nästan som en rät linje och obetydligt sänker sig vid större afstånd mellan plattorna. Häraf framgår alltså otvetydigt att något temperatursprång af praktisk betydelse ej existerar mellan koppar och luft. I motsatt fall skulle kurvan icke gått genom origo. Man behöfver sålunda icke i detta fall äfven vid mycket tunna skikt, af storleksordningen 0,02 m. m., taga något öfvergångsskikt i betraktande. Att värmeledningsmotståndet aftager något vid stigande afstånd mellan plattorna visar värmestrålningens stora inflytande äfven vid små temperaturdifferenser. Så länge afståndet mellan plattorna är obetydligt, är äfven temperaturdifferensen obetydlig, hvarför äfven strålningen är obetydlig, medan värmeutbytet mellan kopparplattorna medelst ledning är relativt stort. Vid växande afstånd ökas äfven temperaturdifferensen till c. 230 skaldelar, hvilket motsvarar c. 4,°9, hvarigenom strålningen hastigt tillväxer, medan det värme, som fortplantas genm ledning snabbt aftager. Härigenom kommer det strålande värmnet att utgöra allt större och större procent af det genom ledning fortplantade.

En ytlig kalkyl med tillämpning af den bekanta *Stefanska* lagen och med det af *Christiansen*¹⁾ beräknade värdet $\sigma = 1.21 \cdot 10^{-12}$ för absoluta svarta kroppars strålnings-

¹⁾ C. Christiansen. Wied. Ann. 11. p. 913. 1880.

koefficient, visar äfven att vid en temperaturdifferens af 5° och en medeltemperatur af c. 18° , det genom strålning fortplantade värmets mellan två absolut svarta skifvor per ytenhet och sekund är

$$q_1 = 0,000\ 590 \text{ gr. kal.}$$

medan det genom ledning vid det motsvarande afståndet af $1\frac{1}{2}$ m. m. fortplantade vid serien I är

$$q_2 = 0,00\ 1795 \text{ gr. kal.}$$

d. v. s. q_1 , utgör c. 30 % af q_2 .

Ökningen i värmeledningsförmågan utgör vid serien I 22 %.

För serien II blifva motsvarande tal resp. 10 och 7 %.

För kopparplattornas strålningskoefficient σ_1 erhålles sålunda

$$\text{ur serien I } \sigma_1 = 0,7 \sigma.$$

$$\text{” ” II } \sigma_1 = 0,7 \sigma.$$

Härvid är att märka att kopparplattornas yta icke kunde fås fullkomligt blank. Dessutom bör påpekas, att absorptionsförmågan hos parallella i omedelbar närhet till hvarandra stående kopparplattor bör i det närmaste likställas med en absolut svart kropp.

Dessa tal kunna dock i viss mån vara influerade af fel i afståndsbestämningarna. Ett fel på 0,002 m. m. utöfvar vid de små afstånden ett känbart inflytande på den beräknade värmeledningsförmågan. Om också så varit fallet, och de anförda talen utfallit något för stora, så visa de dock att man vid bestämmandet af gasers värmeledningsförmåga väl bör beakta strålningens inflytande, speciellt vid den Christiansenska apparaten. Detta har också *A. Winkelmann*¹⁾ tidigare påpekat. Äfven vid *W. Schwarzes*²⁾ undersökning af gasers värmeledningsförmåga uppskattades strålningens infly-

¹⁾ *A. Winkelmann*. Wärmeleitung der Gasee. Wied. Ann. 29. 73. 1886.

²⁾ *W. Schwarze*, *Drudes Ann.* 11, p. 303, 1903.

tande till 2—5 %. Vid stigande temperatur ökas äfven strålningens inflytande vid annars lika förhållanden. Att flere bestämningar af temperaturkoefficienterna för gasers värmeledningsförmåga, där strålningens inflytande negligerats, influerats däraf är därför högst sannolikt.

B. Undersökning af värmeledningsförmågan hos tunna luftskikt mellan glasplattor.

Frågan om förefintligheten af öfvergångsmotstånd i tunna luftskikt mellan kopparplattor har i det förestående besvarats nekande. Det återstod att undersöka samma sak äfven för andra kroppar. Då detta möjligen förefintliga öfvergångsmotstånd måste framträda tydligare ju flere sådana öfvergångslager förefinnas, så borde vid försöken användas tunna skifvor af ett homogent ämne, hvars egen värmeledningskoefficient ej är alltför liten, så att en hel stapel af sådana skifvor kunde undersökas. För denna undersökning valdes glasskifvor, hvilka på beställning erhöles med en tjocklek af c. 0,5 m. m. och en diameter obetydligt mindre än kopparplattornas.

Om i en sådan stapel af tunna glasskifvor summan af glasskifvornas tjocklek betecknas med ε_1 och summan af de mellan skifvorna befintliga luftlagrens tjocklek med ε_2 , erhålles, ifall intet öfvergångsmotstånd existerar och de motsvarande värmeledningskoefficienterna betecknas med λ_1 och λ_2 , följande uttryck för det på tidsenheten genom ytenheten fortplantade värmets.

$$q = \frac{\lambda_1 \lambda_2 (t_3 - t_2)}{\varepsilon_1 \lambda_2 + \varepsilon_2 \lambda_1} = \frac{t_3 - t_2}{\frac{\varepsilon_1}{\lambda_1} + \frac{\varepsilon_2}{\lambda_2}}$$

Betecknas värmemotståndskoefficienterna i de båda lagren med K_1 och K_2 , erhålles.

$$q = \frac{t_3 - t_2}{\varepsilon_1 K_1 + \varepsilon_2 K_2}$$

Uttrycka vi värmemotstånden i den tidigare, sid. 2 öfverenskomna enheten, kommer också värmemängden q att angifvas i samma enhet, utan att formelns yttre utseende förändras.

Med kännedom af glasskifvornas och luftens värmeledningskoefficienter kunna värmemotstånden $\varepsilon_1 K_1$ och $\varepsilon_2 K_2$ beräknas. Hela stapelns värmemotstånd erhålles åter ur försöken. Genom att jämföra de beräknade med de uppmätta värdena, kunna vi draga slutsatser beträffande öfvergångsmotstånden.

För bestämning af glasskifvornas värmemotståndskoefficient undersöktes 3 glasskifvor, hvilka i tur och ordning medelst tunna vattenlager fästades mellan kopparplattorna 2 och 3. Resultatet af mätningarna var följande.

Observationsserie III.

Datum	Glasskifvans		e_2 m. m.	u_2 m. m.	u_1 m. m.	$\frac{u_2}{u_1}$	K_2 $\frac{e_1}{\lambda_1}$ c. g. s.	Uppvärmnings- apparatsens temperatur
	be- näm- ning	tjock- lek m. m.						
Maj 15	Extra	0,545	0,552	28,7	189,7	0,151	2,75	$T = c. 72,5$
" "	N:o 1	0,553	0,573	30,2	185,1	0,163	2,85	$T = c. 71,6$
" "	N:o 2	0,526	0,528	28,6	186,6	0,155	2,89	$T = c. 71,8$

Medelvärdet af dessa bestämningar utgör

$$K_2 = 2,83 \frac{e_1}{\lambda_1} \text{ c. g. s.}$$

och antogs såsom värmemotståndskoefficient för glaset ifråga.

För bestämmandet af luftens värmemotståndskoefficient gjordes en förnyad noggrann mätning och erhöles

$$K_2 = 1,129 \times 10^2 \frac{e_1}{\lambda_1} \text{ c. g. s.}$$

Detta värde öfverensstämmer rätt väl med de ur serierna I och II erhållna värdena, vid hvilka blandare icke användts. Medelvärdet af alla mätningar för $e_2 = 0,10$ m. m. gifver

$$K_2 = 1,139 \times 10^2 \frac{e_1}{\lambda_1} \text{ c. g. s.}$$

hvilket värde i det följande antagits såsom luftens värmemotståndskoefficient.

Vid undersökningen af värmemotstånden i glasstaplar användes blandarena med en rotationshastighet af c. 2 hvarf i sekunden. Glasskifvornas tjocklek uppmättes på c. 10 ställen, någorlunda jämnt fördelade öfver hela ytan, medelst en sferometerskruf, som tillät en uppskattning af 0,001 m. m. Medelvärdet af de erhållna observationerna ansågs vara plattans medeltjocklek. De enskilda observationerna afveko från medelvärdet i regeln mindre än 0,02 m. m. Hela stapelns tjocklek uppmättes medelst apparatens finrörelseskrufvar. Glasplattorna radades dels omedelbart på hvarandra, dels åtskiljdes de genom små c. $\frac{1}{5}$ cm² glimmerplattor, 3 st. mellan två på hvarandra följande plattor. Glimmerskifvornas tjocklek uppmättes noggrant medelst en sferometerskruf.

Observationsserie IV.

Glasskifvorna radade omedelbart på hvarandra.

Datum	Glasskifvor i stapeln N:o N:o	ϵ_1 m. m.	$\epsilon_1 + \epsilon_2$ m. m.	Uppmätt värmemotstånd i stapeln $\frac{e_1}{\lambda_1}$ c. g. s.	Beräknadt värmemotstånd i glasskifvorna $\frac{e_1}{\lambda_1}$ c. g. s.	ϵ_1 beräknadt m. m.	ϵ_2 uppmätt m. m.	Uppvärmningsapparats temperatur
Maj 13	1,	0,555	0,572	0,479	0,163	0,028	0,019	T = c. 72
" "	1, 2,	1,070	1,097	0,871	0,308	0,050	0,027	T = c. 81,5
" "	1, 2, 3,	1,673	1,706	1,208	0,478	0,065	0,043	T = c. 81,5
" "	1, 2, 3, 4,	2,293	2,379	1,927	0,668	0,094	0,086	T = c. 81,5
" "	1, 2, 3, 4, 5,	2,743	2,834	2,090	0,795	0,115	0,091	T = c. 80,5
" 12	1, 2, 3, 4, 5 6,	3,329	3,434	2,635	0,936	0,150	0,105	T = c. 80,5
" "	1, 2, 3, 3, 5, 6, 7,	3,975	4,099	3,105	1,140	0,174	0,124	T = c. 80

Observationsserie V.

Små glimmerplattor c. $\frac{1}{5}$ cm² mellan glasskifvorna äfvensom emellan dessa och kopparplattorna.

Datum	Glasskifvor i stapeln N:o N:o	ϵ_1 m. m.	$\epsilon_1 + \epsilon_2$ m. m.	Uppmätt värmotstånd i stapeln $\frac{e_1}{\lambda_1}$ c. g. s.	Beräknadt värmotstånd i stapeln $\frac{e_1}{\lambda_1}$ c. g. s.	Uppvärmningsapparatusens temperatur
Maj 18	—	—	0,150	1,688	1,708	T = c. 69,0
” 19	1,	0,553	0,865	3,702	3,679	T = c. 67,0
” ”	1, 2,	1,070	1,558	5,742	5,772	T = c. 66,7
” ”	1, 2, 3,	1,663	2,306	7,275	7,292	T = c. 65

Ur den förra tabellen, hvori de ur de uppmätta motstånden beräknade luftskiktens tjocklek äro angifna, se vi att de uppmätta och beräknade värdena obetydligt afvika från hvarandra. Dock är denna afvikelse, som saknar all regelbundenhet så obetydlig, att den till fullo förklaras genom ojämnheter i glasskifvorna. I den senare tabellen, i hvilken de beräknade och de uppmätte värmotstånden äro anförda, är öfverensstämmelsen större.

Resultat. Af de ofvan anförda observationerna framgår sålunda, att något medelst den Christiansenska apparaten mätbart öfvergångsmotstånd mellan luft och kopparplattor och luft och glasskifvor ej förefinnes, till och med när detta accumuleras i en glasstapel. Med en viss grad af sannolikhet kan därför antagas, att värmeledningsförmågan i tunna luftskikt är densamma som i luftskikt af större tjocklek. Vid beräkning af värmeledningsförmågan i kroppar bildade af tunna skikt af omvexlande luft och fast ämne, har man sålunda blott att införa i beräkningen två lager, det ena utgörande summan af alla luftlager, det andra bildadt af alla fasta beståndsdelar som förefinnas i det betraktade lagret.

Tillika framgår att något kondenseradt, på värmeledningsförmågan inverkan vätskelager ej förekommer under de vid försöken rådande förhållandena. Ty, emedan vattnets värmeledningsförmåga är mycket stor i jämbredd med luftens, skulle ett sådant lager strax gifvit sig tillkänna i de erhållna

värdena på värmeledningsförmågan. Den mellersta kopparplattans temperatur var äfven hela tiden öfver fuktighetens kondensationspunkt, såsom man ständigt kunde öfvertyga sig om.

Därigenom, att något öfvergångsmotstånd ej behöfver tagas i betraktande vid tunna luftskikt, förenklas i betydlig mån undersökningar af pulverformiga ämnens värmeledningsförmåga. Man har blott att betrakta dem som en blandning af luft af bekanta egenskaper med fasta resp. flytande partiklar.

Till sist får jag till Professor *K. Ångström* framföra mitt tack.

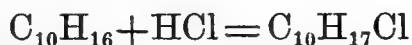
Ueber die Konstitution des Isopinens.

VON

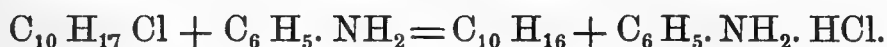
OSSIAN ASCHAN.

(Mitgeteilt den 14 Dec. 1908.)

In einer vorläufigen Mitteilung¹⁾ habe ich angegeben, dass der flüssige Vorlauf des Rohkampfers, welches durch Einwirkung von Basen auf rohes Pinenhydrochlorid entsteht, einen hauptsächlich bei 145—146° siedenden Terpenkohlenwasserstoff enthält, der als *Pinolen* bezeichnet wurde. Dieser Stoff bildet, mit Chlorwasserstoff bei niedriger Temperatur gesättigt, nach der Gleichung:



einen Hydrochlorid, welches bei 36—38° schmilzt und, auch im trocknen Zustande im geschlossenen Gefäss aufbewahrt, in einigen Tagen unter Dunkelfärbung und Zersetzung sich verflüssigt. Wird es frisch bereitet mit einer gleichen Menge Anilin gemischt und stehen gelassen, so giebt es wieder Chlorwasserstoff ab und bildet ein neues Terpen:



Dieser Kohlenwasserstoff ist aber mit dem ursprünglichen Pinolen nicht identisch, sondern stellt ein etwa 10° höher

¹⁾ Berichte der deutsch. chem. Gesellsch. 40, 2750 (1907).

siedendes neues Terpen dar, dem ich den Namen *Isopinen* beilegte, hauptsächlich weil der Körper im Siedepunkt, Dichte und Lichtbrechung dem Pinen in hohem Maasse ähnelte, ohne damit jedoch identisch zu sein. So trat es z. B. mit Chlorwasserstoff zu einem bei 36—37° schmelzenden Hydrochlorid zusammen, das dem aus dem Pinolen erhaltenen Additionsprodukt, woraus das Isopinen erhalten worden war, stark ähnelte, sodass die Identität der beiden Produkte schon von vorn herein ziemlich wahrscheinlich war. Dies konnte, was ich vorgreifend bemerke, durch die vorliegende Untersuchung bestätigt (vergl. S. 9) werden.

Nachdem neue Mengen des ziemlich kostspieligen Materials durch Verarbeitung hauptsächlich der flüssigen, aber trotzdem an Pinenhydrochlorid ziemlich reichen Anteile der Addition von Chlorwasserstoff an Pinen dargestellt worden waren, wurde zu einer näheren Untersuchung der beiden Terpene geschritten. Es gelang dabei zunächst, die Konstitution des Isopinens sicher festzustellen. Dies, sowie etliche neue Beobachtungen über das Pinolen, welche schon einigen Einblick in der Konstitution auch dieses Kohlenwasserstoffes zulassen, bildet den Gegenstand der vorliegenden Mitteilung. Weitere Versuche, welche hoffentlich für die Aufklärung des inneren Baues des Pinolens entscheidend sein werden, sind im Gange.

1. Die Reinigung und die physikalischen Konstanten des Pinolens;

α - und β -Pinolen.

Bei einer mit etwas grösseren Mengen von Rohpinolen durchgeführten Oxydation mittels Kaliumpermanganats wurde festgestellt, dass dieser Körper nur zum Teil der Reaktion unterliegt, während ein beträchtlicher Teil unangegriffen bleibt. Diese auffällige Beobachtung deutete darauf hin, dass in dem angewandten Material wenigstens zwei Kohlenwasserstoffe vorhanden waren. Wenn man, nachdem die Farbe des allmählich zugesetzten Kaliumpermanganates auch

nach längeren Turbinieren bei etwa 60—80° nicht weiter oder jedenfalls nur sehr langsam abnahm, filtrierte und den Manganschamm mit Wasserdampf destillierte, so gingen beträchtliche Mengen des restierenden Kohlenwasserstoffs, allerdings nur sehr langsam, über, sodass derselbe an den organischen Niederschlag stark haftete. In gewöhnlicher Weise von dem Wasser isoliert, destillierte der Körper bei 141,5—143,5° konstant über, wobei der Hauptanteil bei 142,5—143,5° (Hg im Dampf) siedete. Nach folgender Analyse, die ich Herrn *Dr. G. Auerbach* verdanke, ist der betreffende Kohlenwasserstoff ein Terpen:

0,2540g Subst. gaben 0,8234g CO₂ und 0,2676g H₂O;

Ber. für C ₁₀ H ₁₆ :	Gefunden:
C 88,23 %	88,41 %
H 11,77 „	11,70 „

Der Kohlenwasserstoff, den ich *β-Pinolen* nennen möchte, zum Unterschied von dem leichter oxydierbaren, bei der Kaliumpermanganatbehandlung entfernten *α-Pinolen*, zeigte folgende fysikalische Konstanten: $d_{\frac{20}{4}} = 0,8581$; $d_{\frac{15}{5}}$ (mit der *Mohr*'schen Wage bestimmt) 0,8571. α_D im 1 dm-Rohr = +0,1° bei $t=19^\circ$: $[\alpha]_D = +0,12$. n (bei 17,5°) = 1,4538, woraus MR = 42,8; Berechnet für C₁₀H₁₆ (tricyklisch) 41,83, für C₁₀H₁₆ (mit einer Doppelbindung): MR = 43,53.

Bei einer späteren Fraktionierung der bei der Chlorwasserstoffabspaltung aus rohem Pinenhydrochlorid erhaltenen pinolenhaltigen Vorläufe wurden nach 9-maligem Destillieren mit dem *Young*'schen Dephlegmator zwei Fraktionen: 140—142° á 300g und 142—144° á 350g gewonnen, welche folgende physikalische Konstanten zeigten:

Fraktion	$d_{\frac{20}{4}}$	n (bei 20°)	MR	α_D im 1 dm—Rohr.
140—142°	0,8534	1,45116	42,82	+0,36°
142—144°	0,8570	1,45247	42,85	+0,48°

Nach der Behandlung mit KMnO₄ bei 60—80° wie oben, gingen die unangegriffenen Anteile der beiden Fraktionen,

welche die Hauptmengen darstellten, zwischen zwei Graden vollständig über, und zeigten folgende Eigenschaften:

β -Pinolen aus:	Siedep.	$d_{\frac{20}{4}}^0$	n_{20}	MR	α_D (1dm-Rohr)
der Frakt. 140—142°	141,5—143,5°	0,8574	1,45247	42,83	+0,35°
der „ 142—144°	141,5—143,5°	0,8574	1,45247	42,83	+0,35°

Die beiden Produkte waren folglich identisch und wurden zusammengemischt. Um event. noch vorhandenen ungesättigten Kohlenwasserstoff zu entfernen, wurden 20g dieses β -Pinolens einer weiteren 15-stündigen Behandlung mit Kaliumpermanganat bei etwa 60—80° unter starkem Rühren unterworfen. Der Verbrauch an Oxydationsmittel war jetzt nur minimal. Der durch Wasserdampfdestillation zurückgewonnene Kohlenwasserstoff wog 13g, was in Anbetracht der langen Einwirkung und der durch die höhere Temperatur und die mechanische Bewegung begünstigte Verdampfung recht beträchtlich erscheint. Vorübergehend sei erwähnt, dass die abfiltrierte alkalische Oxydationsflüssigkeit, ausser oxalsaures und kohlen-saures Salz, nur etwa 0,4g einer weissen, im Aether schwer löslichen Säure enthielt, welche auch in siedenden Wasser schwer löslich war und sich bei Zusatz von einigen Tropfen Essigsäure aus der heissen Lösung in kleinen undeutlichen Krystallen abschied, die noch nicht bei 270—80° sondern erst bei höherer Temperatur schmolzen. Die Säure soll später genauer untersucht werden.

Das obige von neuem oxydierte, und offenbar sehr reine β -Pinolen sott wieder bei 142—144° und zeigte folgende physikalische Konstanten:

$$d_{\frac{20}{4}}^0 = 0,8588$$

$$n_{20} = 1,44769$$

MR (gefunden)	42,37
„ (berechnet)	41,83 (für tricykl. KW.)
„ „	43,53 („ KW mit 1 Aethylenbind.)
α_D (im dm-Rohr)	+0,24°, woraus $[\alpha]_D = +0,28$.

Der reine Kohlenwasserstoff tritt also mit verhältnissmässig kleiner Rechtsdrehung auf. Ein Vergleich der gefun-

denen und der berechneten Molekularrefraktion zeigt, dass erstere am besten mit einem tricyklischen Kohlenwasserstoff übereinstimmt. Doch übersteigt die gefundene Konstante der berechneten mit 0,5 Einheiten. Ein etwas höherer Wert wird bei demjenigen schon sehr seinem β -Pinolen beobachtet, dem die obige Probe zur Oxydation entnommen wurde.

Dieser Befund ist sehr interessant, weil es einen weiteren Schluss über die konstitution des β -Pinolens gewährt. Frühere Beobachtungen von *Brühl*, *Gustavson*, *Popper*, *Zelinsky*, und *Tschugaeff*¹⁾ haben nämlich gezeigt, dass ein Trimethylenring, mit anderen Ringen kombiniert, das molare Brechungsvermögen mit etwa 0,6 Einheiten vermehrt.

Hieraus geht also hervor, dass das β -Pinolen drei Kohlenstoffringe und unter denselben einen Trimethylenring enthält.

Beim Sättigen einer Mischung von reinem β -Pinolen und Aether bei -15° mit trockenem Chlorwasserstoff wurde ein festes Hydrochlorid erhalten, welches nach dem Streichen auf Ton bei $25-26^\circ$ schmolz. Dieses Hydrochlorid, welches sich ausserdem durch eine besonders grosse Flüchtigkeit an der Luft unterscheidet, scheint mit dem *früher*²⁾ aus dem rohen Pinolen erhaltene Hydrochlorid nicht identisch zu sein. Doch giebt das Hydrochlorid bei der Behandlung mit Anilin, wie mehrere eigens darauf gerichtete Versuche ergaben, das bei 155° siedende reine Isopinene. Eine weitere Untersuchung des Hydrochlorids steht in Aussicht.

An dieser Stelle sei noch erwähnt, dass der *früher*³⁾ erwähnte, gegen 200° schmelzende Säure, die bei der Oxydation des rohen Pinolens entsteht, bei der Behandlung der verschiedenen bei $140-152^\circ$ siedenden Fraktionen der verarbeiteten Vorläufe mit Kaliumpermanganat, immer in nicht unbeträchtlicher Menge aufgefunden wird. Hr *Dr. G. Auerbach*, der eine grössere Portion des rohen Pinolens verarbeitete, erhielt die Säure nach mehrmaligen Umkrystallisieren

¹⁾ Vergleich dem letztgenannten, Ber. deutsch. chem. Ges. 33, 3122, 3124 (1900) sowie einer Zusammenstellung bei *Aschan*, Chemie der alicyclischen Verbindungen, S. 281 u. 282 (1805).

²⁾ Ber. deutsch. Chem. Ges. 40, 2750 (1907).

³⁾ Ebenda S. 2752.

mit dem Fp. 198—199°. Nachdem er folgende Analyszahlen erhalten hatte, sprach er mir privatim die Ansicht aus, dass man es hier mit rac. Kampfersäure zu tun hätte:

- 1) 0,1750 g Subst. gaben 0,3873 g CO₂ und 0,1254 g H₂O;
 2) 0,1602 g „ „ 0,3554 g „ „ 0,1172 g „ .

Berechnet für C₁₀H₁₆O₄: Gefunden:

C	60,00%	1) 60,36 %;	2) 60,50 %
H	8,00 „	7,96 „ ;	8,13 „ .

Bei der Titration mit alkoholischem Kali verbrauchten 0,5 g der Säure 0,277 g KOH statt berechneter 0,280 g für eine zweibasische Säure obiger Zusammensetzung.

Durch eine früher ¹⁾ für die Isolierung und Reinigung der Kampfersäure angewandte Methode konnte die Annahme des Hrn Dr. Auerbach leicht bestätigt werden. Ich liess überflüssiges Acetylchlorid während einigen Stunden auf die trockne Säure einwirken. Nach erfolgter Reaktion wurde die Lösung an der Luft verdampfen gelassen und der Rückstand mit kalter Sodalösung behandelt. Die abfiltrierten Krystalle krystallisierten aus siedendem Alkohol in den charakteristischen, schönen Rhomboëdern des r-Kampfersäureanhydrids aus, dessen Fp. zu 218—219° gefunden wurde. Beim kurzen Kochen mit verdünntem Alkali ging das Anhydrid in Lösung, und letztere ergab beim Ansäuern reine, bei 202° schmelzende r-Kampfersäure, welche aus siedendem Wasser in den für sie eigentümlichen länglichen, sechsseitigen Blättchen krystallisierte.

Dadurch ist die auffallende Tatsache erwiesen, dass der von Kaliumpermanganat leicht oxydierbare Anteil des Rohpinolens, also der α -Pinolen, vollständig oder z. T. aus einem Terpen besteht, der bei der Oxydation r-Kampfersäure liefert. Von den verschiedenen, zwischen 140—152° siedenden Fraktionen scheint der um etwa 148° übergehende Teil die grössten Mengen der Säure zu geben. Die nahe an der Hand

¹⁾ O. Aschan, Ber. deutsch. chem. Ges. 27, 2003 (1894).

liegende Vermutung, dass der betreffende Kohlenwasserstoff Bornylen wäre, ist noch nicht endgültig entschieden, weshalb die Beantwortung dieser Frage auf eine spätere Gelegenheit aufgeschoben werden muss

Zu diesem Teil der Untersuchung wurde ich von Herrn Stud. chem. A. E. Sandelin unterstützt.

2. Darstellung und Eigenschaften des reinen Isopinens.

Als Ausgangsmaterial wurden zunächst, wie auch früher (l. c.) angegeben, 230 g eines bei 144—146° siedenden, 9-mal mit dem *Young'schen* Dephlegmator fraktionierten Teiles der Entchlorungsprodukte des flüssigen Pinenhydrochlorids angewandt. Der Kohlenwasserstoff wurde, mit der halben Gewichtsmenge absoluten Aethers vermischt, in kleineren Portionen mit trockenem Chlorwasserstoff bei etwa -15° gesättigt, nach einigem Stehen der Aether mit dem überschüssigen Chlorwasserstoff mittels durchgesaugter Luft, zuletzt unter schwachem Erwärmen, entfernt. Im allgemeinen wog das rückständige Hydrochlorid, das leichter starrte, auf 136 g berechnet, 176 g statt 172,5 g, da gewöhnlich etwas Aether zurückgeblieben worden war.

Das Hydrochlorid wurde, mit dem gleichen Gewicht Anilin gemischt, über Nacht stehen gelassen und dann die erstarrte Masse destilliert, bis die Temperatur der Dämpfe auf etwa 182° gestiegen war. Nach dem Entfernen des überschüssigen Anilins mit verdünnter Schwefelsäure, Waschen und Trocknen, destillierten 13 g des Rohkohlenwasserstoffs in folgender Weise:

unter 154°	0,5 g,
154— 156°	10,0 „,
156— 158°	1,0 „.

Die Hauptfraktion (A) zeigte folgende Eigenschaften: $d_{4}^{20} = 0,8655$; $\alpha_D = +2,54^{\circ}$ (im 1 dm-Rohr); $n_D = 1,47035$, woraus MR 43,84; berechnet für $C_{10}H_{16}$ mit einer Doppelbindung MR = 43,53.

Um die Reinigung dieses Kohlenwasserstoffes zu bewirken, das, wie oben angegeben, aus rohem sowohl α -Pinolen, wie β -Pinolen enthaltendem Material dargestellt worden war, wurde zunächst eine Oxydation in Acetonlösung vorgenommen. Zu der Lösung von 10 g der Fraktion 154—156° in 60 g absolutem Aceton wurden unter Wasserkühlung kleine Mengen gepulverten Kaliumpermanganats bis zum halbstündigem Stehenbleiben der Farbe (es genügten dazu 2 g) eingetragen, die Farbe mit ein Paar Tropfen schwefliger Säure zerstört und die Lösung mit Kalilauge neutralisiert, filtriert und dann das Aceton von dem Kohlenwasserstoff mittels eines Perlenrohres abdestilliert. Der Rückstand (B) (7,6 g) siedete wieder bei 154—156° und zeigte folgende Eigenschaften.

$$d_4^{20} = 0,8677; \alpha_D = + 2,30^\circ \text{ (1 dm-Rohr).}$$

$$n_D = 1,47055, \text{ woraus MR} = 43,77 \text{ (Ber. 43,53).}$$

Die Zusammensetzung wurde nun durch folgende Analysen kontrolliert:

- 1) 0,1203 g Subst. gaben 0,3888 g CO₂ und 0,1303 g H₂O;
- 2) 0,1953 g " " 0,6315 g " " 0,2098 " " ;

Berechnet für C₁₀ H₁₆: Gefunden 1): 2):

C	88,23 %	88,08 %	88,21 %
H	11,77 %	12,03 %	11,94 %

Aus dem so gereinigten Isopinen (B) wurde weiterhin die Hauptfraktion 154,5—155,5° herausdestilliert und wie oben bei dem rohem Pinolen hydrochloriert. Die Krystallmasse schmolz bei 35,8—36° und ergab bei der Analyse folgende Zahlen.

0,1424 g Subst. gaben 0,1155 g AgCl

Berechnet für C₁₀ H₁₇ Cl: Gefunden:

Cl	20,58 %	20,10 %
----	---------	---------

Wir finden, dass, wie früher angegeben, ein kleiner Teil des Chlorwasserstoffs aus dem leicht dissociierenden Hydro-

chlorid, welches dadurch *wahrscheinlich als ein tertiäres Hydrochlorid* charakterisiert wird, entwichen war.

Um festzustellen, ob das Isopinen ein verschiedenes Hydrochlorid liefert als dasjenige, woraus es erhalten worden war, wurde der Kohlenwasserstoff aus dem Hydrochlorid, wie oben, mit Anilin abgeschieden (C). Er sott nun bei 154,5—156° und zeigte folgende physikalische Konstanten, woraus die Identität hervorging:

$$d_{\frac{20}{4}} = 0,8645, \alpha_D = +0,77 \text{ (im 2-cm-Rohr)},$$

$$n_D = 1,46946, \text{ woraus KR} = 43,88 \text{ (ber. 43,53)}.$$

Der bei der Oxydation in Acetonlösung erhaltene Niederschlag vom Manganschamm enthielt von vorn herein keine krystallisierte Säure; r-Kampfersäure konnte mittels Acetylchlorids nicht isoliert werden.

Um das Isopinen in besonders reinem Zustande zu erhalten, bzw. um nachzuweisen, ob dieser Kohlenwasserstoff auch dem reinen bei 141,5—143,6° siedenden β -Pinolen (vergl. oben S. 4) ihrem Ursprung verdankt, wurden 40 g des reinen β -Pinolens in dem Hydrochlorid verwandelt, welches in theoretischer Arbeitsausbeute entstand und, nach dem Streichen auf Ton, bei 27,5—29° schmolz. Der daraus wie gewöhnlich abgeschiedene besonders reine Kohlenwasserstoff (F) siedete bei 154,5—155,5° und zeigte folgende Eigenschaften:

$$d_{\frac{20}{4}} = 0,8658; \alpha_D = +2,61 \text{ (in 1 dm-Rohr)}$$

$$n_a = 1,470253, \text{ woraus MR} = 43,48 \text{ (ber. 43,53)}.$$

Es lässt sich also in der Tat reines Isopinen von dem tricyklischen β -Pinolen erhalten. Selbst ist das Isopinen, seinem Mol.-Refraktion nach, ein bicyklischer Kohlenwasserstoff mit einer doppelten Bindung.

Um einigen Aufschluss über die Konstitution des Isopinens zu erhalten, wurde eine Oxydation desselben mit Kaliumpermanganat vorgenommen, und da es sich gegen das Agenz ziemlich resistent zeigte, so wurde das von *Wallach*¹⁾

¹⁾ Annalen d. Chemie 362, 183 (1908).

für das D-1-Fenchen ausgearbeitete Verfahren benutzt, nur wurde der Verbrauch an Oxydationsmittel etwas höher gefunden.

4 g des Kohlenwasserstoffs (es wurde zunächst das Isopininen B. angewandt), 13,3 g KMnO_4 (Wallach wandte nur 9,3 g an), 3,2 g Kaliumhydroxyd und 220 g Wasser wurden im Wasserbade bei $60-70^\circ$ turbinirt. Dazu waren etwa 8 Stunden nötig, bis alles KMnO_4 verbraucht war. Nach dem Filtrieren der von mehreren Oxydationen vereinigten Flüssigkeiten wurde der nicht oxydierte Kohlenwasserstoff (D) absepariert resp. mit Wasserdampf abdestilliert. Die physikalischen Konstanten desselben waren die folgenden:

Siedep. $154-156^\circ$; $d_{\frac{20}{4}} = 0,8684$; $\alpha_D = +0,73$ (im 2 cm-Rohr)
 $n_D = 1,46932$, woraus $\text{MR} = 43,63$.

Die wässrigen Flüssigkeiten wurden nachher mit Kohlendioxyd gesättigt und unter Einleiten desselben Gases vorsichtig zum Krystallhaut eingedampft. Nach mehrstündigen Stehen in der Kälte wurde das abgeschiedene, in glänzenden Blättern krystallisierende schwerlösliche Kaliumsalz abfiltriert, und sowohl dieses wie auch das getrennte Filtrat mit Schwefelsäure angesäuert und mehrmals ausgeäthert und die Aetherlösungen verdampft. In beiden Fällen entstanden feste Rückstände.

Der aus dem schwerlöslichen Salz erhaltene Aetherrückstand war in kochendem Wasser, mit dem die Säure zu einem Oel zusammenschmolz, schwer löslich und schied sich immer ölig aus. Um es weiter zu reinigen, wurde es in das Natriumsalz verwandelt, das sich aus der siedenden Wasserlösung in prachtvoll krystallisierten, glänzenden Blättern ausschied. Nach dem Umkrystallisieren des Salzes wurde mit Schwefelsäure eine Säure (A.) erhalten, die aus viel Wasser in bald erztarrenden Oeltropfen krystallisierte; die Krystalle schmolzen zuerst unscharf bei $126-133^\circ$, nach dreimaligem Umkrystallisieren bei $126-128^\circ$ und bildeten undeutliche, kleine dicke Blättchen bezw. Prismen.

Die aus den Mutterlaugen der eingedampften Oxydationsflüssigkeit erhaltene Säure (B.) war in Wasser viel

leichter löslich und krystallisierte daraus in länglichen, sechsseitigen Blättchen, deren Schmelzpunkt beim Umkrystallisieren von $190-191^{\circ}$ allmählich auf 200° sich erhöhte.

In derselben Weise wie die Isopinenprobe B verhielt sich auch die Probe A bei der Oxydation, und dieselben Oxydationssäuren wurden zugleich aufgefunden. Der dabei restierenden Kohlenwasserstoff (Isopinen E) zeigte die folgenden Konstanten:

$$d_{\frac{20}{4}} = 0,8677; \alpha_D = + 0,78^{\circ} \text{ (im 2-cm-Rohr)}$$

$$\alpha_D = 1,47076, \text{ woraus MR} = 43,78.$$

Auch bei erneuerter Oxydation sowohl dieser Kohlenwasserstoffprobe, wie auch der sehr reinen Proben D und F des Isopinens, wurden die gleichen Resultate erhalten. Nur waren die Säuren, besonders die aus der Probe F., gleich sehr rein, so dass z. B. die Säure B sogleich den Schmelzpunkt 200° zeigte.

Die vereinigten, reinen Proben der beiden Oxydationssäuren wurden nun weiter untersucht. Die Säure A. gab bei der Analyse folgende Zahlen:

- 1) 0,1724 g Subst. gaben 0,4116 g CO_2 und 0,1392 g H_2O .
- 2) 0,1493 g „ „ 0,3551 g „ „ 0,1184 g „

Berechnet für

Gefunden:

$\text{C}_{10}\text{H}_{16}\text{O}_3$:	1)	2)
C 65,22 %	65,11 %	64,86 %
H 8,70 „	8,97 „	8,81 „

Die Säure reagiert sowohl mit Phenylhydrazin, wie mit Semikarbazid, jedoch sind diese Duivate nicht so beständig, dass sie sich völlig reinigen lassen. So liefert sie (0,5 g), mit (0,3 cm) Phenylhydrazin, (1,5 ccm) Eisessig und etwas Wasser zusammengebracht, nach mehrstündigem Stehen bei gewöhnlicher Temperatur und nachdem ein harziges Produkt auf Zusatz von mehr Wasser ausgefüllt worden ist, ein in glasglänzenden Blättchen krystallisierendes Phenylhydrazon, welches auch nach mehrmaligen Umkrystallisieren keinen

konstanten Schmelzpunkt erreicht. Das Hydrazon hielt sich orangegelb gefärbt und schmolz unscharf zwischen 70 und 100°. Die Krystalle waren wohl ausgebildete längliche, sechsseitige Blättchen. Auch das in alkoholischer Lösung bereitete Semikarbazon veränderte sich sichtbar beim Umkrystallisieren, so dass es nicht dadurch gereinigt werden konnte. Wie aber schon aus diesem Verhalten, wie auch aus der Einwirkung von Brom und Alkali hervorgeht (siehe unten), liegt kein Zweifel über die Natur der Säure $C_{10}H_{16}O_3$ als Ketonsäure vor.

Die *Säure B.* (Fp. 200°), welche aus der Mutterlauge der Oxydationsflüssigkeit resultierte, gab bei der Analyse folgende Zahlen:

0,1814 g Subst. gaben 0,3877 g CO_2 und 0,1308 g H_2O ;

Berechnet für $C_9H_{14}O_4$;	Gefunden:
C 58,07 %	58,59 %
H 7,60 „	8,00 „

Es lag wahrscheinlich eine Säure $C_9H_{14}O_4$, wenn auch nicht in ganz reiner Form vor. Die Reinigung gelang nach der oben genannten, für die racemische Kamphersäure geeignete Methode ganz vorzüglich. Die Säure wurde mit überschüssigen Acetylchlorid einige Stunden stehen gelassen, dann die entstandene Lösung an der Luft verdampft, der völlig trockene Rückstand mit verdünnter Sodalösung verrieben, der bedeutende unlösliche Teil abfiltriert und aus heissem Alkohol umkrystallisiert. Beim Erkalten schied sich das erhaltene Anhydrid in centimeterlangen, seideglänzenden Nadeln, vom Aussehen des gewöhnlichen d-Kampfersäureanhydrids aus. Der Schmelzpunkt lag scharf bei 178—179°. Die Analyse ergab:

0,1230 g Subst. gaben 0,2898 g CO_2 und 0,0796 g H_2O ;

Berechnet für $C_9H_{12}O_3$:	Gefunden:
C 64,28 %	64,25 %
H 7,14 „	7,19 „

Das Anhydrid wurde nachher durch Kochen mit 5% Natronlauge in die Säure übergeführt. Diese krystallisierte aus siedendem Wasser, worin sie verhältnissmässig leicht löslich war, in dicken, gezackten Blättern, welche nunmehr den konstantbleibenden Schmelzpunkt von 203–204° zeigten. Eine gesättigte wässrige Lösung in 2-dm-Rohr war *inaktiv*.

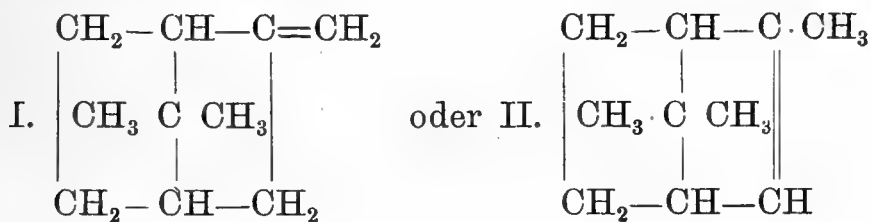
Bei der Titrierung verbrauchten 0,322 g der Säure 34,8 ccm $\frac{n}{10}$ Natronlauge, gegen die als 34,6 ccm für eine zweibasische Säure $C_9H_{14}O_4$ berechnete Menge.

Berechnet: 0,1392 g Na OH

Gefunden: 0,1384 g „

Aus dem obigen geht hervor, dass *die bei der Oxydation mit Kaliumpermanganat erhaltene Säure B aus cis-Apokampfersäure besteht*, mit deren Verhalten sie in allen Eigenschaften übereinstimmte. Da bei der Kaliumpermanganateinwirkung keine Umlagerung stattfinden kann, so folgt daraus, dass das Isopinen 9 Kohlenstoffatome in derselben Lage wie die Apokampfersäure, und ferner, dass es den zehnten Kohlenstoff an einem der bei der Oxydation zu den Karboxylen übergehenden C-Atomen gebunden enthält.

Unter diesen Umständen und wenn der Apokampfersäure die gewöhnliche Formel gegeben wird, könnten nur zwei Formeln für das Isopinen, nämlich

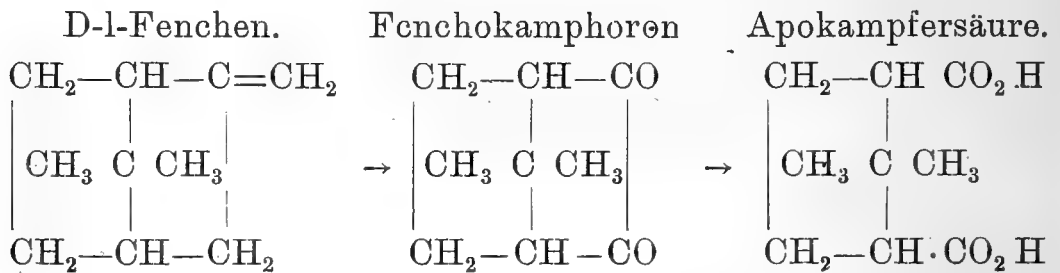


in Frage kommen. Und da in I. die Formel des D-l-Fenchens bzw. L-d-Fenchens von *Wallach*¹⁾, welche bei der ähn-

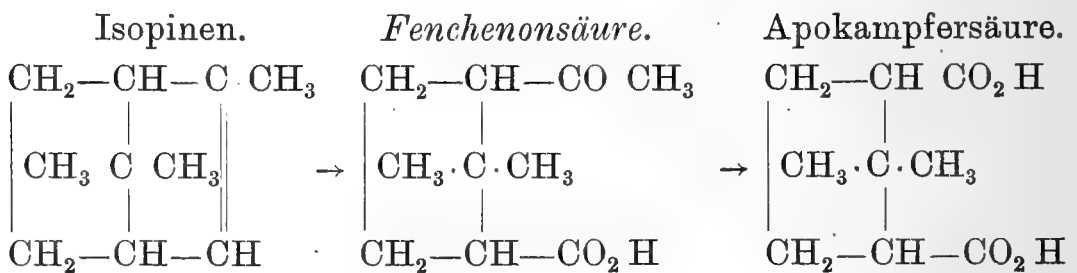
¹⁾ Vergl. *Annal, der Chemie*, 300, 294 (1899); 302, 371 (1899); 315, 273 (1901); 353, 209 (1907); 362, 174 (1908); 363, 1 (1908).

lich wie oben ausgeführten Oxydation mit Kaliumpermanganat die gut charakterisierten d- und l-Oxyfenchensäuren $C_{10}H_{16}O_3$ von Schmelzpunkt 153° geben, von denen in unserem Falle keine Spur erhalten wurde, sondern nur eine bis $126-128^\circ$ schmelzende Säure derselben Formel entstanden war, so stehen die Ergebnisse der Untersuchung nur mit der obigen Formel II. in Uebereinstimmung.

Ein Umstand erregte noch einigen Zweifel. Da *Wal-lach* gefunden hat, dass sich die bei 153° schmelzende Oxyfenchensäure zu dem Fenchokamphoron abbauen lässt, woraus weiter sowohl bei der Oxydation mit Salpetersäure wie auch mit Kaliumpermanganat ¹⁾ Apokampfersäure entsteht, so war es nicht ausgeschlossen, dass die Apokampfersäure auch aus hier primär entstandener Oxyfenchensäure gebildet sein könnte, die sich wieder aus D-l-Fenchen herleiten würde, nach dem Schema:



Hierüber müsste nun die Oxydation der erhaltenen Keton-säure $C_{10}H_{16}O_3$ vom Fp. $126-128^\circ$ Aufschluss geben. Wenn das Isopinen nach der Formel II. zusammengesetzt wäre, so müsste dieser Säure die Formel einer *Fenchenonsäure* folgender Konstitution zukommen:



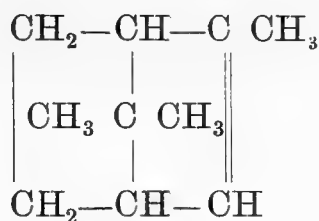
¹⁾ Vergl. *Annal. der Chemie*, 362, 184 (1908).

und es müsste möglich sein, sie durch Brom und Alkali in Apokampfersäure überzuführen.

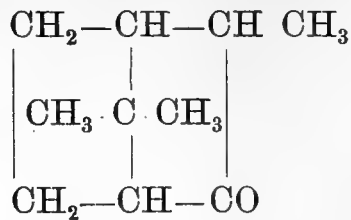
Dies gelang nun in der Tat ohne jede Schwierigkeit in folgender Weise.

2 g der Säure $C_{10}H_{16}O_3$ (Fenchenonsäure) wurden in der nötigen Menge verdünnten Alkalis gelöst, abgekühlt und mit einer Lösung versetzt, die unter Kühlung durch allmählichen Zusatz von 6 g Brom zu einer Lösung von 6 g Natriumhydroxyd in 100 ccm Wasser dargestellt war. Nach einstündigem Stehen wurde die Lösung mit schwefliger Säure entfärbt, mit Natronlauge wieder alkalisch gemacht, und das reichlich gebildete Bromoform (welches später, nach dem Isolieren durch seinen Siedepunkt $148-150^\circ$ identifiziert wurde) abfiltriert. Das angesäuerte Filtrat wurde nach dem Sättigen mit Ammonsulfat 10-mal mit Aether ausgeschüttelt, der feste Aetherrückstand mit 10-proz. Essigsäure angesäuert und nach dem Trocknen auf Ton dreimal aus heissem Wasser umkristallisiert. Dabei wurden ähnliche Krystalle, wie oben für die Apokampfersäure, erhalten, die bei $198-199^\circ$ schmolzen. Mit Acetylchlorid wie oben behandelt, ging die Säure in ihr Anhydrid über, welches wieder in den für das Apokampfersäureanhydrid charakteristischen glänzenden Nadeln vom Schmelzpunkt $178-179^\circ$ kristallisierte. Daraus geht hervor, dass die Säure $C_{10}H_{16}O_3$ bei der Behandlung mit Brom und Alkali Apokampfersäure liefert und daher die obige Konstitution der Fenchenonsäure hat.

Damit ist auch die folgende Konstitution des Isopinens festgelegt:



Das Isopinens tritt uns hier in sehr reinem Zustande als einer derjenigen Kohlenwasserstoffe entgegen, welche bei der Annahme der *Wallach'schen* Fenchenfermel



aus dem Fenchylalkohol über dem Fenchylchlorid entstehen würden, wenn man — keine Umlagerungen bei diesen Umwandlungen vorausgesetzt — Chlorwasserstoff aus letzteren abspaltet. Tatsächlich wurde die obige Formel des Isopinens von *Wallach*¹⁾ wenigstens vorübergehend für das Fenchen in Frage gestellt. Spätere Versuche ergaben aber, dass der Kohlenwasserstoff weder mit dem schwer oxydierbaren D-l- bzw. L-d-Fenchen welche die bei 153° schmelzenden Oxyfenchensäuren liefern, noch mit dem anderen Paar, dem D-d-bzw. L-l-Fenchen identisch war, die leicht oxydierbar sind und dabei in die bei 138° schmelzende D-d- bzw. L-l-Oxyfenchensäuren übergehen. Wohl aber könnte das Isopinen in unreinem Zustande in dem Rohfenchen vorhanden gewesen sein und denjenigen schwer oxydierbaren Bestandteil desselben darstellen, der die von *Wallach*²⁾ einige Male beobachteten anderen Oxydationssäuren lieferte. Wie dem auch sei, rein ist der Kohlenwasserstoff nicht früher erhalten worden.

Auf dem muthmaasslichen Zusammenhang zwischen dem Isopinen und dem genetisch damit eng verbundenen β -Pinolen (s. o.), gebe ich in dieser Abhandlung noch nicht ein. Es scheint mir weniger angemessen, Formeln hierüber anzugeben, bevor die Konstitution des β -Pinolens festgestellt worden ist. Ich würde mir gern sowohl den experimentellen wie der theoretischen Teil dieser Aufgabe vorbehalten.

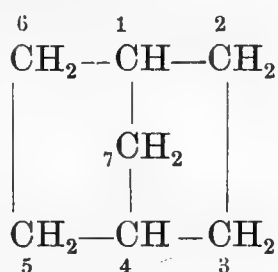
Zur Nomenklatur der Verbindungen der Fenchenreihe.

Da die Ansichten über die Konstitution des Fenchens noch auseinander gehen, müsste man den beiden bis jetzt in

¹⁾ Annalen d. Chemie 300, 320 (1898); 302, 386 (1898), 315, 298 (1901).

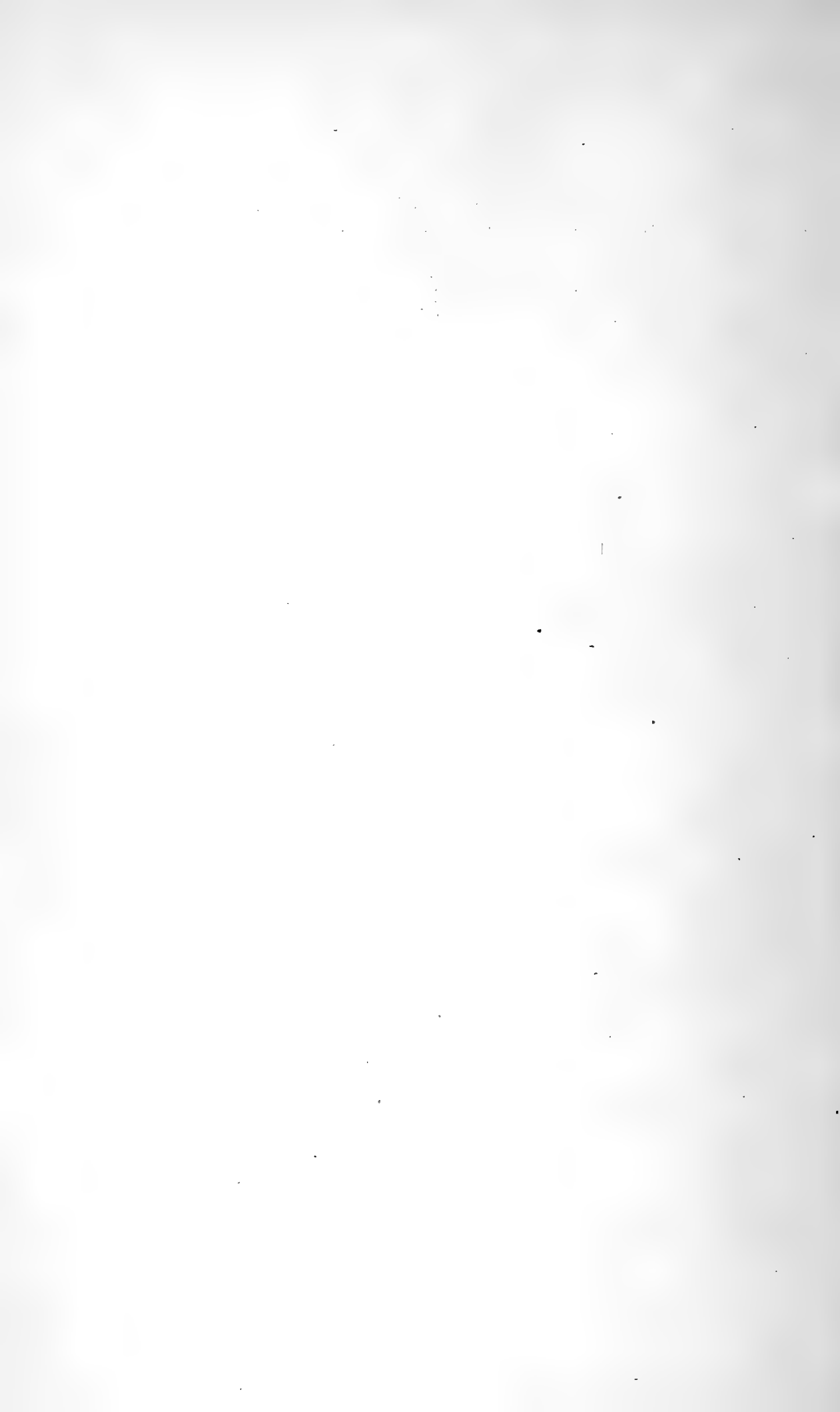
²⁾ Annalen d. Chemie 315, 284 (1901).

ganz reinem Zustande vorliegenden Kohlenwasserstoffen, dem von *Wallach* dargestellten D-1-Fenchon und dem obigen Isopinon, eine rationellere Bezeichnung geben. Von der *v. Baeyer'schen* Nomenklatur ¹⁾ ausgehend, wäre ersterer Kohlenwasserstoff (I. S. 13.) als *Metho-2-dimethyl-7,7-norkampfan* und das Isopinon (II.) als *Trimethyl-2,7,7-norkampfen-2* zu bezeichnen sein, wenn man sich des folgenden Schemas für Norkampfan bedient:



Bei der experimentellen Arbeit über Isopinon wurde ich von Herrn Stud. Chem. *K. K. Airola* bestens unterstützt.

¹⁾ Ber. deutsch. chem. Ges. 33, 3772 (1900).



Eine neue Methode zur Bestimmung des Stickstoffperoxydes

von

GUSTAF MATTSSON.

Die immer zunehmende Bedeutung des aus Luft dargestellten Stickoxydes und des daraus entstehenden Peroxydes machten es wünschenswert über eine Methode verfügen zu können welche eine gleichzeitig sichere und schnelle quantitative Bestimmung des Stickstoffperoxydgehaltes in einer hauptsächlich aus Stickstoff und Sauerstoff bestehender Atmosphäre gestattet. Es handelt sich in der analytischen Praxis dabei gewöhnlich um einen Gehalt von weniger als 10, am öftesten kaum um 3 bis 5 Prozent der gesamten Gasmenge. Nötigenfalls kann immer durch geeignete Verdünnung ein zufälligerweise hoher Peroxydgehalt innerhalb analytisch handlicher Grenzen gebracht werden.

Bisher wurde die Gehaltsbestimmung entweder durch Absorption in titrierter Alkalilösung oder Oxydation mit titrierter Permanganatlösung oder Reduktion in erhitzter Platin-capillare mit Wasserstoff bezw. Kohlenoxyd ausgeführt. Von diesen drei Methoden ist die erste prinzipiell einfach, setzt aber voraus dass keine andere mit Alkali reagierenden Bestandteile vorhanden sind, was doch z. B. mit Kohlendioxyd in der Praxis fast immer der Fall ist. Alle Methoden erfordern auch ein Sammel- oder Messgefäß, worin das Peroxydhaltige Gas entweder mit einer empfindlichen Sperrflüssigkeit, Kork- und Kautschukteile etc. für längere Zeit in Berührung kommt oder eine ganz besondere, nicht Jedermann zu Ver-

fügung stehende Apparatur erfordert. Die zweite und dritte Methode gestatten übrigens nur recht langsames Arbeiten.

Es schien mir deshalb angebracht eine Methode ausfindig zu machen, welche die genannten Verfahren ersetzen könnte (auch bei beliebiger Gegenwart von Kohlendioxyd) ohne an Zuverlässigkeit einzubüssen was an bequemer und schneller Handhabung vielleicht zu gewinnen wäre. Ein kolorimetrisches Vergleichsverfahren kam mir als aussichtsvoll vor und wurde auch schliesslich in praktisch verwendbarer Form ausgearbeitet.

Erstens lag es nahe zu untersuchen ob nicht Stickstoffperoxyd, als an und für sich farbig, auch bei grösserer Verdünnung in genügender Schichtdicke eine direkte, durch Vergleich mit für diesen Zweck dargestellten „Normalgefässen“ mit vorher bestimmtem Peroxydgehalt ermöglichte augenblickliche Schätzung gestattete. In 50—60 cm hohen cylindrischen Standgläsern wurden verschiedene Mengen des Peroxydes eingeführt (1, 2.5, 3.5, 4, 5.1, 6.5 und 10 % der eingeschlossenen Luftmenge) und das ganze in der Längsrichtung durch eine festliegende, äusserlich gekittete dünne Glasplatte gegen eine schneeweisse Bodenplatte betrachtet. Bei dieser Schichtdicke konnte ein Gehaltsunterschied von etwa 0.5 % (des totalen Gasinhalts) mit voller Sicherheit wahrgenommen werden, aber nur unter der Voraussetzung dass die Observation ziemlich schnell, etwa innerhalb einer halben Stunde nach der Einführung des Peroxydes stattfand. Durch längeres Stehen bei ziemlich konstanter Zimmertemperatur, z. B. von Abend bis Morgen, erbleichte die Farbe der verdünnten Gasproben sehr beträchtlich durch am Glase stattfindender Kondensation¹⁾ und die Darstellung irgend welcher „Normalgefässe“ mit ein für allemal eingeschlossenen Peroxydmengen schien zwecklos. Ein eventueller Vergleich mit gefärbten Lösungen, gefärbten Glasscheiben oder

¹⁾ Dieselbe wurde auch einigermaßen quantitativ verfolgt durch Umstülpen des nach einem Tage geöffneten Cylinders, wodurch nicht kondensierte Peroxydreste ausliefen, nachheriges Ausspülen der Wände mit destilliertem Wasser und Titrierung desselben. Es ergab sich bei feuchter Cylinderluft eine Wandkondensation von durchschnittlich 8.5 % und bei trockener Luft von etwa 9.1 % der ursprünglichen Peroxydmenge (c. 80 mg).

so was wäre kaum zuverlässig. Übrigens hätte auch die erforderliche Genauigkeit zu lange und unbequeme Observationsgefässe erfordert, da die bezügliche Schätzungsempfindlichkeit des Auges, wie oben hervorgeht, nicht besonders gross ist.

Die direkte okulare Schätzung des Stickstoffperoxydgehaltes musste also aus praktischen Rücksichten verworfen werden. Nunmehr wurde die färbende (oxydative) Wirkung des Peroxydes auf verschiedene Flüssigkeiten untersucht. Von diesen ergaben (innerhalb kurzer Zeit)

1. Methylalkohol	keine merkbare Färbung
2. Aethylalkohol	„ „ „
3. Amylalkohol	„ „ „
4. Aethylaether	„ „ „
5. Essigsäure	sehr schwache Gelbfärbung
6. Benzol	schwache „
7. Xylol	„ „
8. Schwefelkohlenstoff	ziemlich ausgeprägte „
9. Jodkaliumlösung	starke „
10. Anilin	dunkle Braunfärbung
11. Dimethylanilin	„ Grünfärbung
12. Diphenylamin	intensive Blaufärbung
13. Brucinlösung	„ Rotfärbung
14. Indigolösung	langsame Entfärbung

Von den sieben letztgenannten Flüssigkeiten wurden 8, 10, 11 ausgeschaltet, weil dieselben keine besondere Haltbarkeit in der Färbung versprochen. Was 12 und 13 betrifft, sind diese ausgezeichneten Salpetersäureindikatoren auch gegen Stickstoffperoxyd äusserst empfindlich, eignen sich aber gerade wegen dieser übergrossen Empfindlichkeit nicht gut für kolorimetrischen Vergleich und eine Verwendung derselben in sehr starker Verdünnung giebt missfarbige Nuancen von schwerer Vergleichbarkeit. Lösung 14 reagierte zu langsam in solchen Verdünnungen welche einen guten Vergleich gestatten. Lösung 9 erwies sich aber bequem und zuverlässig und wurde deshalb Gegenstand näherer Untersuchung.

In eine 300 cm³ fassende Erlenmeyerflasche wurden je 20 cm³ einer 15-prozentigen Jodkaliumlösung eingeführt und in dieselbe nacheinander Mengen von 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0, 3.5, 4.0, 5.0, 6.0 u. s. w. cm³ Stickstoffperoxyd mit der Flüssigkeit in Berührung gebracht. Das Gas wurde folgendermassen dargestellt und gemessen. Auf gewöhnlichem Wege entwickeltes Stickoxyd (NO) wurde in eine konzentrierte Ferrosulfatlösung geleitet und diese nachher gelinde erwärmt, wobei ein regelmässiger Strom von reinem Stickoxyd entstand. Von dem Gase wurden immer je 40—50 cm³ in einem Volumeter über Quecksilber gefangen und daraus in den genannten Mengen in den Jodkaliumkolben übergetrieben, so dass unterhalb der nahe an der Flüssigkeit gelegene enge Ausflussöffnung mit dem Luftsauerstoff das entsprechende Volumen Stickstoffperoxyd entstand, welches dann durch gelindes Schwenken des Kolbens in kürzester Zeit absorbiert wurde und in der Jodkaliumlösung eine von Gelbfärbung begleitete Jodabscheidung hervorrief. Nach jedesmaliger Absorption wurden der Kolbeninhalt in gleich dicke Reagenzröhre gegossen, welche dann eine wenigstens während 45 Tage unveränderliche Farbenskala darstellten, in leicht unterscheidbaren klaren Nuancen von hellgelb bis tieforange. Nachher wurden beliebige Mengen Stickstoffperoxyd auf gleicher Weise absorbiert und der Gehalt durch Vergleich mit der Skala geschätzt. Es ergab sich bei dem angewandten kleinen Gasvolumen von 300 cm³ eine Beobachtungssicherheit in der Farbenprüfung welche 0.3 cm³ Peroxyd entsprach, also eine Genauigkeit von 0.1 %. Durch entsprechend grössere Aufnahme flasche und übrigens dieselben Massnahmen kann diese Genauigkeit leicht bis auf 0.01 % und noch höher getrieben werden. In der analytischen Praxis wird für die Bestimmung von Stickstoffperoxyd doch wohl selten eine so scharfe Präzision verlangt.

Noch etwas höher kann dieselbe doch geführt werden wenn die gelbe Jodabscheidungsskala durch Zusatz von Stärkekleister in eine blaue solche transformiert wird. Obiger Unterschied von 0.3 cm³ kann dann auf etwa 0.2 cm³ verringert werden, was in einer 300 cm³ haltender Flasche einer Genauigkeit von etwa 0.07 % entspricht. Die auch bei

minimalen Jodmengen sehr starke Jodstärke-Färbung kann indessen als Skala dienen nur wenn die Stärkelösung sehr stark verdünnt ist. Dabei ist doch andererseits zu beachten, dass die absolute Menge der dargebotenen Stärke nicht so klein wird, dass das Peroxyd nur eine unbestimmte, bräunliche Färbung veranlasst. Folgendes Verfahren erwies sich als zweckmässig: 100 cm³ der 15-prozentigen Jodkaliumlösung wurden mit 50 cm³ einer Lösung von 4 g Stärke in 150 cm³ Wasser gemischt und das Ganze auf 650 cm³ verdünnt. Von dieser Lösung kamen wieder je 20 cm³ als Absorptionsflüssigkeit in der 300 cm³-Flasche zur Verwendung. Als dann die Peroxydwirkung in derselben durch Umschütteln zu Ende geführt war wurde die sehr dunkle Bodenflüssigkeit in der Flasche auf 300 cm³ mit Wasser verdünnt und von dieser Flüssigkeit schliesslich etwas in ein Reagenzrohr gegossen. Nur bei etwa so geleiteter, in der Beschreibung etwas langwieriger, in Wirklichkeit aber sehr einfacher und schneller Operation konnte eine gute blaue Skala dargestellt werden. Dieselbe schien sich bei gutem Korkverschluss auch unveränderlich zu halten.

Um nun eine bequeme Anfertigung der Skala *ohne* Darstellung von reinem Stickoxyd, Abmessen desselben etc. zu ermöglichen und, falls gegen meine Vermutung die gelbe Jod- oder blaue Jodstärkeskala nicht genügend haltbar wäre, eine schnelle Erneuerung derselben anzuzeigen, machte ich eine Serie Vergleichsversuche mit Salpetersäure und mit Stickstoffperoxyd. Eine mit leicht abgemessenen Mengen Salpetersäure von bestimmter Konzentration dargestellte Normalskala wäre ja immer möglichst schnell und leicht zugänglich. Unerwarteter Weise erwies sich doch dieses Oxydationsmittel nicht als für meine Zwecke zuverlässig. Nachdem nämlich eine dreifach normale Salpetersäure als die zweckmässigste herausprobiert wurde, fand ich dass die von derselben hervorgebrachte, anfangs vorzügliche Farbenwirkung innerhalb 3 à 4 Tage Veränderungen unterlag. Bei sofortigem Farbenvergleich (in etwa 20 Minuten) bekam ich folgende Mengenpaare von gleicher Farbenwirkung:

0.8 cm ³	Stickstoffperoxyd	—	5 cm ³	3 × n-Salpetersäure
1.0 "	"	—	7 "	"
1.8 "	"	—	9 "	"
2.2 "	"	—	16 "	"
2.4 "	"	—	17 "	"
2.8 "	"	—	17 "	"

Aus diesen (abgerundeten) Zahlen hervorgeht dass die Serien nicht parallel laufen und dass bei grösseren Säuremengen eine stationäre Wirkung eintritt welche sich erst nach unbestimmbarer Zeit in ein mit dem Peroxydeffekt vergleichbares Stadium übergeht.

Als eine gute Vergleichssubstanz erwies sich dagegen Perhydrol (Wasserstoffperoxyd). Verglichen wurden die Wirkungen auf Jodkaliumlösung von einer zehntelprozentiger Perhydrollösung und von Stickstoffperoxyd, wobei die mit Schwefelsäure etwas angesäuerte, mit Perhydrol zu behandelnde Jodkaliumlösung mit dem vierfachen Volumen Wasser verdünnt wurde (sonst wirkte auch die sehr wenig konzentrierte Perhydrollösung zu stark). Mit 20 cm³ der früheren bzw. 20 cm³ der verdünnten Jodkaliumlösung bekam ich folgende Vergleichszahl für Stickstoffperoxyd und Perhydrol:

1.3 cm ³	Stickstoffperoxyd	—	0.5 cm ³	¹ / ₁₀ ‰-Perhydrol
2.2 "	"	—	1.0 "	"
3.0 "	"	—	1.5 "	"
3.8 "	"	—	2.0 "	"
4.7 "	"	—	2.5 "	"
5.5 "	"	—	3.0 "	"
6.2 "	"	—	3.5 "	"
6.9 "	"	—	4.0 "	"

Die beiden Serien verlaufen, innerhalb der Abmessungsfehler für die Gasvolumina, deutlich parallel und kann also mittels Perhydrol eine Vergleichsskala hergestellt werden.

Die Anfertigung der gelben oder blauen Skala mittels Perhydrol erfordert für genau zu bestimmende und stärker

schwankende Peroxydgehalte etwa eine Stunde¹⁾. Die Skala ist aber bei gutem Verschluss sehr lange haltbar. Die einzelne Probebestimmung kann dann in weniger als fünf Minuten zu Ende geführt werden.


Bei Anfertigung und Verwendung der blauen Skala muss dieselbe unveränderte Stärkelösung genommen werden, am besten die von *Treadwell* empfohlene sterilisirte Lösung, welche jahrelang konstante Empfindlichkeit zeigt.

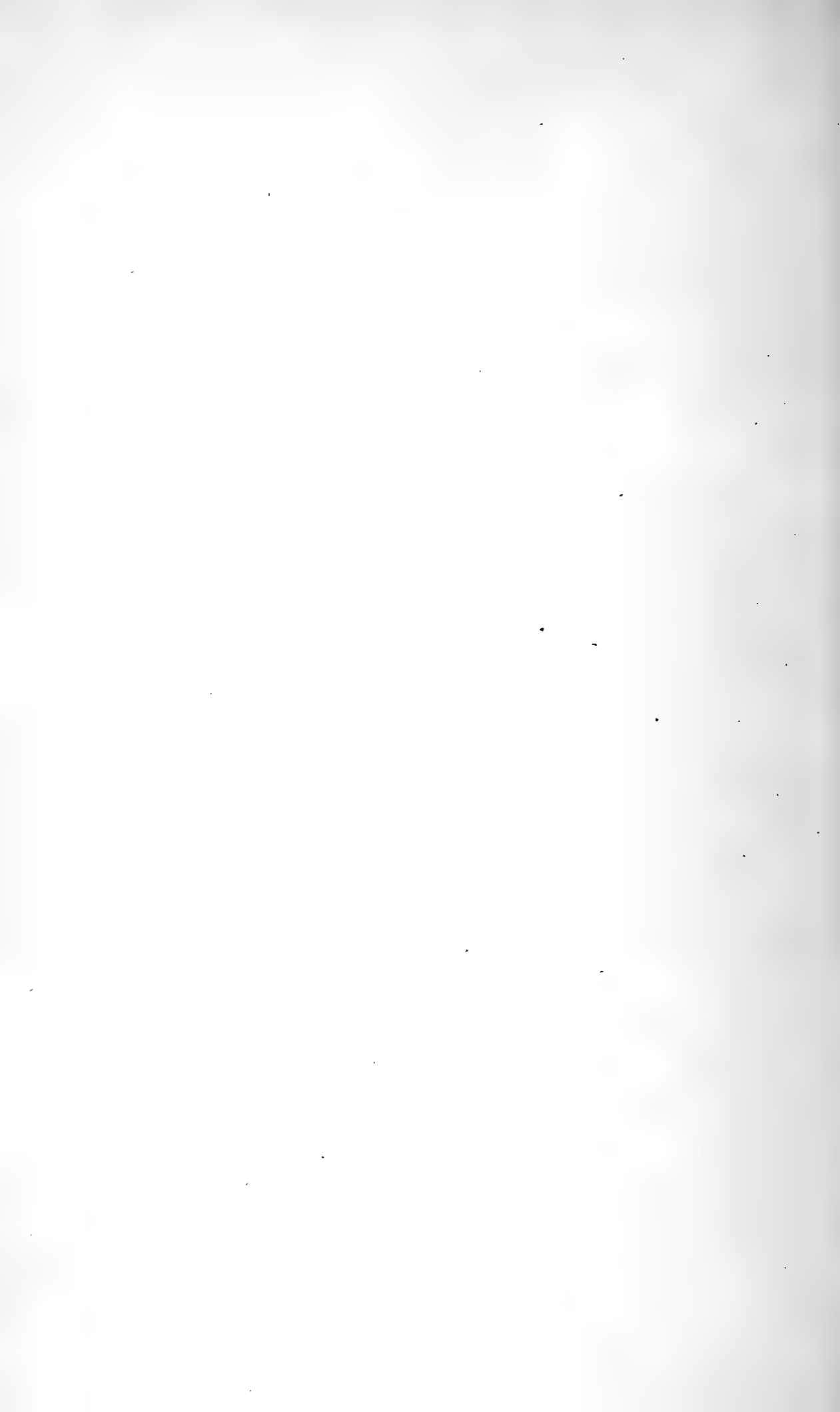
Bei der Bestimmung wäre am bequemsten so zu verfahren dass die offene Auffangflasche mit dem betreffenden Gasgemische gefüllt wird (nach der Verdrängung der Luft aus derselben), dann ein Kautschukpropfen mit kleiner Bürette oder Hahntrichter aufgelegt, aus dieser fertig abgemessene 20 cm³ Jodkaliumlösung mit oder ohne Stärke schnell nachgefüllt und das Ganze sofort geschüttelt, bis konstante Färbung. Ausgiessen eines Theils in Reagenzrohr (für blaue Skala nach Verdünnung in der Flasche) und sofortiger Vergleich mit der Skala gegen weissen Hintergrund! Bei grob abgestufter Skala gelingt eine ziemlich weitgehende Interpolation des Gehaltes.

Beim Ausarbeiten der Methode war mir Hr Stud. *J. Sulonen* mit Interesse behülflich.

Helsingfors, Universitätslaboratorium.

¹⁾ Für genauere Bestimmungen empfiehlt es sich die z. B. als 30- oder 3-prozentige gekaufte Perhydollösung nach der Verdünnung mit Permanganat zu kontrollieren. Eine ausführlichere Vergleichsserie als die obige ist nach dem vorher angeführten leicht zu beschaffen. Ich werde eine solche später ausarbeiten.





Bestimmung der Dielektricitätsconstanten verschiedener Gemische aus Toluol und Aceton.

von

GRETA ANDERSIN und ESTER HIRN.

Die Bestimmungen, welche sich auf im Handel erhältliches reines Toluol und Aceton sowie auf neun verschiedene Gemische beider Flüssigkeiten mit etwa von 10 zu 10 % variierendem Procentgehalt beziehen, wurden ausgeführt mit Hülfe des von Prof. Paul Drude construirten, auf die Anwendung Hertzscher Wellen beruhenden Apparates.¹⁾ Der von der Firma Köhler in Leipzig gelieferte Apparat hatte dieselben Dimensionen wie der Drude'sche. Dazu gehörte aber ursprünglich kein Teslatransformator, während Prof. Drude zwischen dem Oscillator und dem Inductorium einen kleinen Teslatransformator von genau angegebenen Dimensionen einschaltete. Es zeigte sich bei unseren Versuchen, dass die Grösse des Transformators wenig Bedeutung hat, wenn nur die richtige Capacität verwendet wird. Wir benutzten in der That einen im Laboratorium befindlichen, etwas grösseren Teslatransformator als der Drude'sche. Nach Drude ist die Capacität richtig gewählt, wenn im Finsternis deutlich wahrnehmbare Büschelentladungen von den isolierten Enden der Secundärspule ausgehen. Diese Bedingung ist aber nicht genügend. Sie bestimmt zwar die obere Grenze der Grösse der Capacität, aber keine untere Grenze. Eine

¹⁾ Zeitschrift für phys. Chemie. 23 p. 267. 1897.

zu kleine Capacität wirkt ebenso schädlich auf das Resultat wie eine zu grosse. Schalteten wir in der Tat zu wenig Leydnerflaschen ein, konnten zwei Wellensysteme mit nahe gleicher Wellenlänge in dem Secundärleiter deutlich beobachtet werden. Durch eine Vermehrung der Anzahl der Leydnerflaschen und somit Vergrösserung der Capacität wurde das eine Wellensystem zum Verschwinden gebracht, und es konnte nur eine deutlich charakterisirte Welle mehr beobachtet werden. Man bestimmt am besten die richtige Capacität in der Weise, dass man mit einer zu grossen Capacität anfängt und diese allmählich vermindert, bis die Büschelentladungen sichtbar werden.

Bei der Untersuchung wurde zuerst die Wellenlänge in der Luft gemessen. Dabei erhielten wir drei Knotenpunkte und somit eine ganze Welle, deren Länge im Mittel 57.3 cm. betrug. Danach wurde der die Flüssigkeit enthaltende Glastrog eingeschaltet und die Messungen unmittelbar und so schnell wie sich tun liess ausgeführt, um die Wirkung des Abdunstens möglichst zu vermindern. Für das Gemisch aus gleichen Mengen Toluol und Aceton sowie für alle Gemische mit mehr Aceton wie Toluol konnten drei Knotenpunkte, für die übrigen Gemische nur zwei Knotenpunkte beobachtet werden. Jeder Knotenpunkt wurde durch Herannahen der Brücke von beiden Seiten an den Punkt bestimmt, für welchen die Lichtstärke im Geisslerrohr ein Maximum zu sein schien. Das Mittel aus beiden Bestimmungen wurde als die wirkliche Lage des Knotens betrachtet.

Im allgemeinen wurden für jeden Knotenpunkt zehn Bestimmungen ausgeführt und zwar die eine Hälfte von der einen, die andere von der anderen von uns in der Weise, dass die eine das Licht im Rohr beobachtete, die andere die Lage des Knotens ablies. Nur in Paar Fällen, wo die Lagen der Knotenpunkte der Luftwellen mehr als gewöhnlich variierten, wurden zwanzig Bestimmungen ausgeführt. Dem Einfluss der Grösse des Glastrogs auf die Dielektricitätsconstante ist durch Anbringung der von Prof. Drude angegebenen Korrektur Rechnung getragen.¹⁾

¹⁾ Zeitschrift für phys. Chemie 23 p. 278. 1897.

Bezeichnet λ_1 die Wellenlänge in der Luft, λ_2 die Wellenlänge in der Flüssigkeit, so ist die Dielektricitätsconstante

$$\varepsilon = \frac{\lambda_1^2}{\lambda_2^2}$$

und der sog. elektrische Brechungsquotient

$$n = \frac{\lambda_1}{\lambda_2}.$$

Auch der optische Brechungsquotient σ des Toluols, Acetons und der neun Gemische aus diesen beiden Flüssigkeiten wurde mit Anwendung von Natriumlicht und eines Refraktometers nach Pulfrich gemessen, und zwar bei zwei verschiedenen Temperaturen. Die specifischen Gewichte der benutzten Flüssigkeiten wurden mit aller Sorgfalt, speciell um Verdunsten zu verhüten, mittels Pyknometer bestimmt, und zwar ebenfalls bei zwei verschiedenen Temperaturen.

Die Resultate der Messungen und Berechnungen sind in folgenden Tabellen zusammengestellt. Ausserdem veranschaulichen die Curven oben in Fig. 1 die Werte des specifischen Gewichtes, die beiden Curven unten in derselben Figur die Werte des optischen Brechungsquotienten, für je zwei verschiedene Temperaturen, so dass die höher liegende Curve der niedrigeren Temperatur entspricht (Siehe die Tabelle). Die obere Curve der Figur 2 stellt die Werte der Dielektricitätsconstante, die untere Curve die Werte des elektrischen Brechungsquotienten der untersuchten Flüssigkeiten dar.

Helsingfors, physikalisches Laboratorium der Universität, December 1908.

Gehalt an Toluol	Aceton	δ = Spezifisches Gewicht		σ = Optischer Brech. quot.		$\frac{1}{2}$ Wellenlänge in cm in		Elektr. Brech. quot. $n = \frac{\lambda_1}{\lambda_2}$	Dielektrizitäts- constante		$\epsilon + \text{Kor-}$ rektion des Glastro- ges
		Temp.	δ	Temp.	σ	Luft $\frac{1}{2} \lambda_1$	Flüssigk. $\frac{1}{2} \lambda_2$		Temp.	$\epsilon = \frac{\lambda_1^2}{\lambda_2^2}$	
100.0 %	0	15° 0 21° 9	0.8723 0.8613	100° 0 20° 0	1.50090 1.49653	26.90	17.96	1.50	14° 0	2.24 ± 0.01	2.24
90.0 %	10.0 %	14° 0 21° 0	0.8644 0.8573	100° 0 20° 0	1.48610 1.48146	28.58	14.37	1.99	17° 0	3.96 ± 0.02	3.97
81.0 %	19.0 %	14° 0 21° 9	0.8583 0.8498	100° 0 20° 0	1.47291 1.46809	27.22	11.21	2.43	16° 0	5.90 ± 0.12	5.92
71.0 %	29.0 %	13° 7 22° 0	0.8523 0.8432	100° 0 20° 0	1.45828 1.45368	28.58	10.74	2.66	17° 0	7.08 ± 0.04	7.11
61.5 %	38.5 %	13° 8 21° 0	0.8437 0.8365	100° 0 20° 0	1.44446 1.43986	27.32	9.07	3.01	17° 0	9.07 ± 0.12	9.13
51.5 %	48.5 %	13° 5 22° 0	0.8376 0.8303	100° 0 20° 0	1.43064 1.42611	28.81	8.66	3.33	16° 0	11.07 ± 0.09	11.17
40.0 %	60.0 %	13° 2 21° 8	0.8300 0.8209	100° 0 20° 0	1.41543 1.41090	28.39	7.93	3.58	15° 0	12.82 ± 0.06	12.96
31.5 %	68.5 %	13° 2 21° 6	0.8237 0.8157	100° 0 20° 0	1.40440 1.40021	28.58	7.44	3.84	17° 0	14.75 ± 0.06	14.96
21.5 %	78.5 %	13° 3 21° 5	0.8167 0.8082	100° 0 20° 0	1.39154 1.38684	28.29	6.96	4.06	17° 0	16.50 ± 0.09	16.75
10.7 %	89.3 %	13° 0 21° 5	0.8091 0.8016	100° 0 20° 0	1.37745 1.37288	28.65	6.55	4.38	16° 5	19.15 ± 0.10	19.49
0	100.0 %	14° 0 22° 5	0.7978 0.7878	100° 0 20° 0	1.36377 1.35945	28.29	6.07	4.66	17° 0	21.69 ± 0.13	22.14

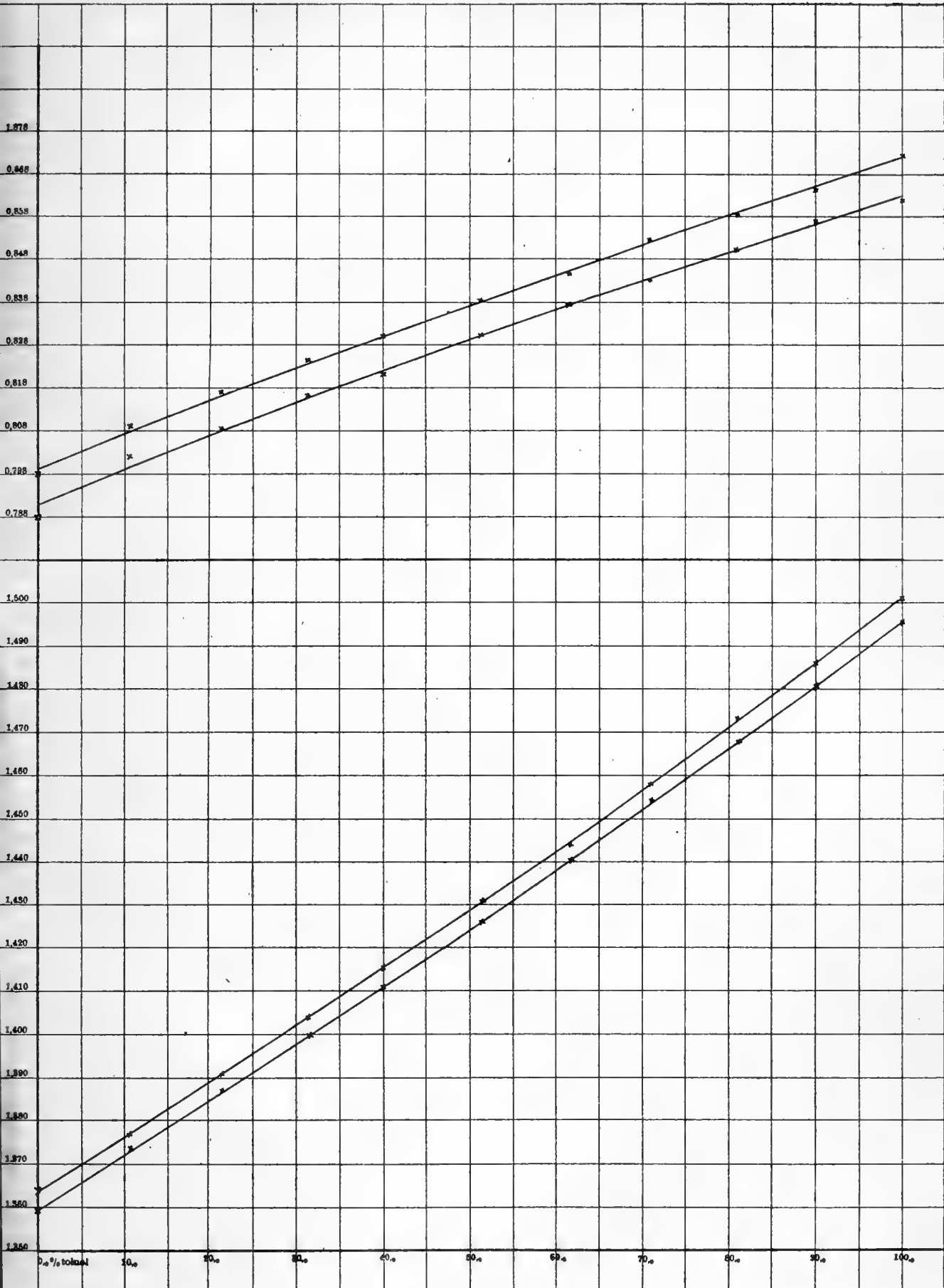


Fig. 1.

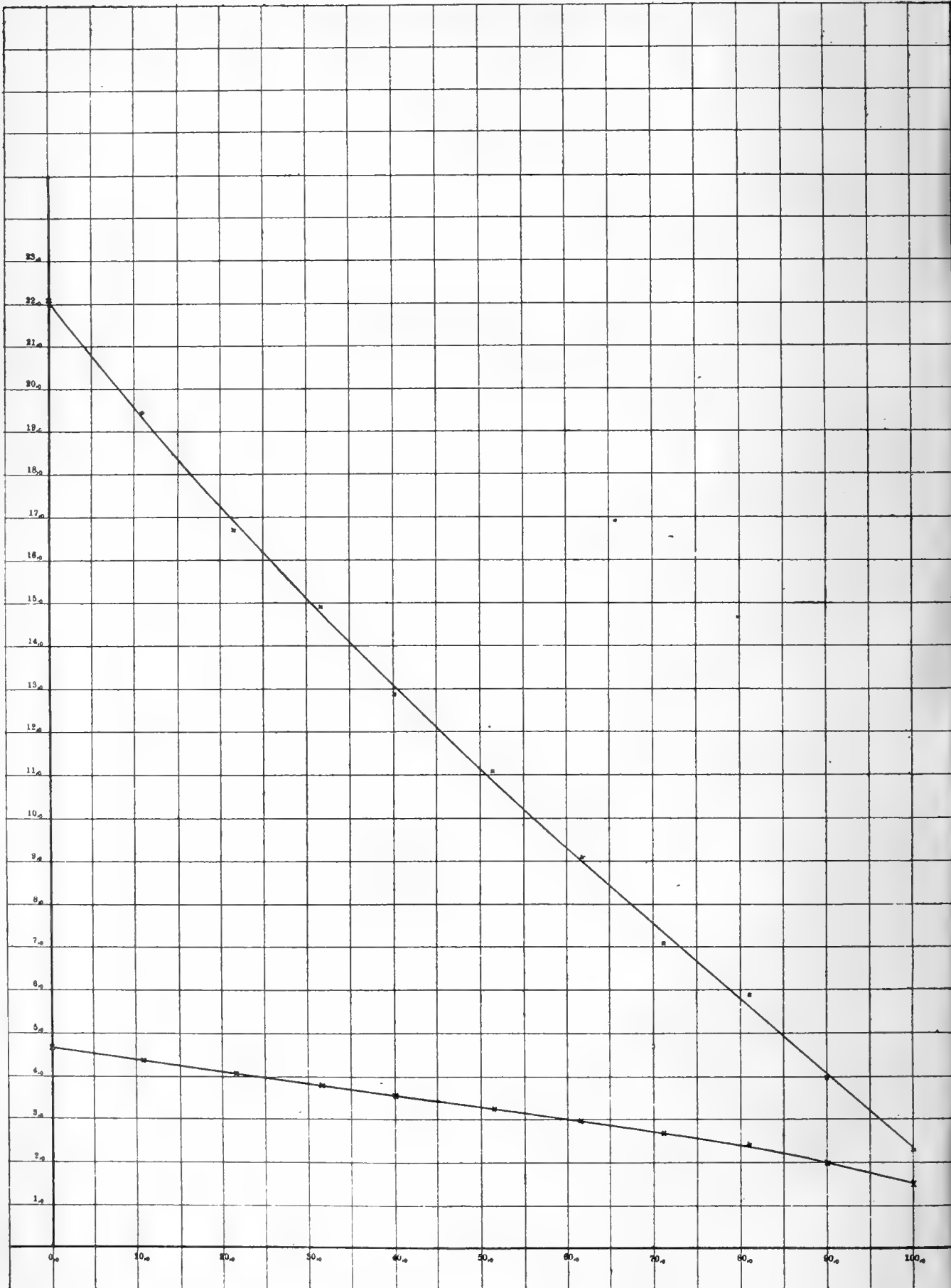


Fig. 2.

Redogörelse för fortgången af de astrofotografiska arbetena å observatoriet i Helsingfors under tiden Juni 1907 till Maj 1908.

Af

Anders Donner.

(Meddeladt den 14 December 1908.)

Fotografiska upptagningar.

Med inträdet af mörkare nätter kunde fotograferingsarbetet vidtaga den 10 Augusti 1907; detsamma fortgick derpå till slutet af November regelbundet, men röntte derefter afbräck dels genom mulen väderlek och månsken, dels genom långvarig stark köld, så att observationerna först i slutet af Januari åter kunde med fördel upptagas. Erfarenheten har nämligen visat, att starkare köld i vårt klimat vanligen medför dåliga bilder, och nackdelarna häraf framträda än mera störande vid fotografiska observationer än vid okulära. I regeln observeras dertör icke, då termometern sjunker under -15 grader Celsius. Undantag göres blott, om luften är mycket torr, då fotograferingen stundom kan fortgå till och med vid en köld af -20 grader. Den sista fotografien togs den 6 Maj.

Under arbetsåret 1907—1908 fördelade sig antalet för fotografering använda nätter på de särskilda månaderna som

följer: Augusti 2, September 5, Oktober 4, November 2, Januari 2, Februari 2, Mars 10, April 6, Maj 3. Höstsidan af året hade sålunda att uppvisa 13 observationsnätter, vårsidan 23; och hela året sammanlagdt 36. Detta antal är väsendtligen mindre än vanligt, hvarför året bör betraktas såsom synnerligen ogynnsamt. Härmed sammanhänger dock, att nästan uteslutande plåtar med lång expositionstid derunder tagits; i antalet observationsqvällar äro såsom vanligt icke sådana medräknade, som till följd af expositionens afbrytande för moln icke gifvit användbart resultat.

Det fotografiska arbetet har så godt som uteslutande varit egnadt den *fotografiska himmelskartan*, för hvilken tagits under detta år sammanlagdt 100 plåtar, hvaraf 47 med *en* exposition och 53 med *tre* expositioner. Det i förhållande till antalet observationsnätter stora antalet plåtar beror delvis derpå, att från den 24 Mars i stället för de förut begagnade plåtarna från firman *C. Schleussner* användts samma firmas för en tid sedan i handeln införda „Special-Momentplatten für Sternwarten“, hvilka äro väsendtligen känsligare. Expositionstiden har vid dessa förkortats, så att plåtar, hvilkas centrum har deklination med jämnt gradtal, exponerats under 40 minuter, samt plåtarna med udda gradtal under tre gånger 20 minuter, i stället för att dessa tider vid de förra plåtarna varit 1 timme resp. tre gånger 30 minuter. Häri genom har ock arbetet kunnat påskyndas, hvad som varit särskildt önskvärdt i de delar af detta observatorium tilldelade zon, der större luckor ännu finnas att fylla, d. v. s. just i de delar som äro tillgängliga för fotografering under våren. Åtgärden har dock betraktats såsom ett undantag, då det möjligen kan hafva skäl för sig att för ett och samma arbete begagna samma slags plåtar — så vidt ske kan, ty för hvarje ny sats som prepareras variera de af samma firma levererade plåtarna, äfven om de äro försedda med samma etikett.

Af upptagningarna för *himmelskartan* återstå väsendtligen endast sådana, som kunna tagas under våren och vårvintern samt under den första timmen af hvarje observationsqväll under hösten. I öfrigt har arbetet utgjorts förnämli-gast af nyupptagningar af redan förut fotograferade regio-

ner, der de förra klichéernas ersättande med nya af olika anledningar ansetts önskvärdt. Numera kan sådant hafva betydelse äfven för konstaterande af egenrörelser genom jämförelser af äldre och nyare fotografier af samma trakt. Äfven kartfotografierna egna sig nämligen ganska väl för precisionsmätningar af stjärnpositioner.

Egenrörelser hafva med tydlighet framgått ur några nyupptagningar af en katalogplåt, hvilka doktor *Furuhjelm* under våren verkställt och för hvilkas resultat han inom kort kommer att redogöra i en särskild publikation. Den behandlade regionen är en af dem, som ingå i den redan utkomna fjärde tomen af observatoriets publikationsserie. På grund af diskussionen af det tidigare materialet funnos därför att tillgå noggranna positioner af samtliga å plåten befintliga stjärnor, härledda ur såväl denna som de densamma delvis betäckande plåtarna. Dessa positioner kunde doktor *Furuhjelm* därför lägga till grund för beräkningar af de nyupptagna plåtarnas konstanter och systematiska fel. Han har dervid funnit flera mycket intressanta resultat, men vill jag icke genom en redogörelse för dem gå honom i förväg.

Utöfver programmet för himmelskartan hafva för öfrigt endast några få fotografier tagits.

Fotograferingsarbetet har såsom hittills utförts af föreståndaren, observatorn och assistenterna, plåtarnas utveckling af observatorn magister *G. Dreijer* samt deras granskning och inordnande i observatoriets fotografiska arkiv af mig.

På det välvilliga tillmötesgående, med hvilket Universitetets myndigheter understött detta arbete, har ett nytt bevis lämnats genom bifall till mitt förslag derom, att från den 1 Augusti 1908 doktor *Furuhjelm* skulle anställas såsom underchef vid de astrofotografiska arbetena, hvilkas nuvarande omfattning fullt motiverar en sådan plats tillkomst. En ny assistent kommer därför ock att i snar framtid anställas.

I personalen har under året blott den ökning inträdt att under Maj månad fröken *A. Rancken* öfvat sig i anstäl-

landet af mätningar och beräkningar, för att från höstens början kunna regelbundet deltaga i arbetena. Under de tre första månaderna af 1908 hade vi ock förmånen se doktor *Wessel*, som tillfälligtvis då var ledig från andra uppgifter, deltaga i våra arbeten.

Mätningar.

För *stjärnkatalogen* hafva positionsmätningarna fortfarande handhafs af fröknarna *M. Biese*, *N. Helin* och *H. Stenbäck*.

Rectascensionerna för de under året mätta plåtarna ligga samtliga emellan 18 och 24 timmar; dessa plåtars antal är 26 och innehålla de sammanlagdt 11,574 stjärnpositioner, eller i medeltal 445 stjärnor på hvar plåt. Totala antalet intill utgången af Maj månad mätta positioner utgör 141,750, fördelade på 667 plåtar; enhvar af de hittills mätta plåtarna innehåller sålunda i medeltal 213 stjärnor.

Då den Helsingfors observatorium tilldelade fotografiska zonen innehåller sammanlagdt 1008 plåtar, återstå sålunda att mäta 341 plåtar eller föga mera än en tredjedel. Deraf följer emellertid icke, att blott en tredjedel af mättningsarbetet skulle återstå att utföra; ett betydligt antal af de ännu icke mätta plåtarna ligga nämligen i den stjärnrikaste trakten af zonen.

Emellertid är det af stort intresse att söka erhålla en åtminstone approximativ föreställning beträffande omfattningen af det mättningsarbete, som ännu återstår att för oss utföra. För detta ändamål har den i senaste årsredogörelse omnämnda planen att söka vinna en öfverblick öfver mängden af det återstående mättningsarbetet för katalogen genom att mäta samtliga plåtar vid en deklination af $+43^\circ$ under året fullföljts och hafva numera samtliga dessa plåtar blifvit utmätta.

För att erhålla en öfverblick öfver mättningsarbetet, det redan utförda och det ännu återstående, har nedan anförda

tabell uppställts. Deri hafva de plåtar sammanförts till en grupp, hvilkas centra ligga inom ett område af zonens bredd och af en utsträckning i rectascension motsvarande en half timme. Inom hvarje sådant område ligga 21 plåtar. De redan mätta plåtarnas antal inom gruppen anföras äfvensom summan af de stjärnpositioner, hvilka mätts å dessa plåtar. Genom division fås antalet stjärnor, en plåt af gruppen i medeltal uppvisar, och, sedan detta tal multiplicerats med antalet omätta plåtar inom gruppen, antalet positioner, som ännu torde återstå att mäta å plåtar hörande till denna grupp. Summan af alla dessa tal anger hela antalet positioner, som i enlighet med denna beräkningsgrund ännu skulle återstå att mäta. Tvänne kolumner hafva ännu tillfogats, den ena angifvande antalet stjärnor ur Bonner-Durchmusterung, som i medeltal falla inom området för en plåt af gruppen, den andra förhållandet emellan antalet stjärnor som mätts å plåten och antalet D.-M.-stjärnor å densamma. Sistnämnda tal har funnits genom division af totala antalet mätta stjärnor med totala antalet D. M.-stjärnor å de behandlade plåtarna inom gruppen.

Det bör nämnas, att talen samtliga berc på en första uppskattning, hvarför de kunna vid en definitiv statistik komma att i någon ringa grad modifieras. I hvilken mån detta kan blifva fallet, framgår ur en jämförelse med de två redan publicerade banden; för likformighetens skull hafva nämligen äfven för dessa bibehållits talen enligt de ursprungliga uppskattningarna.

Då det är önskvärdt, att uppskattningen af den återstående delen af arbetet skall kunna grundas på ett så stort material, som omständigheterna tillåta, hafva utom de intill Maj mätta plåtarna i tabellen ännu upptagits dem, som hittills under denna höst genomgåts, hvarför totala antalet för statistiken rådfrågade plåtar i denna öfversigt är 679.

Tabell utvisande det hittills utförda och det sannolikt återstående mättningsarbetet vid Helsingfors-zonen af den internationella fotografiska stjärnkatalogen.

Plåtarnas N:o	Rectascension:		Antal mätta plåtar.	Antal mätta stjärnor:		Återstå att mäta:		Stjärnor i D. M; medeltal å plåt.	Förhållande: plåt / D. M.
	från	till		Total-summa.	Medeltal för plåt.	Antal plåtar.	Summa stjärnor.		
1— 21	0h 0m	0h 25m	6	1507	251	15	3765	90	2,79
22— 42	0 30	0 55	5	1729	346	16	5536	85	4,07
43— 63	1 0	1 25	14	6060	433	7	3031	85	5,07
64— 84	1 30	1 55	20	9466	473	1	473	85	5,54
85— 105	2 0	2 25	21	8081	385	0	—	86	4,49
106— 126	2 30	2 55	21	8653	412	0	—	89	4,65
127— 147	3 0	3 25	21	6671	318	0	—	89	3,57
148— 168	3 30	3 55	21	5013	239	0	—	80	2,98
169— 189	4 0	4 25	21	4651	221	0	—	86	2,58
190— 210	4 30	4 55	21	6461	308	0	—	107	2,87
211— 231	5 0	5 25	21	7832	373	0	—	121	3,08
232— 252	5 30	5 55	21	5473	261	0	—	98	2,65
253— 273	6 0	6 25	21	6211	296	0	—	97	3,03
274— 294	6 30	6 55	21	4316	206	0	—	79	2,60
295— 315	7 0	7 25	21	3487	166	0	—	66	2,51
316— 336	7 30	7 55	21	3099	148	0	—	59	2,51
337— 357	8 0	8 25	21	2436	116	0	—	55	2,09
358— 378	8 30	8 55	21	2611	124	0	—	51	2,51
379— 399	9 0	9 25	21	2501	119	0	—	52	2,30

400—	420	9h	30m	9h	55m	21	2314	110	0	—	50	2,21
421—	441	10	0	10	25	21	2095	100	0	—	42	2,37
442—	462	10	30	10	55	21	2217	106	0	—	41	2,59
463—	483	11	0	11	25	21	1793	85	0	—	40	2,56
484—	504	11	30	11	55	21	1579	75	0	—	41	1,86
505—	525	12	0	12	25	21	1516	72	0	—	39	1,86
526—	546	12	30	12	55	21	1924	92	0	—	41	2,23
547—	567	13	0	13	25	21	1725	82	0	—	37	2,22
568—	588	13	30	13	55	21	1775	85	0	—	35	2,45
589—	609	14	0	14	25	21	2868	137	0	—	42	3,27
610—	630	14	30	14	55	21	2435	116	0	—	40	2,90
631—	651	15	0	15	25	21	2407	115	0	—	44	2,59
652—	672	15	30	15	55	16	1874	117	5	585	44	2,67
673—	693	16	0	16	25	3	487	162	18	2916	48	3,38
694—	714	16	30	16	55	4	672	168	17	2856	51	3,27
715—	735	17	0	17	25	3	720	240	18	4320	66	3,62
736—	756	17	30	17	55	3	810	270	18	4860	88	3,09
757—	777	18	0	18	25	3	853	284	18	5112	99	2,88
778—	798	18	30	18	55	3	1187	396	18	7128	100	3,95
799—	819	19	0	19	25	3	1479	493	18	8874	110	4,50
820—	840	19	30	19	55	3	2797	932	18	16776	157	5,92
841—	861	20	0	20	25	4	4322	1080	17	18360	172	6,30
862—	882	20	30	20	55	3	2343	781	18	14058	129	6,05
883—	903	21	0	21	25	3	1870	623	18	11214	150	4,16
904—	924	21	30	21	55	3	975	325	18	5850	127	2,57
925—	945	22	0	22	25	4	1286	322	17	5474	125	2,57
946—	966	22	30	22	55	3	1502	501	18	9018	116	4,34
967—	987	23	0	23	25	3	1096	365	18	6670	98	3,75
988—	1008	23	30	23	55	3	1246	415	18	7470	101	4,14

En ännu bättre öfverblick vinnes genom att sammanfatta grupperna sex och sex, då hvarje sådan större grupp kommer att omfatta alla de plåtar, hvilka skola tillhöra ett band. Sålunda erhålles följande tablå:

Band.	Rectascension:		Antal mätta:		Återstå att mäta:		Tillsammans:	
	från	till	plåtar.	stjärnor.	plåtar.	stjärnor.	Totalantal stjärnor.	Medeltal för plåt.
I	0h 0m	2h 55m	87	35,496	39	12,805	48,301	383
II	3 0	5 55	126	36,101	0	—	36,101	287
III	6 0	8 55	126	22,160	0	—	22,160	176
IV	9 0	11 55	126	12,499	0	—	12,499	99
V	12 0	14 55	126	12,243	0	—	12,243	97
VI	15 0	17 55	50	6,970	76	15,537	22,507	179
VII	18 0	20 55	19	12,981	107	70,308	83,289	661
VIII	21 0	23 55	19	7,975	107	45,596	53,571	425
	Summa . .		679	146,425	329	144,246	290,671	288

Det framgår här af, att något mera än halfva mätningarbetet redan absolverats. Då under hvart och ett af de senare åren omkring 11,500 å 12,000 stjärnor mätts och mätningen i allmänhet går snabbare i stjärnrikare trakter, samt de flesta återstående plåtarna tillhöra sådana, torde kunna slutas, att slutförandet af mätningarna kan väntas inom 12 år. Uppskattningen är dock något osäker i afseende å banden VII och VIII. der antalet redan undersökta plåtar i förhållande till de icke granskade är minst. Då förhållandena inom den trakt af himmelen, som omfattas af Bd. VIII, äro ungefär desamma som vid den af Bd. I företrädda och därför synas temligen väl kända, hänför sig osäkerheten förnämligast till Bd. VII. Detta omfattar en af de stjärnrikaste trakterna på hela himmelen, nämligen en del af Vintergatan i Svanens stjärnbild. Medan detta område, likasom hvarje af de öfriga ett band motsvarande, omfattar en åttendedel af zonen, skulle enligt ofvananförda beräkning antalet stjärnpositioner inom detsamma utgöra omkring två sjundedelar af totala antalet inom hela zonen.

I den stora tabellen anföres för hvarje grupp antalet stjärnor ur Argelander's Bonner-Durchmusterung, som i medeltal finnas å en plåt af gruppen. Likaså finnes anfördt antalet stjärnor, som i medeltal mätts på en plåt af gruppen, hvilket sistnämnda tal alltid är större, emedan plåtarna afsetts återgifva samtliga stjärnor t. o. m. 11:te storleksklassen, medan Durchmusterung blott innehåller dem af inemot 10:de. Förhållandet emellan dessa tal vexlar nu, såsom framgår af tabellen i fråga, betydligt i olika trakter af zonen. Medan det i de stjärnfattiga trakterna emellan 8^b och 13^b håller sig vid 2½ å 2 och någon gång t. o. m. sjunker derunder, stiger detta förhållande i de stjärnrika trakterna inom Vintergatan i Svanen ända till 6 och mera. Till en del kan detta förklaras derigenom, att i Durchmusterung tagits med svagare stjärnor i de stjärnfattigare trakterna än i de rika, något som hvar och en kan bestyrka, som haft anledning att med himlen jämföra olika delar af Durchmusterungs kartor. Detta räcker likväl på långt när icke till för att förklara nämnda tillväxt. Man måste därför antaga, att stjärnorna i Vintergatan, jämförda med dem i andra trakter af himlen, verka starkare fotografiskt än optiskt, hvad som skulle tyda på att de i genomsnitt taget vore senare bildade. Vår erfarenhet under zonarbetet bekräftar häri hvad af andra tidigare funnits.

Till de med mätningarna sammanhängande arbetena bör ännu räknas upprättandet af kartor, som för 16 plåtar utförts af fröknarna *Biese*, *Helin* och *Stenbäck*.

Å samtliga de plåtar som blifvit mätta, har jag förberedt arbetet genom att numrera de stjärnor, hvilka borde underkastas mätning, samt uppskatta deras storleksklass.

Beräkningar.

Tryckningen af tomen III i den serie af observatoriets fotografiska publikationer, som skall innehålla resultatet från hvarje enskild plåt, slutfördes i början af

sistlidne Juni månad och kunde tomen kort derpå utdelas. Den utgör en volym i quarto om 500+III sidor och bär titeln:

Catalogue Photographique du Ciel. Zone de Helsingfors, entre +39° et +47°. Première série: Coordonnées rectilignes et équatoriales. Tome III. Clichés de 6^h à 9^h. Helsingfors 1908.

Såsom i senaste årsredogörelse omnämndes, hafva vi derefter upptagit till bearbetande de plåtar, som tillhöra tomen II, hvilken skall omfatta samtliga plåtar med centra emellan 3^h och 6^h i rectascension. Dessa arbeten hade senaste år redan påbörjats.

Närmast förelåg slutförandet af uppgiften att härleda stjärnornas rätvinkliga koordinater, sådana de framgå direkt ur mätningarna. Redan förut hade härledts resultaten ur mätningarna i hvardera af plåtens diametralt motsatta lägen, taget för sig. För flertalet plåtar behöfliga för behandlingen af denna tom hade ock dessa rätvinkliga koordinater härledts sådana de erhållas ur mätningarna i båda lägena behandlade samtidigt, en operation använd för kontrollen och för bildande af koordinaternas definitiva värden. För de 50 plåtar, vid hvilka denna „sammanslagning till en ort“ återstod, har densamma urförts af observatorn mag. *Drejjer* samt assistenterna doktor *Furuhjelm* och studeranden *Iversen*.

Då verkningarna af refraktion och aberration redan tidigare härledts, har omedelbart kunnat vidtagas med beräkandet af plåtarnas konstanter, sådana dessa framgå på grund af de å plåten belägna stjärnor, hvilkas positioner äro kända. Stjärnornas orter hafva tagits ur de i Bonn och Lund enligt Astronomische Gesellschafts plan verkställda zonobservationerna, hvarvid Lund-zonerna tilldelats systematiska korrektioner för uppreducerande på Bonn-zonernas system.

För härledandet af nämnda systematiska korrektioner i alla rectascensioner utom dem som falla inom de två redan

publicerade banden har jag under året jämfört samtliga för Bonn och Lund-zonerna gemensamma stjärnor längs hela zonen, delat dem i lämpliga grupper och utjämnat resultaten. Slutligen har jag för de gemensamma stjärnorna deducerat definitiva positioner.

Konstantberäkningar hafva af Herrar *Furuhjelm* och *Iversen* utförts för sammanlagdt 52 plåtar och är derigenom detta arbete slutfördt för samtliga plåtar behöfliga för diskussionen af dem som tillhöra detta band.

Beräkningen af de på grund af dessa konstanter förbättrade positionerna af stjärnorna har derefter kunnat vidtaga och har varit öfverlämnad åt frökarna *Sederholm*, *Helin* och *Stenbäck*, hvilka utfört dessa kalkyler för tillsammans 70 plåtar.

Härpå har skridits till jämförelse af resultaten för samma stjärna sådana dessa framgå ur olika plåtar, i syfte att sålunda ansluta de olika nära hvarandra belägna plåtarna till hvarandra och erhålla förbättringar af konstanterna för desamma. Sådana jämförelser af två plåtar med hvarandra hafva utförts till ett antal af 88, för det mesta af Herrar *Furuhjelm*, *Iversen* och *Dreijer*, i ett par fall af mig.

Under månaderna Januari — Mars, hvarunder doktor *Wessel* deltog i våra arbeten, sysselsatte han sig med kalkyler hänförande sig till reduktionen af stjärnornas storleksklasser. I detta afseende utförde han för 78 plåtar de direkt uppskattade storleksklassernas förbättrande för de fel, som äro bundna vid stjärnans läge på plåten och bero af bildernas deformation och afstånd från fokalytan, då de befinna sig på längre afstånd från plåtens centrum. Detta arbete har jag efter doktor *Wessel's* afgang slutfört för de 45 plåtar, för hvilka arbetet borde utföras för att möjliggöra den fullständiga reduktionen af storleksklasserna å de till detta band hörande plåtarna. För de sålunda förbättrade storleksklassernas hänförande till ett så vidt möjligt enhetligt system hafva derpå samtliga för två plåtar gemensamma stjärnor jämförts med hvarandra och skilnaderna i storleksklass sammanfattats till två grupper, den ena omfattande stjärnorna t. o. m. storleken 9.5, den andra de svagare, samt för hvardera gruppen medeltalet tagits. Sådana anslutningar har doktor *Wessel* ut-

fört för 57 plåtpar. Genom kombination af resultaten ur dessa anslutningar af en plåt till samtliga de densamma delvis betäckande hafva sedermera korrektionerna för storleksklasserna å denna plåt i första approximationen härledts; detta har doktor *Wessel* utfört för 16 plåtar.

Manuskriptet till det under bearbetning varande bandet har af mig kompletterats genom sammanställandet af de allmänna, till plåten och dess reduktion sig hänförande uppgifter, hvilka i publikationen äro ställda framför dem som beträffa de enskilda stjärnorna. Dessa uppgifter, så vidt de icke bero på ännu utförda delar af reduktionerna, hafva sammanställts för alla till detta band hörande plåtar samt för dem, som behövas för de förstnämndas reduktion, inalles 140 plåtar.

I tidigare redogörelser har upprepadt varit fråga om de plåtar, hvilka af oss tagits för bestämmande af egenrörelserna hos stjärnorna inom vissa regioner af himmelen och som exponerats första gången 1897—1898 och andra gången 1904—1906. Dessa plåtar hafva numera blifvit bearbetade å astronomiska laboratoriet i Groningen och hafva i „Publications of the Astronomical Laboratory at Groningen“ resultaten af bearbetningen offentliggjorts såsom N:o 19 af denna serie under titeln:

The proper motions of 3300 stars of different Galactic Latitudes, derived from photographic plates prepared by Prof. Anders Donner, measured and discussed by Prof. J. C. Kapteyn and Dr. W. De Sitter.

Capsidæ Argentinae.

Kritische und neue argentinische Capsiden

beschrieben von

O. M. REUTER.

Meine ursprüngliche Absicht war alle in europäischen Sammlungen aufbewahrten argentinischen Capsiden, von denen ich schon ein ziemlich reiches Material zusammengestellt hatte, ausführlich zu beschreiben. Eine Augenkrankheit, die leider in vollständige Blindheit resultiert hat, hat mich genötigt, darauf zu verzichten. Ich finde es jedoch nicht unnützlich die schon fertigen Beschreibungen zu veröffentlichen, weil sie teils mehr oder weniger kritische Arten betreffen, die bisher nicht genügend genau beschrieben worden sind, teils solche, die ich als Typen neuer Gattungen aufgefasst habe, und endlich auch zwei neue noch unbeschriebene Arten.

Div. Bryocoraria.

Aspidobothrys ruficeps (Berg).

Oblongo-ovatus, niger, capite toto, solum oculis exceptis, pronoto; prostethio, pleuris mesostethii basique clavi et corii, hac angustissime, rubris, pronoto macula sat magna oblonga media discoidali, postice basin subattingente, antice

inter callos producta nigra; limbo costali corii et cunei livido; rostro rubro, apicem versus picescente, apicem coxarum anticarum attingente, articulo primo caput superante, secundo primo aequae longo, parallelo, ultimis simul sumtis secundo paullo longioribus; capite basi pronoti circiter $\frac{2}{5}$ angustiore, oculis transversim positus, vertice oculo circiter triplo latiore, apice medio obtuse impresso; antennis articulo primo extrema basi rubro, secundo latitudini verticis interoculari aequae longo et primo crassitie subaequali; pronoto latitudine basali circiter $\frac{1}{3}$ brevior, callis medio sat distantibus, disco inter callos late depresso, disco postico sat convexo, versus apicem modice declivi, laevi vel omnium obsoletissime remote punctulato; hemielytris retrorsum leviter ampliatis, sublaevibus vel omnium obsoletissime punctulatis; membrana fusca; pedibus totis nigris. ♂. Long. 6, lat. $2\frac{2}{3}$ mm.

Eccritotarsus ruficeps Berg, Hem. Arg. p. 130, 189.

La Plata, D. Dr C. Berg. (Mus. Helsingf.).

A speciebus brasiliensibus a me descriptis (vide Ann. Naturh. Hofmus. Wien, XXII, p. 33—36), macula discoidali pronoti majore, hemielytris sublaevibus, limbo costali discolori mox distinguendus.

Pachymerocerus nov. gen.

Corpus ovatum vel oblongo-ovatum, cum hemielytris convexum, nitidum; capite laevi, basi pronoti circiter dimidio angustiore, a supero viso pronoto dimidio brevior, inter antenas obtusangulariter rotundato, vertice convexiusculo, aequali; capite ob antico viso fere aequae longo ac lato, a latere viso altitudine circiter dimidio brevior, fronte fortiter declivi, convexiuscula, clypeo perpendiculari, sat prominente, a latere viso subparallelo, basi a fronte bene discreto, ipsa basi in medio vel mox supra medium capitis a latere visi posita, angulo faciali recto, genis altissimis, gula valde obliqua; rostro medium mesosterni paullo superante, articulo primo basin capitis attingente, secundo duobus ultimis parum brevior, his longitudine subaequalibus; antennis mox supra apicem oculorum interne insertis, articulis duobus primis validis,

crassitie aequalibus (♂) vel secundo primo paullo graciliore (♀), primo apicem clypei vix attingente et latitudini verticis interoculari longitudine subaequali vel hac brevior, secundo primo magis quam duplo longiore; pronoto leviter transverso, apice quam basi fere $\frac{2}{3}$ angustiore, strictura apicali optime discreta, hac articulo primo antennarum graciliore, callis minutis, ne minime quidem convexis, transversis, tertiam apicalem partem pronoti haud superantibus, usque in latera extensis et marginibus levius impressis, disco pone callos sat fortiter convexo, versus apicem sat fortiter declivi, utrinque ad angulos posticos levissime impresso, margine basali latissime rotundato, basin scutelli obtegente; scutello pronoto fere dimidio brevior, impressione magna triangulari basali instructo; hemielytris convexiusculis, lateribus late rotundatis, embolio lineariter incrassato, reflexo, cuneo fortiter declivi, latitudine basali parum longiore; membrana area magna triangulari; coxis anticis brevibus; pedibus mediocribus, tibiis muticis, tarsis articulo primo fisso, secundum fere ad medium includente, hoc tertio longitudine subaequali, tertio elongato, versus apicem modice dilatato.

Genus corpore cum hemielytris convexo et nitido, capite parvulo, rostro breviusculo, antennarum articulis duobus basilibus valde incrassatis, secundo latitudine capitis longiore, pronoto basin versus fortiter dilatato et convexo, strictura apicali distinctissima articulo primo antennarum multo graciliore, callis minutis parum distinctis optime distinguendum.

Typus generis: *Ecclitotarsus fairmairei* Stål.

Pachymerocerus purpurissatus (Berg).

Purpureo-rufus, nitidus, capite, antennis, strictura apicali callisque pronoti, pectore, abdomine, coxis basique femorum, scutello, clavo, basi limboque corii interiore juxta suturam clavi usque in angulum interiorem cunei membranaque nigris; tibiis anticis saepe apicem versus tarsisque lividis, apice earum articuloque ultimo tarsorum nigro-fuscis; vertice oculo fere $2\frac{2}{3}$ latiore; articulo primo antennarum latitudini oculi a supero visi aequo crasso, latitudine interoculari ver-

ticis paullo brevioribus, basi tenuiter constricta pallido, secundo primo aequae (σ^7) vel fere aequae (φ) crasso, primo paullo magis quam duplo (φ) vel duplo et dimidio (σ^7) longiore; pronoto disco postico dense punctulato; scutello hemielytrisque tenuiter cinereo-pubescentibus, his laevibus. $\sigma^7 \varphi$. Long. $3\frac{1}{4}$, lat. hemielytrorum $1\frac{1}{2}$ mm.

Eccritotarsus purpurissatus Berg. Hem. Argent., 1879, p. 131, 292.

Buenos Ayres, 2 spp., Cotypi auctoris (Mus. Helsingf.).

Pachymerocerus erythronotus Bergr.

Purpureus, nitidus, capite, antennis abdomineque nigris, clavo membranaeque fusco-nigricantibus, tarsis lutescentibus, articulo ultimo nigro-fusco; vertice oculo circiter $2\frac{3}{4}$ latiore; articulo primo antennarum apice latitudini oculi a supero visi aequae crasso (φ) vel crassiore (σ^7), latitudine interoculari verticis brevioribus (φ) vel huic aequae longo (σ^7), basi tenuiter constricta pallido, secundo aequaliter incrassato, solum ima basi extremoque apice graciliore, primo circiter duplo et dimidio longiore et hoc paullo graciliore (φ) vel huic aequae crasso (σ^7), nonnihil compresso; pronoto disco postico sublaevi; scutello hemielytrisque tenuissime cinereo-pubescentibus. $\sigma^7 \varphi$. Long. $3\frac{4}{5}$ —4, lat. hemielytrorum $1\frac{2}{3}$ mm.

Eccritotarsus erythronotus Berg, Hem. Arg., Add. et Emend., 1884, p. 81.

Buenos Ayres, 5 spp. e collectione Signoreti (Mus. Vindob.).

Caulatops ¹⁾ *puncticollis* Bergr.

Oblonga, capite apiceque pronoti rufescentibus, pronoto cetero, prosterno, articulo primo antennarum, rostro pedibusque cum coxis pallide ochraceis, articulo ultimo tarsorum fusco; scutello et hemielytris obscure grisescenti-cyaneis, griseo-pubescentibus, embolio pallido, sordide lutescente; meso-

¹⁾ Hoc genus in Ann. Naturh. Hofmus. Wien, XXII, p. 136 accurate descripsi.

et metastethio nec non abdomine nigricantibus; capite basi pronoti vix $\frac{1}{6}$ angustiore, ab antico viso latitudini frontis aequae longo, vertice horizontali, oculo quadruplo latiore, genis oculis altioribus; oculis fuscis, sat parvulis, sat fortiter retrorsum vergentibus; pronoto latitudine circiter $\frac{1}{3}$ brevior, lateribus levissime sinuatis, callis mediocribus retrorsum obliquis, medio sat late distantibus, disco postico subhorizontali, transversim convexiusculo, crebre sat fortiter punctato, utrinque ad angulum basalem impresso; hemielytris laevigatis, membrana cum venis aequaliter griseo-fumata. ♂. Long. $3\frac{2}{3}$, lat. hemielytrorum $1\frac{2}{5}$ mm.

Bergr. Wien. Ent. Zeit. XVII, 1898, p. 33.

Buenos Ayres, 1 ♂ *specimen typicum* (Mus. Helsingf.).

Div. Miraria.

Dolichomiris Reut.

Öfv. Finska Vet. Soc. Förh. XXV, 1882, p. 29. Ann. Soc. ent. France LXI, 1892, p. 392. Öfv. Finska Vet. Soc. Förh. XLIV, 1902, p. 158. *Eioneus* Dist. Biol. Centr.-amer., Rhynch. Heter., p. 416.

Corpus valde elongatum, parallelum, glabriusculum; capite porrecto, horizontali, latitudine longiore, a supero viso pronoto haud vel parum brevior, vertice sulco longitudinali instructo, fronte apice ultra basin clypei in lobulum acutangulariter prominulum producta; capite a latere viso fere parallelogrammico et altitudine saltem duplo longiore, clypeo fortiter prominente, margine antico sub angulo acutiusculo retrorsum vergente, basi a fronte impressione acuta discreto, angulo faciali obtuso, gula peristomio aequae longa, horizontali; oculis parum excertis, a supero visis pronoto contiguis, semi ovalibus, a latere visis orbicularibus, orbita interiore apicem versus fortiter divergentibus; rostro articulo primo longitudine capitis; antennis sat longe ante oculos insertis, articulo primo longo, secundo primo haud duplo longiore et duobus ultimis simul sumtis brevior, basin versus incrassato;

pronoto scutelloque inpunctatis, horizontalibus, linea media subelevata longitudinali instructis, illo latitudine basali longiore, lateribus acutis, antice vel totis marginatis, margine basali profunde arcuato-sinuato, apice dimidia basi latiore, strictura apicali destituto; scutello basi detecto; cuneo valde elongato, fractura ejus longe infra angulum interiorem basalem membranae posita; membrana biareolata, areola majore valde elongata, angulo interiore apicali fortiter acuta; coxis anticis brevibus, basin mesosterni vix attingentibus; mesosterno longo, horizontali; metastethio orificiis rimam tenuem transversalem formantibus, hac rima antice late et alte, postice tenuissime marginata; femoribus linearibus, tibiis anterioribus interne spinulosis.

Genus structura capitis, antennarum et pronoti mox distinguendum.

Dolichomiris costicollis (Berg).

Pallide stramineus, opacus, capite linea percurrente lineisque duabus lateralibus, pronoto lineis duabus mediis percurrentibus valde appropinquatis fuscis; scutello fuscescente, carina media marginibusque flavidis; inferne adhuc pallidior, utrinque vitta tenui laterali capitis, pectoris saepeque etiam ventris obscure sangvineae; rostro coxas intermedias attingente; antennis articulis duobus basalibus dilute fulvis, rufo-irroratis et punctatis, articulo primo capite et pronoto simul sumtis distincte paullo longiore, brevissime puberulo, secundo primo circiter dimidio longiore, tertio basali aequae longo; pedibus puberulis, tibiis posticis laete rufis. ♂ ♀. Long. 7—8, lat. 1—1 $\frac{1}{4}$ mm.

Miris costicollis Berg, Hem. Arg., p. 118, 148. — *Trigonotylus* id. Berg, Add. et Emend. Hem. Arg., p. 63, 65. — *Dolichomiris* id. Reut., Öfv. Finska Vet. Soc. Förh. XLIV, p. 159.

Argentina: Buenos Ayres. Specimen cum typo ab auctore comparatum (Mus. Helsingf.).

A *D. lineari* Reut. antennis aliter constructis, non nisi omnium brevissime puberulis oculisque minoribus mox distin-

guendus. Caput a supero visum latitudine basali cum oculis saltem $\frac{1}{3}$ longius, vertice (♀) oculo magis quam duplo latiore. Oculi parvuli, feminae a latere visi medium altitudinis capitis haud attingentes. Pronotum lateribus totis anguste marginatis. Scutellum sulco transversali prope basin instructum. Membrana brevis et angusta, apicem cunei solum paullo superans.

Stenodema insuave (Stål).

Elongatum, albicans vel pallide griseo-flavescens, nitens; capite utrinque lateribus, pronoto utrinque vitta laterali corporeque inferne utrinque vitta laterali percurrente fuliginosis, corio interne magis minusve fuscescente; capite a supero viso latitudine cum oculis fere dimidio longiore, apice frontis basi clypei altiore, perpendiculari; capite a latere viso altitudine basali fere duplo longiore; clypeo basi a fronte impressione sub obtusa discreto; antennis corpori, hemielytris exceptis, longitudine subaequalibus, fuscis, articulo primo saepe albido, pronoto fere aequae longo, dense molliter longius fusco-piloso, pilis crassitiei articuli longitudine aequalibus vel subaequalibus, secundo primo $2\frac{2}{5}$ (♀)— $2\frac{1}{2}$ (♂) longiore, solum basi pilosulo (♂) vel ultra medium, basi longius apicem versus sensim brevius fusco-piloso (♀), articulis duobus ultimis simul sumtis secundo paullo brevioribus, quarto tertio circiter $\frac{3}{7}$ brevioribus; pronoto latitudini basali aequae longo. lateribus sinuatis, apice dimidia basi paullo latiore, disco parce sat subtiliter punctato, linea longitudinali laevigata parum distincta; scutello pronoto paullo brevioribus, parce punctato, apice carinula longitudinali instructo; hemielytris pronoto aequae latis, abdomen parum superantibus, obsolete parce punctulatis, membrana albicante; femoribus posticis apice haud constrictis, tibiis posticis subrectis, pilis exsertis albidis crassitiei tibiae distincte longioribus pilosis (♀) vel solum pilis brevissimis asperulis (♂); tarsis posticis articulo primo duobus ultimis simul sumtis fere longiore. ♂ ♀. Long. 7—10, lat. $1\frac{3}{4}$ —2 mm.

Miris insuavis Stål, Rio Jan. Hem. I, p. 45, 1. Berg, Hem. Arg., p. 117, 145.

Brasilia: Rio de Janeiro, sec. D. Stål; Argentina: Buenos Ayres (Mus. Helsingf., coll. Sign.); Uruguay: Montevideo (coll. Sign.); Tierra del Fuego, sec. Berg.

Species ab omnibus reliquis corpore nitidissimo, pronoto scutelloque parce punctatis structuraque tarsorum mox distinguenda. Color variabilis, albido-testaceus — nonnihil fuscens. Caput interdum apice fuscens (sec. Berg).

Stenodema dohrni (Stål).

Elongatum, capite a supero viso latitudine postica cum oculis paullo longiore, fronte supra basin clypei ne minime quidem prominula, apice clypeo paullulum altiore, clypeo a fronte impressione obtusissima discreto; antennis corpore fere longioribus, articulo primo capite a supero viso parum longiore, dense subtiliter pubescente, pilis exsertis destituto, reliquis subglabris, secundo lineari, primo circiter duplo longiore et duobus ultimis simul sumtis distincte brevioribus; pronoto latitudine postica fere $\frac{1}{3}$ brevioribus, apice dimidia basi distincte latiore, disco horizontali, dense sat subtiliter punctato, linea media longitudinali laevigata distincta, callis sat elevatis, medio antice cum area laevigata transversali confluentibus, hac linea ante apicali transversim impressa terminata; scutello crebre punctato, linea laevigata longitudinali instructo; hemielytris pronoti latitudine, abdomini aequae longis (φ); femoribus posticis apice haud constrictis, tibiis posticis rectis, pilis tenuibus sub angulo acuto exsertis parcius pilosis, his pilis crassitie tibiae fere longioribus; tarsis posticis articulo tertio primo circiter $\frac{1}{4}$ brevioribus. ♀. Long. 6—7; lat. $1\frac{1}{2}$ — $1\frac{4}{5}$ mm.

Miris Dohrni Stål, Freg. Eug. resa, Hem., p. 254, 88. Berg, Hem. Arg., p. 118, 147. Nova, Hem. Arg. et Urug., p. 78, 96.

Patagonia: (Coll. Sign.) Port Famine (Mus. Holm.).

St. holsato (Fall) affine, differt statura magis elongata, antennis cepiteque nonnihil longioribus, pronoto brevioribus,

hemelytris pronoto haud latioribus. Colore nonnihil varians. Plerumque dilute griseo-flavescens, lateribus capitis, pronoto, linea media longitudinali lateribusque exceptis, scutello, linea longitudinali excepta, hemelytrisque fuscescentibus, his limbo lato laterali pallido; in ferne cum pedibus griseo-flavescens, pectore utrinque vitta fuscescente signato, femoribus seriatim fusco-punctatis. Sec. D. Berg hemelytra interdum sordida fuscescentia unicolora, caput nigricans. Mas quam femina angustior et plerumque obscurior, articulo primo antennarum crassiore et saepe nigricante.

Ophthalmomiris Reut. et Berg.

Berg., Add. et Emend. Hem. Arg., p. 64.

Corpus elongatum, duriusculum; capite breviusculo et latiusculo, a supero viso latitudine cum oculis paullo brevior et pronoto circiter $\frac{2}{3}$ brevior, vertice horizontali, sulco longitudinali instructo, fronte apicem versus sensim declivi; capite a latere viso altitudine basali parum longior, clypeo retrorsum vergente, basi cum fronte subconfluente, angulo faciali recto, genis humilibus, gula horizontali; oculis subbasalibus, granulatis, magnis, a supero visis orbicularibus, a pronoto leviter remotis, a latere visis in genas longe extensis, orbita interiore in vertice late rotundatis, dein fortiter sinuatis; rostro coxas posticas attingente — subsuperante; antennis ante sinum orbitae interioris oculorum insertis, articulo primo elongato, levissime incurvato; pronoto capite longior, latitudini posticae fere aequae longo, apice quam basi dimidio angustior, utrinque ad angulum apicalem impresso, lateribus levissime bisinuatis, marginibus acutiusculis, margine basali subtruncato, disco postico punctato, sat convexo et antrorsum sat declivi, callis distinctis, transversis, medio distantibus, $\frac{2}{3}$ apicales pronoti haud superantibus; scutello pronoto brevior, punctato; hemelytris duriusculis, in distincte ruguloso-punctulatis, brevissime puberulis, cuneo oblongo-triangulari, fractura longe infra angulum interiorem basalem membranae posita, membrana biareolata, areola majore valde elongata, angulo apicali interiore acuto; meso-

sterno sat convexo; metastethio orificiis sat magnis, obliquis, interne longius, externe brevius marginatis; coxis anticis brevibus, basin mesosterni vix superantibus; pedibus pilosis, femoribus posticis ubique aequae crassis, tibiis posticis subrectis, tarsis posticis articulo primo duobus reliquis simul sumtis longitudine subaequali.

A genere *Stenodema* Lap., Reut., cui affinis, structura capitis et oculorum, disco postico pronoti versus callos fortius convexo-declivi, mesosterno magis convexo, orificiis metastethii aliter constructis divergens.

Ophthalmomiris reuteri Berg.

Pallide luteus vel flavo-testaceus, antennis, capite apice et collo, pronoto utrinque vitta lata retrorsum latiore, hemielytris interne, mesosterno, dorso abdominis, ventre utrinque vitta percurrente laterali sordide rubris, lurido-fuscis vel rufescenti-fuscis; pedibus virescenti-testaceis, tibiis apicem versus tarsisque, necnon interdum margine antico femorum posteriorum luteis vel picescentibus. Long. $8\frac{1}{2}$ —9, lat. $1\frac{4}{5}$ mm.

Ophthalmomiris Reuteri Berg, Add. et Emend. Hem. Arg., p. 65, 66.

Argentina: Buenos Ayres (Mus. Vindob.); Uruguay, sec. D. Berg.

Caput maris vertice inter oculos oculo distincte angustiore. Antennae corpori aequae longae, articulo primo pronoto parum brevior, sat parce longius pilosae, interne et inferne flavido, superne et externe obscure rubro, sequentibus rufescenti-fuscis, brevissime pubescentibus, secundo primo circiter $2\frac{2}{3}$ longiore. Pronotum crebre punctatum. Scutellum parcius punctatum. Hemielytra parcius obsolete punctata.

Collaria Prov.

Canad. Nat. IV, 1872, p. 79. — *Trachelomiris* Reut., Öfv. Vet. Ak. Förh. 1875, N:o 9, p. 61. *Nabidea* Uhl., Proc. Bost. Soc. Nat. Hist. 1878, p. 397.

Corpus elongatum, opacum; capite porrecto, a supero viso pronoto saltem aequae longo, cum oculis basi pronoti aequae lato vel hac paullo angustiore; oculis fere in medio laterum capitis positus, excertis, a supero visis orbicularibus; vertice inter oculos impressione transversali et sulco tenui medio longitudinali instructo, collo pone oculos subparallelo; capite a latere viso altitudine longiore, ad oculos nonnihil dilatato, fronte leviter declivi, clypeo prominente, nitido, basi tumidula et arcuata, cum fronte confluyente et in plano apicali hujus posita, margine antico perpendiculari, angulo faciali recto, genis sat altis, bucculis sat elevatis, gula longa, horizontali; rostro apicem coxarum posticarum subattingente, articulo primo caput paullo superante; antennis gracilibus, articulo primo capite brevioribus vel huic longitudine subaequali, tribus ultimis gracilibus, secundo lineari, primo magis quam duplo — triplo longiore et duobus ultimis simul sumptis brevioribus; pronoto $2\frac{2}{5}$ — $3\frac{3}{7}$ anticis constricto, dein basin versus ampliato, margine basali truncato, angulis basalibus saepe subreflexis, disco postico plerumque altius convexo, callis elevatis, ubique bene determinatis, suborbicularibus, medium longitudinis pronoti subattingentibus, margine postico rotundatis, medio disjunctis; apice pronoti basi dimidio vel fere dimidio angustiore, strictura spuria a margine antico callorum formata, angulis anticis nodulo instructis, lateribus sat obtusis, antice ad callos crasse et breviter marginatis; scutello basi detecto, basi utrinque foveola marginali instructo; hemielytris cuneo elongato-triangulari, fractura ejus sat longe infra angulum interiorem basalem membranae posita, membrana biareolata, areola majore elongata, parallela, angulo ejus interiore apicali obtuso; xypho prosterni triangulari, plano, lateribus marginato; mesosterno convexiusculo, metastethio rima orificiorum transversali tenui, angulo ejus exteriori in tuberculum alte elevato; coxis anticis brevibus;

femoribus longis linearibus, tibiis spinulis destitutis, tarsis posticis articulo primo duobus ultimis simul sumtis saltem aequae longo, terebra feminae medium ventris haud attingente.

Genus structura capitis et pronoti, oculis fere in medio laterum capitis positus facillime distinguendum.

Collaria scenica (Stål, Berg).

Superne obscure fusca vel nigro-fusca, breviter pallido-pilosula, capite medio magis minusve testaceo; pronoto marginibus apicali et basali, linea percurrente longitudinali mediana maculaque utrinque ad angulum basalem testaceis, hac macula maculam aliam aterrimam includente; apice scutelli maculisque obsoletis partis basalis corii testaceis; hemielytris limbo tenui exteriori corii et cunei maculaque communi marginis apicalis corii basalisque cunei lividis; pectore fusco vel nigro-fusco, ventre livido, pallido-pilosulo, lateribus nigro-fusco limbato; antennis flavo-testaceis, parcius et brevius semi-adpressim pilosis, articulo primo capite a supero viso circiter $\frac{2}{5}$ brevior, basi et apice nigro-fusco, secundo primo circiter $2\frac{3}{4}$ longior, apicem versus cum ultimis nigro-fusco; pedibus flavo-testaceis, longe pilosis, femoribus seriatim fusco-maculatis, tarsis articulo ultimo fusco; capite basi pronoti perparum angustiore, vertice (φ) oculo paullo minus quam dimidio angustiore; pronoto disco postico leviter convexo, crebre punctato, angulis basalibus reflexis; hemielytris feminae abdominis longitudine. ♀. Long. 6, lat. $1\frac{2}{5}$ mm.

Miris scenicus (pars) Stål, Freg. Eug. resa, Hem., p. 254, 90 (1859). Berg, Hem. Arg., p. 118, 146, sec. spec. auctoris.

Argentina: Buenos Ayres (Mus. Helsingf. et Vindob.).

Div. Capsaria.

Phytocoris pallidus Berg.

Pallide sulphureus, sat longe flavo-pubescens; strictura apicali pronoti utrinque punctis duobus lateralibus fuscis notata, scutello lineis duabus longitudinalibus percurrentibus mediis tenuibus parallelis fuscescentibus, his vittam tenuem pallidam includentibus, membrana hyalina, venis pallide sulphureis, versus apicem griseo-irrorata; ventre seriatim fuscescenti-maculato; femoribus posticis versus apicem dilute fuscescenti-conspurcatis, tibiis innotatis, pallido-spinulosis; antennis colore corporis, articulo primo pronoto paullulum longiore, robusto et secundo fere duplo crassiore, longe pubescente sed setis rigidis destituto, secundo primo duplo longiore; capite a latere viso altitudini basali fere aequae longo, clypeo usque a basi in angulum rectum prominente, basi ejus alte, fere in $\frac{1}{5}$ basali altitudinis a latere visae posita. ♂. Long. $5\frac{1}{3}$, lat. $1\frac{2}{3}$ mm.

Resthenia pallida Berg, Hem. Arg., p. 291. — *Phytocoris? pallidus* Berg; Add. et Emend. Hem. Arg., p. 70.

Plura specimina legit D. Jensen-Haarup (Mus. Helsingfors).

Caput basi pronoti circiter $\frac{2}{5}$ angustius, a supero visum pronoto parum brevius, ab antico visum latitudine verticis oculique unici parum longius, clypeo retrorsum vergente; vertice oculo paullulum magis quam dimidio latiore (♀). Oculi fusco-nigri, granulati, a supero visi suborbiculares (♀). Rostrum apicem coxarum posticarum attingens. Antennae articulo secundo margine basali pronoti circiter $\frac{3}{7}$ longiore. Tibiae spinulis concoloribus, tenuissimis, setiformibus, crassitie tibiae sat multo longioribus.

Garganus flavovarius n. sp.

Piceo-niger, tenuiter flavicanti-pubescens, nitidulus; pronoto vitta media discoidali maculaque utrinque pone callos transversali, marginem lateralem attingente, scutello, basi excepta, clavo vix tertia parte apicali, corio commissura, mar-

gine toto exteriori, vitta lata marginali $\frac{3}{5}$ basales occupante maculaque sat magna subquadrata anguli exterioris, cuneo, apice excepto, pectore marginibus acetabulorum, ventre disco femoribusque dimidio basali stramineis; antennis rufo-ferrugineis, articulo secundo ante medium annulo lato stramineo, magis quam $\frac{2}{5}$ apicalibus nigris et levissime incrassatis (ultimi desunt), articulo primo pronoto capiteque simul sumtis solum paullo et articulo secundo paullo magis quam $\frac{2}{5}$ brevior, femoribus apicem versus late fusco-ferrugineis, tibiis tarsisque stramineis, illis sat tenuiter nigro-spinulosis. ♀. Long. 5, lat. $1\frac{1}{2}$ mm.

Unicum specimen legit D. Jensen-Haarup (Mus. Helsingfors).

Caput basi pronoti circiter $\frac{1}{4}$ angustius, a superno visum latitudine circiter $\frac{3}{7}$ brevius, vertice (♀) oculo aequo lato, utrinque impressione rotundata instructo; ab antico visum latitudini cum oculis aequo longum, loris arcuatis. Rostrum flavo-ferrugineum, segmentum secundum ventrale attingens. Antennae articulo secundo margine basali pronoti circiter dimidio longiore. Pronotum latitudine basali circiter $\frac{2}{5}$ brevius, marginibus lateralibus latissime sinuatis, disco versus apicem leviter declivi, strictura apicali callisque circiter $\frac{2}{5}$ apicales occupantibus, illa articulo primo antennarum aequo crassa, margine basali medio latissime subtruncato. Scutellum basi detectum. Hemielytra commissura scutello duplo longiore. Membrana obscure fuliginosa, areola minore maculaque ad apicem cunei dilutioribus.

An *Ichnias saltensis* Berg, An. Soc. Cient. Arg., XXXIV, 1892, p. 193?

Poecilosectus ocellaris Sign.

Capsus ocellaris Sign., Ann. Soc. Ent. Fr. (4) III, 1863, p. 527, sec. spec. typ.

Resthenia picea Berg, Anal. Soc. Cient. Arg. VI, 1878, p. 275, 158. — Hem. Arg. p. 125, 158.

Poecilosectus id. Berg, Addenda et Emend. Hem. Argent., p. 76, 81, sec. spec. typ. Nov. Hem. Arg. et Urug., p. 91, 114.

In *Xanthio spinoso*, sec. D. Berg. Chili (Mus. Vind.). Uruguay: Montevideo, sec. D. Berg; Argentina: Buenos Ayres, los Conchas, Chascomus, el Tandil, sec. D. Berg (Mus. Helsingfors).

Species colore maxime variabilis:

Var. variegata m.: Inferne tota straminea, superne straminea, vertice maculis duabus marginis postici, fronte maculis duabus magnis semi-ovalibus marginibusque clypei, pronoto plagis duabus magnis disci postici saepe confluentibus, scutello, macula magna ovali apicali excepta, clavo interne, corio, basi limboque exteriori exceptis, nec non disco cunei picescenti-fuscis; antennis articulo primo nigro, secundo stramineo, apicem versus cum ultimis nigricante; pedibus stramineis, femoribus annulis duobus ante apicalibus fusciscentibus, tibiis fusco-spinulosis, tarsorum articulo ultimo nigro-fusco; venis membranae dilute fumatae stramineis. ♀.

Var. limbata m.: Inferne nigricans, marginibus segmentorum anguste stramineis; superne nigra, capite macula verticis utrinque ad oculum maculisque nonnullis apicalibus, margine basali pronoti tenuiter (saltem feminae, maris plerumque concolore), apice scutelli, limbo exteriori commissura brevi margineque apicali corii, limbo laterali (♀) vel solum apice vel apice margineque interiore (♂) cunei stramineis, venis membranae fumatae sordide flaventibus; antennis nigris, articulo secundo medio plerumque late fusco-ferrugineo; pedibus stramineis, femoribus medio annulisque duobus ante-apicalibus, tibiis basi anguste tarsisque nigro-piceis, his articulo secundo fusco-ferrugineo. ♂ ♀.

Var. picea: Nigra vel nigro-picea, capite macula utrinque verticis ad oculum, macula utrinque ad basin clypei interdumque etiam vittula media frontis, scutello feminae apice (maris saepe toto concolore), corio angulo apicali, cuneo apice venisque membranae sordide stramineis, cuneo interdum toto rufescenti-piceo, antennis ut in praecedente; femoribus saepe totis piceis, tibiis tarsisque ut in praecedente. ♂ ♀.

Caput basi pronoti circiter $\frac{1}{3}$ angustius, ab antico visum latitudini cum oculis (♀) vel latitudini verticis oculique unci (♂) aequae longum; vertice oculo circiter dimidio (♂) vel duplo (♀) latiore. Rostrum coxas posticas attingens. An-

tennae articulo secundo margini basali pronoti aequae longo (♀) vel hac longiore (♂). Pronotum latitudine basali circiter $\frac{1}{3}$ brevius, disco postico crebre transversim strigoso; callis sat elevatis, marginibus eorum omnibus fortius impressis. Scutellum strigosum. Hemielytra dense subtiliter punctulata. ♂ ♀. Long. $3\frac{1}{2}$ — $4\frac{1}{3}$, lat. $1\frac{1}{2}$ — $1\frac{2}{3}$ mm.

Div. Restheniaria.

Heteroscytus nov. gen.

Corpus oblongum, leviter nitidulum, superne subglabrum; capite verticali, basi pronoti fere $\frac{2}{5}$ angustiore, a supero viso pronoto fere dimidio brevior et strictura apicali hujus distinctissime latiore, longitudine sua duplo latiore, margine antico obtusangulariter rotundato, vertice modice lato, immarginato, sulco longitudinali destituto; capite ab antico viso latitudini cum oculis aequae longo, loris haud prominentibus, a latere viso altitudine sat multo brevior, fronte convexiuscula, apicem versus perpendiculari, clypeo sat fortiter prominente, basi ejus in medio capitis a latere visi posita, margine antico basi arcuato, dein perpendiculari, angulo faciali recto, loris inferne vix discretis, genis oculo aequae altis, gula brevissima; oculis mediocribus, laevibus, pronoto contiguis, excertis, a supero visis sub-orbicularibus vel levissime transversis, margine interiore versus apicem sat fortiter divergentibus et leviter sinuatis; rostro apicem coxarum posticarum attingente, articulo primo medium xyphi prosterni attingente; antennis sat gracilibus, subtilissime et brevissime nigro-pubescentibus, ad apicem oculorum interne insertis, articulo primo capite ab antico viso brevior, secundo circiter $\frac{2}{5}$ basalibus lineari, dein versus apicem incrassato, apice articulo primo aequae crasso, duobus ultimis simul sumtis secundo aequae longis, tertio basi secundi aequae crasso; pronoto trapeziformi, latitudine basali circiter $\frac{1}{4}$ brevior, apice quam basi dimidio angustiore, strictura apicali medio articuli primi antennarum parum crassior, lateribus gracilior, callis transversis,

strictura longioribus, tertiam apicalem partem longitudinis pronoti haud superantibus, medio sat leviter distantibus, in latera minus longe extensis, limbo laterali extra callos optime distinguendo, margine ejus sat obtuso, lateribus immarginatis, fere ad medium usque levius, dein fortius ampliatis, medio sinuatis, angulis basalibus subrectis, margine basali medio truncato, versus angulos obliquato, disco postico leviter convexiusculo, versus callos leviter declivi; scutello planiusculo, pronoto, strictura apicali hujus excepta, aequae longo, basi detecta; hemielytris lateribus pone medium corii levissime ampliatis, vena clavi elevata, clavo extra venam suturam versus declivi, commissura clavi scutello aequae longa, cuneo subhorizontali, latitudine basali paullo longiore, fractura sat longe infra angulum interiorem basalem membranae posita, membrana biareolata, areola majore angulo interiore apicali subrecto; areola alarum hamo tota destituta; xypho prosterni lateribus marginato; mesopleuris externe carina obliqua aream anteriorem apicalem terminante instructis; metastethio utrinque inter coxas intermedias et posticas rima nonnihil antrorsum vergente et sulco nonnihil retrorsum vergente, cum illa angulum acutum formante; coxis anticis medium mesosterni haud attingentibus; femoribus linearibus; tibiis subglabris, tenuiter distincte spinulosis, spinulis crassitiei tibiae longitudine subaequalibus; tarsis articulo primo reliquis paullo sed distincte crassiore posticis margine inferiore articuli secundi eodem primi solum paullo brevioribus.

Genus structura antennarum, pronoti et tarsorum bene distinctum, a gen. *Eurylomata* m., (typus: *Phytocoris gayi* Blanch.) cum quo lateribus pronoti sinuatis areolaque alarum hamo destituta congruit, oculis excertis, antennis aliter constructis, pronoto longiore et minus transverso, limbis ejus lateralibus antice ad callos immarginatis, articulo secundo tarsorum posticorum primo solum paullo brevioribus divergens.

Heteroscytus multifarius (Berg).

Niger, levissime nitidulus, loris, genis et bucculis, vertice marginibus ad oculos tenuiter maculaque mediana magis

minusve distincta, interdum deficiente, pronoto strictura apicali, limbis lateralibus antice ad callos vittaque tenui mediana discoidali, saepe postice abbreviata, scutello parte apicali, angulis basalibus exceptis, corio macula apicali in marginem exteriorum oblique producta, macula laterali segmenti ultimi abdominis, nec non meso- et metapleuris saturate aurantiacis, his saepe disco late nigris. Long. $5\frac{1}{2}$ — $6\frac{1}{2}$, lat. 2 mm.

Resthenia multifarior Berg, Hem. Arg., 1879, p. 292, 377.

Resthenia (Resthenia) multifaria Berg, Add. et Emend. Hem. Arg., 1891—1892, p. 80, 99.

Argentina, D. Berg (Coll. Signoret).

Caput vertice oculo fere duplo latiore. Antennae articulo primo capite ab antico viso circiter $\frac{1}{3}$ brevior, secundo primo vix duplo longior et margini basali pronoti aequo longo, tertio secundo circiter $\frac{1}{3}$ brevior, quarto tertio iterum $\frac{1}{3}$ brevior. Membrana nigricans. Alae albido-hyalinae, vivaciter iridescentes.

Div. Cyllocoraria.

Hyperrhinocoris nov. gen.

Corpus oblongum (σ) vel ovale (φ), nitidum, laeve, tomento facile divellendo dense vestitum; capite fortiter nutante, pronoto angustiore, ante oculos angulato, vertice strii duabus obliquis antrorsum vergentibus impressis, maris angusto, feminae modice lato; capite ab antico viso sat fortiter (φ) vel valde (σ) transverso, fronte cum basi clypei confluyente, basi clypei apicem capitis formante; capite a latere viso altitudine brevior, clypeo toto usque a basi retrorsum vergente, late compresso, parallelo, margine ejus antico marginem inferiorem capitis formante, angulo basali clypei recto, gula brevi, erecta, genis angustis (σ) vel mediocribus (φ); oculis exsertis, modice granulatis, orbita interiore sinuatis, maris maximis, valde convexis; rostro sat gracili, apicem coxarum anticarum paullo superante, articulis secundo et tertio aequo longis, quarto tertio nonnihil brevior; antennis ad apicem

oculorum interne insertis, articulo primo apicem clypei haud superante, secundo lineari, latitudine capitis parum (σ) vel paullo (φ) longiore; pronoto fortiter transverso, trapeziformi, lateribus rectis vel ante basin obsolete sinuatis, disco postico versus apicem convexo-declivi, marginibus callorum impressis, apice quam basi paullo (σ) vel distincte (φ) latiore, stricture apicali destituto, margine basali recto; scutello pronoto fere aequae longo, parte basali detecta, declivi, apicali horizontali; hemielytris lateribus parallelis (σ) vel leviter rotundatis (φ), abdomen sat longe superantibus, commissura clavi scutello parum longiore, cuneo sat leviter declivi, latitudine basali parum (φ) vel modice (σ) longiore, membrana biareolata, apice areolae majoris angusto; areola alarum hamo destituta; xypho prosterni marginato; orificiis metastethii angustis; pedibus mediocribus, tibiis spinulosis, tarsis articulo primo secundo fere duplo longiore, tertio primo aequae longo, ungviculis late arcuatis, aroliis liberis, conniventibus.

Genus ab omnibus mihi cognitis clypeo toto usque a basi retrorsum vergente, late compresso, parallelo, vertice strigis duabus obliquis antrorsum convergentibus instructo, rostro brevi, oculis maris maximis corporeque dense tomentoso, nec non structura tarsorum facillime distinguendum.

Hyporhinocoris tomentosus n. sp.

Mas et femina discolores; *mas*: superne piceo-niger, nitidus, aureo-tomentosus, pectore fusco, opaculo, abdomine griseo-flavo, hemielytris obscure caryophylleo-fuscis, dimidio exteriori corii cuneoque sordide pallide flaventibus; antennis (articuli duo ultimi desunt) pedibusque pallide flavo-testaceis, femoribus (saltem posticis) nigro-piceis; vertice oculo valde convexo saltem $\frac{1}{3}$ angustiore; long. $4\frac{2}{3}$, lat. $1\frac{3}{7}$ mm.; *femina*: flavo-testacea, capite, pronoto et scutello in fuscum vel ferrugineum vergentibus, dense albo-tomentosis, hemielytris dense aureo-tomentosis, unicoloribus, membrana flavicanti-fumata; ventre ferrugineo vel fusco-ferrugineo, dense pallide flavo-pubescente; antennis pedibusque pallide flaventibus; long. $4\frac{1}{4}$, lat. 2 mm.

Respublica Argentina, D. Jensen-Haarup (Mus. Helsingfors).

Caput basi pronoti circiter $\frac{1}{5}$ (σ) — paullo magis quam $\frac{1}{4}$ (♀) angustius, a supero visum latitudine cum oculis $\frac{2}{5}$ (♀) — dimidio (σ) brevius. Antennae articulo secundo margine basali pronoti circiter $\frac{1}{5}$ (σ ♀) brevior. Pronotum basi longitudine fere duplo latius. Tibiae innotatae, fusco-spinulosae.

Beiträge zur Kenntnis des anatomischen Baues der Potamogeton-Arten

VON

C. W. FONTELL.

MIT FÜNF DOPPELTAFELN UND 18 TEXTFIGUREN.

Bevor ich an eine Beschreibung des anatomischen Baues gehe, dürften einige Worte über die Morphologie der *Potamogeton*-Arten am Platze sein. C. Sauvageau¹⁾ hat hierüber ausführlich berichtet, und für die recht zahlreichen Arten, die ich untersuchte, habe ich die Richtigkeit seiner Angaben festgestellt.

Der Spross besteht aus einem kriechenden, in der Unterlage eingesenkten Rhizom von weisser Farbe, das nur Niederblätter trägt, und einem grünen, aufrechten oder schwimmenden Teil mit Laubblättern, dem Assimilationsspross. Das Rhizom (Textfigur 1) ist ein Sympodium; es besteht aus den beiden ersten Internodien mehrerer auf einander folgenden Sprossgenerationen (I, II, III, IV). An der Grenze zwischen dem ersten und zweiten Internodium einer Generation hat man auf der Dorsalseite ein schuppenförmiges Niederblatt *a* und alternierend mit diesem ein zweites *b* auf der Ventralseite am Ende des zweiten Internodiums. Bei *b* biegt sich der Spross nach oben, aber aus der Blattachsel bei *b* ent-

¹⁾ C. Sauvageau, Notes biologiques sur les Potamogeton (Journal de botanique 1894).

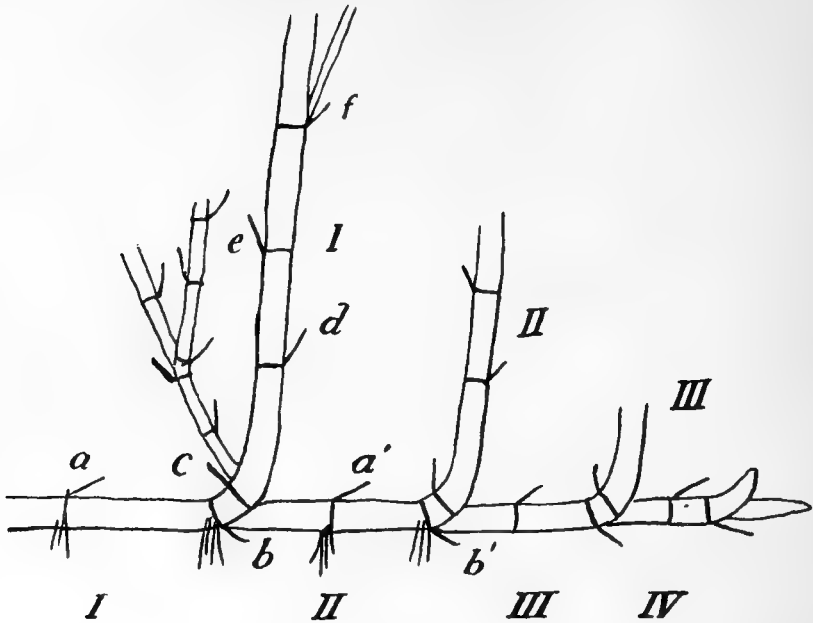


Fig. 1.

wickelt sich eine neue Generation (II, II), die völlig mit der Generation I übereinstimmt. Aus der Blattachsel bei *b'* wächst eine dritte Generation auf (III, III) u. s. w.

Das dritte Internodium in einer Generation ist ganz kurz und unterdrückt. Es trägt ein Niederblatt *c*, das stets in seiner Achsel eine Knospe führt, die sich bald sehr früh, bald spät entwickelt. Sie wächst nicht direkt zu einem Assimilationsspross aus, sondern gründet eine neue Serie successiv auf einander folgender Generationen von Rhizominternodien und aufrechten Sprossen. Diese Sprosse werden Reservesprosse genannt und entwickeln sich ganz auf dieselbe Weise wie die Sprosse I, II u. s. w. Sie sind stets schwächer als der Hauptspross. Durch die Unterdrückung des dritten Internodiums in jeder Generation gehen sowohl der Hauptspross als die Reservesprosse von derselben Stelle aus und die Verzweigung erscheint daher recht verwickelt. Bei Arten mit rasch wachsenden und dicht unter der Bodenfläche kriechenden Stammteilen (*P. pectinatus*, *perfoliatus*, *rufescens*) lassen sich alle diese Teile gleichwohl leicht identifizieren, bedeutend schwieriger aber ist dieses bei Arten mit tief in der Unterlage eingesenkten Rhizomen (*P. vaginatus*, *lucens*, *praelongus*), da die Niederblätter hier leicht zerstört werden.

Die ersten Blätter des aufrechten Stammes (*d*, *e*, *f*) sind mehr oder weniger typische Niederblätter; erst etwas höher nach oben treten normale Laubblätter auf. Diese sind alle teils ungestielt, teils kurzgestielt oder auch sind nur die unteren untergetauchten Blätter ungestielt und die oberen Schwimmblätter mit Stielen versehen. In der Achsel des Laubblattes sitzt immer eine Knospe, die bald unentwickelt verbleibt oder zu einem Spross auswächst, der häufig mit einer Infloreszenz endigt. Die Laubblätter sind mit einer Stipularscheide versehen, die in einigen Fällen ganz kurz und dünn ist, in anderen hingegen lang und fest. In der Gruppe *Vaginiferæ* ist das Blatt selbst an der Stipularscheide festgewachsen. In den Blattachsen sitzen kleine Achselschüppchen (*squamulæ intravaginales*), welche sehr frühzeitig verschwinden. Die Blätter sind alternierend, aber zur Blütezeit werden die Internodien immer kürzer und kürzer, so dass besonders die beiden obersten Blätter gleich unter dem Aehrenstiel einander fast gegenüber sitzen.

Der Aehrenstiel ist bei den meisten Arten dicker als die nächst vorhergehenden Internodien. Er ist mitunter lang, schwächlich und untergetaucht oder auf der Oberfläche schwimmend (*P. pectinatus*, *filiformis*), in den meisten Fällen aber von mittlerer Länge (alle breitblättrigen Arten sowie auch *P. vaginatus*) oder ganz kurz (die Gruppe *Graminifoliæ*). In den beiden letzteren Fällen macht der untere Teil derselben zur Zeit der Blüte eine scharfe negativ geotropische Biegung, so dass die Infloreszenz sich senkrecht aus dem Wasser erhebt.

Die Internodien tragen niemals Wurzeln, statt dessen aber findet sich ein Ring von solchen an den Knoten des Rhizomes und den untersten Knoten des aufrechten Stammes. Bei einigen Arten finden sich Wurzeln an allen Knoten des Rhizomes, bei anderen hingegen nur am zweiten Knoten jeder Generation. Sie sind lang, zäh, und fadenartig, in der Regel unverzweigt. Einige wenige Arten besitzen schwach verzweigte Wurzeln (*P. natans*, *sparganiifolius*, *prælongus*).

Die Gruppe Vaginiferæ.

Potamogeton pectinatus L.

Taf. I, Fig. 1—19. Taf. II, Fig. 38—42.

Die untersuchten Exemplare waren in der Landschaft Österbotten beim Hafen von Jakobstad (Anfang September 1897) sowie bei Mjölö, in der Nähe von Helsingfors (Mitte Oktober desselben Jahres) gesammelt worden. Die ersteren wuchsen in fast süßem Wasser auf sehr lockerem, schlammigem Boden. Sie gehörten einer relativ kräftigen, breitblättrigen und reichverzweigten Form mit unten dickem, nach oben hin schmaler werdendem Stamm an. Die Exemplare aus Mjölö wuchsen in salzigem Wasser auf recht festem Sandboden. Ihr Stamm war verhältnismässig schwach und von ziemlich gleicher Dicke.

Das Rhizom breitet sich dicht unter der Bodenfläche aus. Es ist von mittlerer Dicke (3—4 mm im Durchschnitt) und von lockerem, mitunter fast durchsichtigem Bau. Im Spätherbst hört das Wachstum der Haupt- und Reserve-sprosse auf, ihre Endknospen verschrumpfen und aus der Achsel des dritten Niederblattes entwickeln sich zwei Internodien, die in einer kurzen, eiförmigen, ganz weissen Winterknospe endigen, deren Zellen mit Stärke vollgepfropft sind. Mit Ausnahme dieser Knospen stirbt die ganze Pflanze im Winter ab.

Sobald der aufrechte Spross das Wasser erreicht hat, verzweigt er sich und fährt damit in seiner ganzen Länge fort. Da auch die Aeste sich wiederholt verzweigen, so erhält man ein äusserst reich verzweigtes Spross-System.

Rhizom. Die Epidermiszellen in der Mitte der Internodien ¹⁾ sind verhältnismässig gross und in radiärer Richtung gestreckt. Ihre Aussenwände sind ziemlich verdickt, mehr oder weniger papillös. Die Cuticula sehr dünn. Das Rindengewebe relativ mächtig; die Rindenzellen dünnwandig, zylind-

¹⁾ Ein für alle Mal sei hier bemerkt, dass wenn vom Bau eines Internodium die Rede ist, die Mitte derselben gemeint ist.

drisch und etwas langgestreckt in der Längsrichtung des Organes. Innerhalb der Epidermis folgt eine, selten zwei Rindenzellschichten, deren Zellen lückenlos an einander schliessen. Der Rest der Rinde besteht aus einem ganz besonders lakunösen Gewebe mit grossen Luftkanälen, welche durch Wände von einander getrennt werden, die aus einer einzigen Zellschicht bestehen. Die Luftkanäle sind recht lang und der Quere nach durch einschichtige Diaphragmen geteilt, deren Zellen schwach sternförmig sind, so dass zahlreiche Interzellularräume entstehen, welche die Kommunikation zwischen den Kanälen vermitteln. Die Kanäle sind in der ganzen Rindenschicht ungefähr von gleicher Weite, und gewöhnlich in 7—8 konzentrischen Reihen angeordnet. In der Nähe der Endodermis wird das Rindengewebe etwas kompakter. An Stellen, wo mehrere der die Luftkanäle trennenden Septa zusammentreffen, verlaufen in der Rindenschicht Rindenstränge¹⁾ von relativ bedeutender Stärke. Ihre Zahl ist bei verschiedenen Individuen recht wechselnd. Zum grössten Teil sind sie aus Leptom gebildet, welches von einer geringen Zahl verholzter fibröser Zellen begleitet ist.

Endodermis. Die Zellen sind schwach U-förmig verdickt. Ihre primäre Wand ist verkorkt, die sekundären Verdickungen zeigen eine schwache Holzreaktion. Besondere unverdickte Durchlasszellen finden sich nicht.

Der Zentralzylinder, dessen Durchmesser 15—18 % von dem des ganzen Organes beträgt, ist im Querschnitt etwas länglich (siehe Fig. 1, welche die hiermit übereinstimmenden Verhältnisse im aufrechten Stamme zeigt). Er besteht hauptsächlich aus drei Gruppen Gefässbündel: einem medianen und zwei lateralen. Im medianen Teile finden sich zwei grössere Vasallacunen und in den lateralen Teilen je vier oder mehr kleinere. Diese Lacunen sind eingefasst von zylindrischen Vasalparenchymzellen, welche unverdickte aus Zellulose gebildete Wände besitzen. Sie heben sich durch ihren Reichtum an Inhalt deutlich von den Nachbarzellen ab. Zwischen den

¹⁾ Mit diesem Namen werden im Folgenden die durch die Rinde verlaufenden Stränge bezeichnet, sie mögen dem Leitungssysteme angehören oder nicht.

zentralen und lateralen Vasallacunen findet sich stärkehaltiges parenchymatöses Mark mit etwas verdickten Zellenwänden. Dieses Parenchym variiert etwas an Mächtigkeit je nach der Dicke des Rhizomes und des Zentralzylinders, erreicht aber bei dieser Art keine grössere Entwicklung. Die Partie zwischen den Gefässlacunen und der Endodermis ist zum grössten Teil ausgefüllt durch einen fast zusammenhängenden Ring von Leptom mit gut entwickelten, vielkantigen und relativ grossen Siebröhren, Geleitzellen und Cribralparenchym.

Das mechanische Element wird durch einige Zellen sowohl des Pericykels als des Marks vertreten. Diese bilden einen mehr oder weniger unterbrochenen Ring von unbedeutend verdickten und schwach verholzten Zellen innerhalb der Endodermis. Dieser Ring nimmt etwas an Mächtigkeit zu und entsendet Ausläufer nach innen an die Grenze zwischen den verschiedenen Gefässbündeln, welche den Zentralzylinder bilden, und markieren dieselben dadurch schwach. Mitunter trifft man auch kleinere Gruppen mechanischer Zellen ausserhalb des die Vasallacunen umgebenden Vasalparenchyms.

Die Internodien, welche Winterknospen tragen, unterscheiden sich etwas vom normalen Rhizom. Die Epidermiszellen sind ausserordentlich klein, ihre Aussenwände fast unverdickt und ohne Cuticula. Die Luftkanäle beginnen stets innerhalb der ersten Rindenzellschicht aufzutreten und erstrecken sich bis sehr nahe an den Zentralzylinder. Sie sind besonders dominierend, indem die Rindenzellen kleiner sind als in den übrigen Internodien des Rhizoms. Die Zellen sind ausserordentlich dünnwandig. Die mechanischen Zellen der Rindenstränge sind äusserst schwach verdickt und unverholzt. Desgleichen sind die Endodermiszellen ganz dünnwandig und scheinen nur in der Mitte der Radialwand verkorkt zu sein. Der Zentralzylinder ist im Verhältnis zum ganzen Organe viel kleiner als in den sonstigen Rhizominternodien, sein Durchmesser betrug nur 12–13% von dem des ganzen Organes. Im zentralen Teile trifft man zwei etwas grössere, aber doch recht kleine Vasallacunen von unregelmässiger Form an, sowie zu beiden Seiten drei bis mehrere kleinere. Mechanische Zellen fehlen ganz. Etwas Mark findet sich im

Zentrum, im übrigen aber sind alle Zellen sehr gleichförmig und äusserst schwach differenziert.

Die Winterknospen können eine Grösse von 20—25 mm Länge und 8—10 mm Dicke erreichen, sind aber im allgemeinen etwas kleiner. Eine der grössten wurde untersucht. Ihre Rindenschicht erwies sich als besonders gut entwickelt mit sehr zahlreichen, aber kleinen und kurzen, in radiärer Richtung stark gestreckten Luftkanälen. Die Zellen, welche dieselben von einander trennen, sind von unbedeutender Grösse, mit Stärke vollgepfropft. Rindenstränge fehlten gänzlich. Der Zentralzylinder war äusserst dünn, sein Durchmesser betrug nur etwa 5 % von dem des ganzen Organes. Er stimmt wesentlich mit den die Knospe tragenden Internodien überein, doch sind hier die Vasallacunen noch mehr reduziert, und die einzelnen Zellen noch weniger differenziert. — Eine kleinere Knospe zeigte in der Hauptsache denselben Bau, nur waren die Luftkanäle in der Rinde hier zu einfachen Interzellulargängen reduziert.

Der aufrechte Stamm zeigt in seinem ersten Internodium eine auffallende Uebereinstimmung mit dem Rhizom. Der einzige Unterschied ist, dass die mechanischen Zellen in der Umgebung der Rindenstränge etwas zahlreicher sind sowie stärker verdickt und verholzt. Ausserdem ist die relative Grösse des Zentralzylinders etwas grösser.

Höher oben unterliegt der Stamm nicht geringen Veränderungen. Die Streckung der Epidermiszellen in radiärer Richtung wird successiv geringer, je höher hinauf man kommt. In den auf der Wasserfläche schwimmenden Internodien erscheinen sie in Querschnitten fast quadratisch. Gleichzeitig werden ihre Aussenwände dicker und oft deutlicher papillös sowie gänzlich kutinisiert. Mitunter kann die Verkorkung sich auch auf die übrigen Wände erstrecken. Die Mächtigkeit der Rindenschicht im Verhältnis zum Zentralzylinder ist bei dieser Art den ganzen Stamm hindurch ziemlich konstant und bedeutend geringer als im Rhizom (der Durchmesser des Zentralzyl. hier 25—30% von dem des Stammes). Die Rindenzellen sind etwas grösser als im Rhizom und schwach collenchymatisch verdickt. Die Luftkanäle beginnen stets innerhalb der äussersten Rindenzellschicht.

Die äusserst gelegenen Kanäle sind recht gross, sie werden aber nach innen zu immer kleiner und kleiner. Bei den österbottnischen Exemplaren wurden in den unteren verhältnismässig groben Internodien 3—5 konzentrische Reihen von Luftkanälen gezählt, in den oberen, feinen aber fand sich nur ein Ring von grossen Kanälen und innerhalb desselben ein zweiter Ring von ganz kleinen. In der nächsten Umgebung der Endodermis schliessen sich 2—3 Zellschichten ohne grössere Lücken dicht aneinander. Diese Zellen enthalten meist grosse, zusammengesetzte Stärkekörner.

Rindenstränge finden sich stets und zwar gewöhnlich 6. Sie sind zu 3 und 3 ausserhalb der lateralen Gefässbündel des Zentralzylinders angeordnet. (Textfigur 2). In den un-

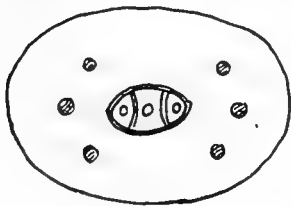


Fig. 2.

teren dicksten Internodien können sie etwas zahlreicher sein (8—10); in den obersten feinsten Verzweigungen sind sie zu 1 oder 2 auf jeder Seite reduziert. Die Zahl 6 ist gleichwohl das Gewöhnliche und für diese Art charakteristisch. — Das mechanische Element in den Strängen ist

um so besser repräsentiert, je höher hinauf in den Stamm man kommt. Die Zellen desselben bilden vollständig geschlossene und recht mächtige Scheiden um das Leptom, welches mehr und mehr abnimmt oder gänzlich verschwindet (Fig. 12—13). Die Zellen der Endodermis sind gewöhnlich stark U-förmig verdickt und gut verholzt; mit Ausnahme der primären Wand, welche verkorkt ist (Fig. 14, 15). Durchlasszellen finden sich hier ebenso wenig wie im Rhizom.

Den Bau des Zentralzylinders verfolgen wir zunächst in den dickstammigen österbottnischen Exemplaren. Die Figuren 1—7 zeigen schematische Querschnitte des Zentralzylinders aus der Mitte von Internodien, die verschiedenen Teilen des Stammes eines und desselben Individuums entnommen sind. Wie schon erwähnt, ist der Bau des Zentralzylinders im ersten entwickelten Internodium des Stammes völlig der gleiche wie im Rhizom (Fig. 1). Aber schon das zweite weicht darin ab, dass der Pericykel und die Zellen des Grundgewebes innerhalb desselben eine recht mächtige und zusammenhängende Scheide von verdickten und gut verholzten

Zellen bilden (Fig. 2). Die zunächst innerhalb der Endodermis gelegenen Zellen sind am besten verdickt und verholzt, und die Intensität dieser Eigenschaften nimmt successiv ab, je weiter nach innen man kommt, so dass sich keine bestimmte Grenze zwischen verholzten und unverholzten Grundgewebszellen ziehen lässt. Diese méchanische Scheide erstreckt sich durch die ganze Länge des Stammes. Wie im Rhizom besteht der Zentralzylinder aus einem zentralen und zwei lateralen Teilen. Aber das zentrale Markgewebe, welches im Rhizom einen nicht unbedeutenden Platz einnahm, ist hier in hohem Grade reduziert und beschränkt sich auf zwei relativ schmale Querbänder, die den zentralen Teil des Zentralzylinders von den lateralen Teilen trennen (vergl. Fig. 1 u. 2). Die im Zylinder befindlichen Gruppen mechanischer Zellen konzentrieren sich mehr und mehr in diesen Bändern. In den zentralen Teilen findet man zwei Vasallacunen, welche den Gefässteil in ihrem resp. Gefässbündel darstellen. Sie sind von Vasalparenchym umgeben und auf der äusseren Seite von Leptom begleitet. Der rechte Seitenteil in Fig. 2 zeigt drei Lacunen, aber die Siebteile ausserhalb der Lacunen sind zu einem einzigen verschmolzen und markieren sich nur dadurch schwach von einander, dass die mechanische Scheide etwas tiefer in die Grenze zwischen ihnen eindringt. Auf der linken Seite sind nur zwei Lacunen zu sehen, während zwei derselben sich schon zu einer vereinigt haben.

Auf Querschnitten einiger höher oben gelegenen Internodien sind die beiden Mittellacunen zu einer einzigen verschmolzen und dieselbe Veränderung hat in den Lacunen der beiden lateralen Teile stattgefunden (Fig. 3—5). Stärkehaltige Markstreifen finden sich nicht mehr, statt dessen aber trennen mehr oder weniger unterbrochene Querbänder mechanischer Zellen die drei Teile von einander. Dieser Bau des Zentralzylinders ist besonders charakteristisch für *P. pectinatus* und zieht sich mit kleineren Variationen durch den grösseren Teil des Stammes hindurch (Fig. 14). In den noch höheren Internodien (Fig. 6) wird die Verschmelzung noch grösser, die sklerenchymatischen Stränge öffnen sich oder verschwinden, und die Seitenlacunen rücken den zentralen im-

mer näher um schliesslich mit ihnen zu verschmelzen. Die Leptomteile bilden dann einen einzigen zusammenhängenden Ring um die Lacune. Schliesslich haben wir im obersten Internodium (Fig. 7) eine einzige zentrale Lacune, so dass der Zentralzylinder von radiärem Bau zu sein scheint.

Bei den Formen von *P. pectinatus*, die einen runden Stamm besitzen und die in der Regel ziemlich dünn sind, sind die lateralen Teile des Zentralzylinders im Verhältnis zu den zentralen bedeutend kleiner als bei Formen mit plattem Stamm. Auch scheinen die Seitenteile im ersteren Falle etwas früher mit den zentralen zu verschmelzen, aber im Grossen und Ganzen sind die Verhältnisse den oben beschriebenen ganz gleich. Dies ergibt sich aus Fig. 8—11, welche schematische Querschnitte des Zentralzylinders rundstämmiger Exemplare darstellen, die an Mjölö gesammelt sind. Fig. 8 zeigt den Zentralzylinder im Rhizom, Fig. 9 und 10 in den mittleren Internodien des Stammes, während Fig. 11 sich auf die obersten bezieht.

Das mechanische Element im Zentralzylinder erreicht seine höchste Ausbildung erst bei älteren, völlig entwickelten Internodien. Seine Mächtigkeit variiert in hohem Grade, nicht nur bei Exemplaren aus verschiedenen Gegenden sondern auch bei verschiedenen Individuen vom selben Standorte.

Die Zweige stimmen in ihrem Bau der Hauptsache nach mit dem primären Stamme überein. Der Zentralzylinder ist hier relativ kleiner (sein Durchmesser beträgt 15—20 % von dem des ganzen Internodiums gegen 25 % im Hauptstamme). Es schien mir als sei dies in um so höherem Grade der Fall je tiefer unten vom Stamme der Zweig ausgeht.

Im Herbst wachsen die Knospen eines Teiles der oberen Blattachsen nicht zu blattragenden Zweigen aus, sondern zu langen, wurzeltreibenden Ausläufern oder Stolonen, welche mit ganz kleinen Winterknospen derselben Form endigen, wie die unterirdischen. Diese Stolonen haben einen Durchschnitt von etwa 1 mm und sind vollständig rund, auch wenn die Internodien, von denen sie ausgehen, platt sind. Wie im Rhizom sind die Epidermiszellen gross, dünnwandig und mit einer unbedeutenden Cuticula versehen. Das Rindengewebe der Hauptsache nach wie im Stamm; Rindenstränge

fehlen jedoch vollständig. Die Endodermiszellen sind schwächer U-förmig verdickt und schlecht verholzt. Der Zentralzylinder relativ fein (Durchmesser 15–17 %). Er ist fast ganz vom gleichen Bau wie in den Winterknospen tragenden Internodien des Rhizomes. Somit sind die Gefässlacunen hier nicht verschmolzen.

Aehrenstiel. Der Aehrenstiel ist rund oder fast rund (Durchmesser 0.70—0.83 mm), auch wenn das Stamminternodium, von welchem er ausgeht, platt ist. Die Rindenschicht ist etwas kompakter als die des Stammes, weil die Luftkanäle relativ kleiner sind. Rindenstränge fehlen. Charakteristisch, nicht nur für diese Art sondern für die ganze Gruppe, ist, dass die Gefässbündel ebenso wie im aufrechten Stamme und im Rhizome von einer geschlossenen Endodermis umgeben sind, die hier eine schwache Tendenz zeigt sich zu verdoppeln (Fig. 19). Die ausserhalb der Endodermis liegenden Zellen bilden in Bezug auf Verdickung und Verholzung stets den Uebergang zu den ausserhalb liegenden Rindenzellen. Die relative Stärke des Zentralzylinders ist dieselbe wie in den Internodien des Stammes, und desgleichen ist die Pericykelscheide innerhalb der Endodermis verholzt. In den meisten Fällen befinden sich im Zentralzylinder vier Gefässbündel von ungefähr gleicher Grösse, ebenso gebaut wie die des Stammes und je zwei und zwei gerade einander gegenübergestellt (Fig. 16, 19). Mitunter sieht man die Gefässbündel zu nur drei oder zwei mit einander verschmelzen (Fig. 17, 18). Sie sind durch unverholztes oder mehr oder weniger verholztes Grundgewebe von einander getrennt. Als Regel scheint zu gelten, dass je gröber der Aehrenstiel ist desto mehr sind die Zellen verholzt. Nie jedoch trifft man vollständig geschlossene Sklerenchymscheiden um die verschiedenen Gefässbündel an, und überhaupt ist das mechanisch wirkende Element bei dieser Art sehr schwach in der Aehrenachse vertreten (Fig. 19).

Stengelblätter (Fig. 38). Diese habe ich an den Exemplaren aus Jakobstad untersucht. Sie hatten eine Länge von 4–5 cm und eine Breite von 2.5 bis 3 mm. Zur scharfen Spitze hin werden sie etwas schmaler und dünner, sind aber sonst der Hauptsache nach in ihrer ganzen Länge von glei-

chem Bau. Sie sind verhältnissmässig dick. Die Dicke beträgt etwa 20 % der Breite. Die Epidermiszellen sind auffallend klein und in radiärer Richtung ausserordentlich niedrig. Sie sind reichlich mit Chlorophyll versehen und besitzen recht gut verdickte Aussenwände, aber eine sehr dünne Cuticula. Spaltöffnungen habe ich nicht bemerkt. Im Blatte findet sich ein grösserer Mittelnerv, sowie zwei kleinere Nerven zu beiden Seiten derselben. Der äusserste Nerv ist sehr klein und verläuft dicht unter dem Blatt-rande. In der Nähe der Blattspitze vereinigt er sich mit dem inneren Seitennerven. Im Mittelnerven findet sich auf der oberen Seite eine kleinere, von unverholztem Vasalparenchym umgebene Gefässlacune, auf der unteren Leptom mit deutlichen Siebröhren (Fig. 40). Der Nerv ist von einer auf beiden Flanken breit unterbrochenen Sklerenchymscheide umgeben. Die Seitennerven zeigen in der Hauptsache den gleichen Bau, nur dass die Lacunen häufig gänzlich fehlen. Ausserhalb der Sklerenchymscheide sind die Nerven von einem einfachen Ringe vor Grundgewebszellen umgeben. Im übrigen ist das Blatt von sehr grossen, durch einfache Septa von einander abgegrenzten Luftkanälen eingenommen, welche auch von der Epidermis gewöhnlich durch eine einzige Zellschicht getrennt sind. Mechanische Rindenstränge fehlen gänzlich. Da ausserdem die Grundgewebszellen relativ klein und sehr dünnwandig sind, so macht das ganze einen ausserordentlich lockeren und durchlüfteten Eindruck.

Die Blattscheide zeigt in Querschnitten einen relativ breiten und dicken Rückenteil, der sehr rasch schmaler wird (Fig. 41 a). Die Flanken bestehen aus nur 3 Zellschichten ohne bedeutendere Interzellularräume. Der Mittelnerv ist recht schwach, die Seitennerven, zwei auf jeder Seite, noch kleiner. Ausserdem finden sich mitunter noch einige wenige ganz kleine mechanische Stränge. Im übrigen enthält der Rückenteil sehr grosse Luftkanäle. Diese sind wie in der Blattspreite durch eine einzige Zellschicht von der Epidermis der äusseren Seite getrennt, aber auf der dem Stamme zugekehrten Seite laufen die Kanäle in die Epidermis aus, deren Zellen (Fig 41 b) klein und unverdickt sind und völlig

den Grundgewebszellen gleichen. Das Ganze zeigt somit auch hier einen ausserordentlich lockeren Bau, der recht leicht zerrissen und zerstört wird.

Zweigblätter (Fig. 39). Diese waren in der Mitte der Spreite etwa 0.7 mm breit und 0.4 mm dick, im Querschnitt elliptisch. In der Mitte verläuft ein grösserer Nerv, zu beiden Seiten desselben ein kleinerer, dicht unter dem Blatt- rande. Sie besitzen keine Gefässlacunen, sind aber sonst ebenso gebaut wie die Nerven des Stengelblattes. Sehr charakteristisch ist die Anordnung der Luftkanäle, die ohne weitere Beschreibung aus der Figur ersichtlich ist.

Wurzeln (Fig. 42). Diese sind lang, fein und unverzweigt, mit einem Durchmesser von etwa 0.3 mm. Ihre Epidermiszellen sind gross, in radiärer Richtung ausgezogen, und besitzen sehr dünne und schwach verkorkte Wände. Die Zellen, denen Wurzelhaare entspringen, sind bedeutend kleiner als die Nachbarzellen, sie dringen etwas tiefer in die darunterliegende Schicht ein und sind ausserordentlich reich an Protoplasma. Die Epidermiszellen werden sehr frühzeitig vernichtet, weshalb sie an den älteren Teilen der Wurzeln fehlen. Innerhalb der Epidermis folgt eine deutliche Exodermis. Die Zellen derselben sind relativ klein, eckig, und schliessen sich lückenlos dicht an die umgebenden Zellen. Ihre radiären und äusseren tangentialen Wände sind dünn und cutinisiert. Dagegen sind die inneren tangentialen Wände etwas verdickt und zum grösseren Teil verholzt. Nur eine dünne Lamelle ist verkorkt. Diese einseitige Verdickung der Exodermis ist ganz besonders charakteristisch, nicht nur für diese Art, sondern für die ganze Gruppe *Vaginiferae*. Die zunächst unter der Exodermis befindliche Zellschicht besteht aus ganz kleinen Zellen, bei denen, besonders in etwas älteren Wurzeln, die radiären Wände etwas verkorkt sind.

Bei jungen Wurzeln sind die übrigen Zellen der Rindenschicht regelmässig in radiären Reihen und konzentrischen Kreisen angeordnet (siehe die Fig. 54 von *P. filiformis*), und die Grösse der Zellen nimmt successiv von innen nach aussen hin zu. Sie sind sehr dünnwandig, zylindrisch und in der Längsrichtung der Wurzel etwas ausgezogen. Aus der Form und Anordnung der Zellen folgt, dass zwischen ihnen

recht grosse viereckige Interzellularräume entstehen. In älteren Wurzeln kollabiert ein Teil dieser radiären Zellenreihen und wird deformiert, so dass grosse, irreguläre, in radiärer Richtung gehende Luftkanäle entstehen. Oft ist nur jede zweite, dritte oder vierte Zellenreihe unverändert. Diese Struktur ist ausserordentlich charakteristisch für diese Art.

Zellen der Endodermis scheide finden sich etwa 20. Sie sind dünnwandig und etwas kantig. Nur die äusseren tangentialen Wände sind unbedeutend verdickt und geben eine schwache Holzreaktion. Im übrigen ist eine dünne Lamelle der Endodermis cutinisiert, und die Verkorkungsschicht ist in den radiären Wänden am besten entwickelt.

Der Zentralzylinder zeichnet sich durch seinen einfachen Bau und seine, im Verhältnis zum Durchmesser der Wurzel, unbedeutende Dicke aus. Gleich innerhalb der Endodermis liegen 6—7 Siebröhren von pentagonaler Form. Sie sind stets auf der Innenseite von einer relativ grossen Geleitzelle begleitet und durch 2—5 in radiärer Richtung etwas ausgezogene, mit Plasma erfüllte Zellen von einander geschieden. Von diesen Zellen unterscheiden sich die Siebröhren leicht durch ihre charakteristische Form und durch die stets vorhandene Geleitzelle; oft ist man auch in der Lage die Siebplatte beobachten zu können. Die Mitte des Zentralzylinders besteht aus einem relativ grossen Holzgefäss mit unmerklich spiralg verdickten, aber gänzlich unverholzten Wänden. Radiär gestellte und mit den Siebröhren abwechselnde Holzgefässe oder Lacunen habe ich bei dieser Art nie beobachten können. Der Raum zwischen dem zentralen Holzgefässe und den Siebröhren ist durch ein nur ein- bis zweischichtiges Gewebe von langgestreckten, kleinen und dünnwandigen Zellen ausgefüllt.

Potamogeton vaginatus Turcz.

Taf. I. Fig. 20—29, Taf. II. Fig. 43—46.

Exemplare wurden an mehreren Standorten in den Skären von Pedersöre und Larsmo im September des Jahres

1897 und 1898 gesammelt. Auf Sandboden, in einer Tiefe, die zwischen 0.5 und 3 Metern variiert, findet sich diese Art hier sehr reichlich. Oft bildet sie dichte submerse Wiesen an den Stellen, wo der weit hinaus seichte Strand plötzlich in bedeutend grössere Tiefe übergeht.

Das Rhizom breitet sich 1—2 dm unter der Bodenfläche aus. Es erreicht eine Dicke von 5—7 mm und ist von fester Konsistenz. Eigentliche Winterknospen finden sich nicht, aber im Spätherbst, während die älteren Teile schon ihrem Untergange entgegen gehen, werden fortwährend sowohl neue Rhizominternodien als aufrechte Sprosse entwickelt, welche vor Eintritt des Winters oft eine Länge von bis 0.5 m erreichen. Frisch und grün leben sie dann unter der Eisedecke, um beim Eintritt des Frühlings weiter zu wachsen.

Die ersten Internodien des aufrechten Sprosses befinden sich gänzlich unter der Bodenfläche und stimmen in ihrem Aeusseren vollständig mit dem Rhizom überein. Vom dritten Internodium an hat sich jedoch der Stengel über die Unterlage erhoben und die charakteristische braungrüne Farbe angenommen. Eigentümlich für diese Art ist, dass diese ersten Internodien nie Zweige tragen; solche treten erst etwas höher auf, finden sich dann aber ziemlich gleichförmig bis oben hinauf. Die Art der Verzweigung ist eigentümlich. Von jedem Gliede geht nur ein Zweig aus, dieser aber entsendet sehr bald einen zweiten, dieser seinerseits einen dritten u. s. w. Da diese Internodien nicht weiter in die Länge wachsen, so entsteht ein sehr zusammengedrängtes Sympodium, so dass scheinbar alle Zweige von derselben Stelle des Hauptstammes ausgehen. Jeder Zweig einer höheren Ordnung ist schwächer als der der nächst vorhergehenden und alle sind dicht von der am Hauptstamme befestigten Scheide des Stengelblattes umschlossen. Hierdurch werden die vielen Zweige sehr eingeengt, sie drücken sich gegeneinander und erhalten eine in hohem Grade abgeplattete Form (siehe Fig. 20). Mitunter führt der Mangel an Raum dahin, dass Zweige der ersten Ordnung gezwungen werden, gänzlich durch die Rindenschicht des Hauptstammes hindurch zu wachsen, wodurch eine falsche endogene Verzweigung entsteht. Der Hauptstamm verzweigt sich ziemlich

gleichförmig in seiner ganzen Länge und die Internodien werden successiv immer feiner und feiner.

Rhizom. In den Epidermiszellen völlig entwickelter Internodien sind die äusseren Tangentialwände äusserst stark verdickt und mit recht kräftiger Cuticula versehen, die Radialwände hingegen sind ausserordentlich dünn. Die Verdickung der Aussenwände schiebt sich keilförmig hinein, wodurch die Zellhöhlungen in Querschnitten oval erscheinen, während sie bei *P. pectinatus* rektangulär sind. Erst innerhalb eines 2—4-schichtigen Lagers von grossen, dicht an einander schliessenden Rindenzellen beginnt das Luftkanäle enthaltende Gewebe. Die äusserst liegenden Kanäle sind von sehr geringer Weite. Oft sind sie sogar kleiner als die umgebenden Rindenzellen. Ihre Grösse nimmt nach innen, gegen die Mitte der Rindenschicht hin, successiv zu, worauf sie wieder beginnt abzunehmen. In den nächsten Zellschichten ausserhalb der Endodermis fehlen sie gänzlich. Während also bei *P. pectinatus* die äusserst liegenden Luftkanäle am grössten sind, und die Grösse gegen den Zentralzylinder hin allmählich abnimmt, trifft man bei *P. vaginatus* die weitesten Kanäle in der Mitte des Rindengewebes. Die Rindenzellen werden immer kleiner, je mehr sie sich der Endodermis nähern. Rindenstränge finden sich wenige aber von bedeutender Grösse. Sie sind alle in einem konzentrischen Kreise in dem ziemlich kompakten Rindengewebe in der Nähe der Epidermis angeordnet. In ihrem Bau stimmen sie völlig mit den Rindensträngen im Rhizom von *P. pectinatus* überein.

Der Zentralzylinder (Fig. 21) ist in Querschnitten mitten durch ein Internodium elliptisch; seine Durchmesser betragen 17—17.5 resp. 14—14.5% von dem des ganzen Organes. Das Zentrum und ein grosser Teil des Zylinders ist von einem grosszelligen Markgewebe eingenommen, das ausserordentlich reich an grosskörniger Stärke ist. Die Gefässbündel sind angeordnet wie bei *P. pectinatus*, zwei grössere in der Mitte und 4 oder mehrere auf jeder Seite. Die Zahl der Seitengefässbündel wechselt etwas, je nach der Dicke des Rhizoms. Einen wesentlichen Unterschied von *P. pectinatus* zeigt diese Art darin, dass die Siebteile des verschiedenen

Gefässbündel deutlich von einander getrennt sind durch breite Bänder von Mark- oder Grundgewebe, die vom zentralen Gewebe ausgehen. Auch hier findet sich eine unterbrochene Sklerenchymscheide innerhalb der Endodermis, im übrigen aber fehlen verholzte Zellen im Zylinder.

Aufrechter Stamm. Im untersten entwickelten Internodium desselben, welches sich in der Erde befindet, sind die Epidermiszellen wesentlich denen des Rhizomes gleich. Höher hinauf werden sie, wie bei der vorhergehenden Art successiv kleiner, und besonders nehmen ihre Dimensionen in radialer Richtung ab. Gleichzeitig vermindert sich die Dicke der Aussenwände umgekehrt wie es bei *P. pectinatus* der Fall ist. Die Rindenschicht ist in den unteren Internodien recht mächtig, nimmt aber nach oben zu ab, während gleichzeitig die Internodien zarter werden. Ihre Mächtigkeit im Verhältnis zum Zentralzylinder wird um so geringer, je höher hinauf am Stamm man gelangt. Als Beispiel sei erwähnt, dass in einem der untersuchten Exemplare der grösste Durchmesser des Zentralzylinders im ersten entwickelten Internodium 14.5% von dem des ganzen Organes betrug, im dritten 16%, im vierten 25%, im siebenten 25%, im neunten 26% und im zwölften, dem obersten, 32%. Die entsprechenden Zahlen für den kürzesten Durchmesser des Zentralzylinders waren 14.9%, 16.4%, 27%, 30%, 43% und 54%. Die Rindenzellen weichen von denen des Rhizoms darin ab, dass sie schwach collenchymatisch verdickt sind. In den unteren Internodien sind die Endodermiszellen schwach U-förmig verdickt. Diese Eigenschaft nimmt in den mittleren Internodien etwas zu, um in den obersten wieder abzunehmen. Die sekundären Verdickungen sind wie bei *P. pectinatus* verholzt.

Die Luftkanäle beginnen stets innerhalb der ersten Rindenzellschicht. In den unteren Internodien sind die Kanäle in der Nähe der Peripherie etwas kleiner als in der Mitte der Rindenschicht. Dagegen sind in den mittleren Internodien des Stammes und noch mehr in den obersten die der Peripherie zunächst liegenden Kanäle die weitesten und ihre Grösse nimmt gegen den Zentralzylinder hin allmählich ab (Fig. 26). Natürlich wird auch ihre Anzahl um so geringer,

je schwächer die Internodien werden. Die Rindenstränge sind teils grösser mit Leptom in der Mitte, teils kleiner nur aus Sklerenchymzellen bestehend. In den unteren Internodien trifft man 50—60 Stränge, die hauptsächlich in den äusseren Teilen der Rinde gelegen sind. Noch zahlreicher finden sie sich in den mittleren Internodien (60—70); man trifft sie hier die ganze Rinde durchfast in jeder Ecke, wo drei oder mehrere Scheidewände zusammenstossen. In den oberen Internodien nimmt ihre Zahl bedeutend ab, und die noch vorhandenen ordnen sich in einen konzentrischen Ring in der Nähe der Peripherie. So fanden sich im erwähnten Exemplare im siebenten Internodium 30 Stränge, im neunten 15, im elften 6 und im zwölften schliesslich drei oder vier (Fig. 26).

Der Zentralzylinder ist in Querschnitten meist mehr oder weniger rund oder mitunter viereckig mit abgerundeten Ecken. Er enthält zwei grössere Gefässbündel in der Mitte und drei etwas kleinere zu beiden Seiten. Uebrigens zeigt der Bau recht bedeutende Ungleichheiten in verschiedenen Teilen des Stammes. Im ersten entwickelten Internodium ist der Zentralzylinder bedeutend kleiner als im Rhizom, vorzugsweise ist das zentrale stärkehaltige Markgewebe reduziert. Doch gehen von demselben noch breite Markbänder aus, welche die verschiedenen Gefässbündel von einander trennen (Fig. 22). Das charakteristischeste für dieses Internodium ist, dass der Gefässteil in den lateralen Gefässbündeln, die an die zentralen stossen, nicht nur durch gewöhnliche Lacunen repräsentiert wird, sondern auch zu beiden Seiten derselben durch zwei oder mehrere unbedeutend spiralig verdickte Gefässe, deren Wände eine schwache, aber doch deutliche Verholungsreaktion geben. Die Sklerenchym-scheide innerhalb der Endodermis ist sehr schwach entwickelt, oft unterbrochen und ihre Zellen nur schwach verdickt und verholzt. — Im ersten Internodium, das sich über den Boden erhoben hat, ist im Zentralzylinder die Veränderung eingetreten, dass die Spiralgefässe in den Leitbündeln gänzlich verschwunden sind, zugleich haben die Gefässlacunen etwas an Weite zugenommen. Der grösste Unterschied jedoch besteht darin, dass die mechanische Scheide geschlos-

sen und ausserordentlich mächtig ist (Fig. 23). Ausserdem sind die Gefässbündel ausserhalb der Holzteile von bogenförmigen mechanischen Scheiden umgeben und an den Seiten, wo verholzte Zellen fehlen, durch gewöhnliche Markzellen von einander getrennt. Die verholzten Zellen ausserhalb der Gefässbündel sind recht dünnwandig, sie haben dieselbe Form und den gleichen Inhalt wie die Markzellen und gehen unmerklich in diese über. Die Siebröhren sind hier und dann den ganzen Stamm hindurch ausserordentlich gross und deutlich. — Im siebenten Stamminternodium desselben Exemplares ist der Zentralzylinder bedeutend kleiner geworden und das zentrale Markgewebe gänzlich verschwunden. (Fig. 24). Höher hinauf im Stamme beginnt eine allmähliche Verschmelzung. Die Lacunen der lateralen Gefässbündel rücken einander immer näher und in Fig 25, welche vom neunten Internodium her stammt, sieht man sie auf der einen Seite zu zwei und auf der anderen zu einer einzigen vereinigt. Dagegen sind ihre Siebteile noch deutlich durch Markbänder getrennt. Fig. 26 zeigt den Bau des dicht unter dem Stiel der Aehre befindlichen Internodiums, des zwölften des erwähnten Exemplares. Der Gefässteil der Seitenbündel ist hier durch eine einzige Lacune vertreten und auch ihre Leptomteile sind unvollständig oder gar nicht von einander geschieden. Die beiden zentralen Bündel hingegen zeigen sich durch verholzte Zellen des Grundgewebes sowohl von einander, als von den lateralen Bündeln gut abgegrenzt. In ganz feinen Verzweigungen bestehen die lateralen Bündel nur aus je einem Siebteile, während die Lacunen gänzlich verschwunden sind (Fig. 27). Während der Zentralzylinder an Dicke abnahm, hat sich gleichzeitig das verholzte Grundgewebe im Zentrum vermindert. In Fig. 26 sieht man nur noch Spuren desselben, in Fig. 27 nichts mehr.

Wie bei *P. pectinatus* wachsen im Herbst vorzugsweise von den oberen Blattachsen wurzelnde Stolonen aus. Die grössten derselben erreichen eine Dicke von 1.4 mm, häufig aber sind sie etwas dünner. Innerhalb einer kleinzelligen und dünnwandigen Epidermis zeigt die Rindenschicht auch bei dieser Art bedeutend grössere Uebereinstimmung mit der des Rhizoms als mit der des aufrechten Stammes. So sind die Luft-

kanäle von sehr geringer Weite und die grössten befinden sich in der Mitte der Rindenschicht. In gröberen Stolonen habe ich fünf bis sechs Rindenstränge beobachtet, welche zum grossen Teil aus Leptom bestehen, in schwächeren aber fehlten sie gänzlich. Die Endodermiszellen sind ganz unverdickt. Der Zentralzylinder stimmt sowohl in der Form als im Bau vollständig mit dem der entsprechenden Teile von *P. pectinatus* überein.

Aehrenstiel (Fig. 28 u. 29). Dieser ist hier etwas dicker als bei der vorhergehenden Art und bedeutend steifer. Er erhebt sich auch zur Zeit der Blüte über das Wasser. Im Zusammenhang hiermit steht sicher auch der Umstand, dass die Epidermiszellen sehr stark verdickt sind und das Rindengewebe in hohem Grade kompakt ist, besonders in der Nähe der Epidermis, dadurch dass die Luftkanäle ausserordentlich eng sind. Man sieht hier gewöhnlich zwei Rindenstränge mit viel Leptom in der Mitte. Mitunter findet sich nur ein Strang oder sie fehlen gänzlich. Die Endodermis verhält sich wie bei der vorhergehenden Art. Die Grösse des Zentralzylinders im Verhältnis zum ganzen Organ ist ungefähr die gleiche wie bei *P. pectinatus* (sein Durchmesser beträgt 25—28% von dem des Organes); er ist folglich bedeutend kleiner als in den oberen Stamminternodien. Innerhalb der Endodermis folgt eine bei verschiedenen Individuen etwas ungleich entwickelte, aber doch immer recht mächtige mechanische Scheide. Die Gefässbündel, vier an der Zahl, sind angeordnet wie bei *P. pectinatus* und durch rechtwinkelig zu einander laufende Bänder von Grundgewebe von einander geschieden. Dieses Gewebe ist viel reichlicher und besser verholzt als bei der vorhergehenden Art. Kleinere Abweichungen von diesem Grundtypus können vorkommen. Ein Beispiel hierfür ist, dass sich mitunter neben den grossen Gefässbündeln ein oder einige kleinere finden, die durch etliche Grundgewebszellen von den ersteren getrennt sind. Diese kleineren Gefässbündel erstrecken sich jedoch nie ganz bis zum Zentrum des Zylinders. Den wesentlichsten anatomischen Unterschied von *P. pectinatus* bildet somit die kompaktere Rindenschicht, die hier vorkommenden Rindenstränge und die stärkere Entwicklung des mechanischen Elementes im Zylinder.

Stengelblätter (Fig. 43). Diese sind in ihrer ganzen Breite von gleicher Dicke und diese im Verhältnis zur Breite etwas geringer als bei der vorhergehenden Art (13—15 %). Die Epidermiszellen in Querschnitten quadratisch, bedeutend kleiner als bei *P. pectinatus*. Nerven giebt es 5, wie bei jener Art, aber sie sind kräftiger und die äusseren Seitennerven verlaufen nicht dicht unter dem Blattrande, sondern in ziemlicher Entfernung davon in der Spreite. Die mechanischen Scheiden, welche die Nerven umgeben, sind besser vertreten und völlig geschlossen. Das Luftkanäle führende Gewebe, welches im übrigen das Blatt erfüllt, verhält sich wesentlich wie bei der vorhergehenden Art. Doch finden sich mehr Kanäle, ihre Weite ist bedeutend geringer, und die sie trennenden Zellen sind grösser und von festerem Bau. Da sich ausserdem noch 2—15 mechanische Stränge finden, so macht das Ganze bei dieser Art einen bedeutend festeren und kompakteren Eindruck als bei *P. pectinatus* (vergl. Fig. 38 und 43).

Die Blattscheide (Fig. 45) ist den grösseren Teil der Breite entlang von ziemlich gleicher Dicke, dafür aber im Verhältnis zu ihrer Grösse bedeutend dünner als der Dorsalteil desselben Organs bei *P. pectinatus*. Nur ein schmaler Rand auf beiden Seiten ist ganz dünn und besteht nur aus 3 Zellschichten. Wie in der Spreite sind auch hier die Epidermiszellen der äusseren Seite bedeutend grösser als bei der vorigen Art (Fig. 45 b). Innerhalb der Epidermis befinden sich zwei dichtschiessende Zellschichten, während bei der vorhergehenden Art nur eine vorkommt. Der Mittelnerv ist viel kräftiger als bei *P. pectinatus*, und zu beiden Seiten desselben trifft man, je nach der Grösse der Scheide 4—8 gleichfalls recht bedeutende Nerven an. Alle Nerven sind von gut entwickelten, geschlossenen Sklerenchymscheiden umgeben. Ganz besonders charakteristisch für diese Art ist, dass die Luftkanäle ausserordentlich zahlreich und viel kleiner sind als bei *P. pectinatus*. Ausserdem finden sie sich im grösseren Teile der Breite der Scheide, aber nur in der Hälfte desselben, welche dem Stamme zugekehrt ist. Ferner trifft man hier zahlreiche (bis 30), recht kräftige mechanische Stränge an. Durch das gut entwickelte Grundgewebe, die kleinen Luftkanäle,

sowie die kräftigen Nerven und mechanischen Stränge wird das ganze Organ viel fester und kompakter als bei *P. pectinatus* und ausserordentlich widerstandsfähig gegen Zerstörung.

Zweigblätter (Fig. 44) an Grösse, Form und Anordnung der Luftkanäle wesentlich denen bei *P. pectinatus* gleich, nur sind die Nerven wie im Stengelblatte von geschlossenen Sklerenchymscheiden umgeben, und die Zellschicht innerhalb der Epidermis hat sich verdoppelt, wodurch die Kanäle kleiner geworden sind als bei der vorhergehenden Art.

Wurzeln. Diese besitzen im allgemeinen einen Durchmesser von 0.3—0.35 mm. Ich habe Wurzeln des unterirdischen Rhizoms und auch solche von Ausläufern in den Blattachsen untersucht. Die ersteren stimmen in den meisten Beziehungen mit den Wurzeln von *P. pectinatus* überein, doch werden die Rindenzellen in älteren Wurzeln nicht deformiert, sondern sind stets in regelmässigen radiären Reihen angeordnet. Ausserdem erscheinen diese Zellen ganz schwach collenchymatisch verdickt. Der Zentralzylinder ist im Verhältnis zur Rindenschicht etwas dünner als bei *P. pectinatus* und in seinem Zentrum sieht man recht oft zwei bis drei Gefässe. Andere Unterschiede habe ich nicht entdecken können.

Die von den Ausläufern in den Blattachsen ausgehenden, frei im Wasser wachsenden Wurzeln zeichnen sich dadurch aus, dass in ihnen das mechanische Element bedeutend besser vertreten ist. Die inneren tangentialen Wände der Exodermiszellen sind merklich stärker verdickt und bedeutend besser verholzt. Desgleichen sind alle Endodermiszellen schwach, aber doch sehr deutlich verdickt, und die sekundären Verdickungen geben eine gute Verholungsreaktion (Fig. 46). Die primären Wände sind immer noch cutiniert. Schliesslich sei darauf hingewiesen, dass man mitunter in diesen Wurzeln radiär gestellte, mit Siebröhren abwechselnde kleinere Gefässe findet, welche im Grundgewebe eingebettet liegen.

Potamogeton pectinatus × **vaginatus** n. hybr.

Taf. I. Fig. 30—37, Taf. II. Fig. 47, 48.

Ende Juli 1898 fand ich ausserhalb Sandön in den Skären von Pedersöre eine zu dieser Gruppe gehörende Form, die deutlich hybrider Natur war. Reife Früchte fehlen gänzlich. Dagegen waren die Aehrenachsen recht zahlreich, wenngleich zum grössten Teil verschrumpft und unentwickelt. Die Form fand sich auf festem Sandboden, zusammen mit *P. vaginatus*, *P. pectinatus* und *P. filiformis*. Auf Grund äusserer Merkmale bestimmte ich sie sogleich als *P. pectinatus* × *vaginatus*. Dass diese Auffassung richtig war, wurde später durch die anatomische Untersuchung deutlich erwiesen. Diese Hybride ist, soviel mir bekannt, früher nicht bemerkt worden.

Rhizom. Leider glückte es mir nicht Exemplare mit Rhizom zu erhalten, weshalb dieser Teil der Pflanze wie auch die Wurzel übergangen werden muss.

Aufrechter Stamm. In diesem geben sich die Eigenschaften beider Eltern sehr deutlich zu erkennen. Was die Epidermiszellen betrifft, so ist zu merken, dass ihre Aussenwände wie bei *P. vaginatus* im oberen Teile des Stammes schwächer verdickt sind als im unteren. In den unteren Internodien beginnen die Luftkanäle innerhalb der zweiten Rindenzellschicht, in den oberen hingegen innerhalb der ersten. In Uebereinstimmung mit *P. pectinatus* sind auch hier in den untersten Internodien die äusserst liegenden Kanäle ebenso gross oder grösser als die, welche sich in der Mitte des Rindengewebes befinden. Die Zahl der vor einander gestellten Kanäle ist im allgemeinen grösser als bei *P. pectinatus*, aber kleiner als bei der anderen Stammart. Bei einem der untersuchten Exemplare fanden sich im ersten entwickelten Internodium ung. 50 Rindenstränge, im dritten etwa 25, in den mittleren 15—18 und im obersten gewöhnlich nur 4. Es sind ihrer somit bedeutend mehr als bei *P. pectinatus*, aber weniger als bei *P. vaginatus*. Mit der letzteren Art stimmen sie darin überein, dass der Unterschied zwischen ihrer Anzahl in den untersten und obersten Internodien sehr gross ist.

Die Dicke des Zentralzylinders im Verhältnis zu den Internodien ist im Grossen und Ganzen in den verschiedenen Teilen des Stammes recht konstant (*P. pectinatus*). So zeigte sein längster und kürzester Durchmesser folgendes Prozentverhältnis zum längsten und kürzesten Durchmesser des Internodiums:

Im untersten Internodium	18 resp.	16 %
im dritten Internodium	23 „	17 %
in einigen der mittleren Internodien 20—22	„	17 %
im obersten Internodium	20 „	15 %.

Schnitte durch das erste entwickelte Stamminternodium zeigen den Zentralzylinder fast vollständig mit dem des entsprechenden Teiles von *P. vaginatus* übereinstimmend (Fig. 30). Der einzige wesentliche Unterschied besteht darin, dass das mechanische Element bei der Hybride bedeutend schwächer vertreten ist. Unzweifelhaft steht dies mit der Einmischung von *P. pectinatus* in Verbindung. An Querschnitten des Stammes einige Internodien höher hinauf findet man die Form des Zentralzylinders schwach länglich, die lateralen Gefässbündel zeigen eine ausgeprägte Tendenz sich einander zu nähern, um zu verschmelzen, und ausserdem ist das zentrale Grundgewebe in hohem Grade reduziert (*P. pectinatus*). Im übrigen erinnert der Bau sehr stark an *P. vaginatus*. Fig. 31 und 32 zeigen Querschnitte von zwei der mittleren Internodien des Stammes. In Fig. 31 nimmt die Form durchaus eine Mittelstellung zwischen den beiden Stammarten ein. Sowohl die Holz- als die Siebteile der lateralen Gefässbündel sind völlig verschmolzen wie bei *P. pectinatus*, während *P. vaginatus* sich darin zu erkennen giebt, dass die zentralen Gefässlacunen von einander getrennt sind. Sie sind jedoch dicht neben einander gestellt ohne jedes Grundgewebe dazwischen. In Fig. 32 sieht man den Typus von *P. pectinatus* fast völlig durchgeführt. Die einzige Abweichung besteht darin, dass der Zylinder etwas weniger seitlich zusammengedrückt ist (vergl. Fig. 32 mit Fig. 4 und 5). Gleichwohl zeigt der Zentralzylinder ziemlich selten in den mittleren Internodien eine so vollständige Uebereinstimmung mit

P. pectinatus, wie Fig. 32 sie ergibt. Bedeutend gewöhnlicher sind Form und Bau wie in Fig. 31. Häufig findet man dann die beiden zentralen Lacunen durch einen schmalen Kanal verbunden. In den obersten Internodien waren in den untersuchten Exemplaren alle Gefässlacunen zu einer verschmolzen, während die lateralen Leptomteile von den zentralen durch verholzte Zellen getrennt waren. Das Ganze erinnerte in hohem Grade an *P. pectinatus* (vergl. Fig. 35 mit Fig. 7).

Fig. 33 zeigt Querschnitte vom ersten Internodium eines der untersten Zweige und Fig. 34 einen solchen von einem etwas höher gelegenen Internodium desselben Zweiges. In beiden Fällen geben sich die Eigenschaften beider Eltern deutlich zu erkennen. Doch ist in Fig. 33 *P. pectinatus* etwas besser vertreten als die andere Art, in Fig. 34 dagegen *P. vaginatus*.

Diese Eigentümlichkeit im Bau des Zentralzylinders der in der Rede stehenden Hybride, in einem Internodium stark an die eine Stammart zu erinnern, in einem anderen mehr an die andere, ist immerhin so eigentümlich, dass ich nicht umhin kann nochmals auf sie hinzuweisen. Dass diese Eigenschaft nicht nur für diesen Fall gilt, sondern bei anderen Hybriden der Gattung wiederkehrt, dürfte ich weiter hin in der Lage sein nachzuweisen.

Das **Stengelblatt** (Fig. 47) zeigt in seinem Bau eine deutliche Mischung der Eigentümlichkeiten beider Arten. So beträgt die Dicke, welche die ganze Breite hindurch ziemlich gleichmässig ist (*P. vaginatus*), etwa 16% der Breite, während sie, wie schon erwähnt, bei *P. vaginatus* 13–15% beträgt, bei *P. pectinatus* 20–21%. Die Sklerenchymscheiden, welche die Nerven umgeben, sind mitunter geschlossen (*P. vaginatus*), häufiger aber sind sie auf den Seiten mehr oder weniger offen (*P. pectinatus*, Fig. 40). Die beiden äusseren Seitennerven verlaufen nie, wie bei *P. pectinatus* dicht unter dem Blattrande, aber diesem doch bedeutend näher als bei *P. vaginatus* (vergl. Fig. 47 mit Fig. 38 und Fig. 43). Ferner muss darauf hingewiesen werden, dass die Zellen des Grundgewebes in Bezug auf ihre Grösse mitten zwischen den Stammformen stehen, sowie dass die Zellschicht innerhalb

der Epidermis eine schwache Tendenz zeigt sich zu verdoppeln (*P. vaginatus*). Ausserdem sind die Luftkanäle grösser als bei *P. vaginatus* aber kleiner als bei der anderen Art. In einigen Blättern trifft man ein bis zwei dünne mechanische Stränge (*P. vaginatus*), in anderen aber fehlen sie gänzlich.

Die Scheide (Fig. 48) zeigt keinen so scharf markierten Unterschied zwischen dem Rückenteil und den Seitenteilen wie bei *P. pectinatus*, aber ihre Dicke ist doch in der Mitte am grössten und nimmt nach den Seiten zu allmählich ab. Der Mittelnerv ist kräftig und bildet, wie bei *P. vaginatus* etwa die Hälfte von der Dicke der Scheide. Zu beiden Seiten dieses Nerven verlaufen 4 recht bedeutende Seitennerven. Ausserdem trifft man hier in den unteren grösseren Scheiden verhältnismässig gut entwickelte mechanische Stränge an; 14—15 auf jeder Seite. In den oberen kleineren Scheiden ist ihre Zahl bedeutend geringer. Die Luftkanäle sind enger als bei *P. pectinatus*, aber weiter als bei *P. vaginatus*. Schliesslich sei darauf hingewiesen, dass die Zellen des Grundgewebes in ihrer Grösse mehr an *P. pectinatus* erinnern, aber eine doppelte Zellschicht innerhalb der Aussenseite der Epidermis bilden wie bei *P. vaginatus*.

Wie die Stengelblätter, so nehmen auch die Zweigblätter eine völlig intermediäre Stellung ein.

Potamogeton filiformis Pers.

Taf. II. Fig. 49—54.

Von dieser Art wurden Exemplare untersucht, die zum Teil in Karelia pomorica im Hochsommer 1897 in einem See mit süssem Wasser gesammelt worden waren, zum Teil in den Skären von Pedersöre in Brackwasser Anfang September 1898. Das etwa 1 mm dicke Rhizom steckt 3—5 cm unter der Bodenfläche. Man trifft auch bei dieser Art im Hochsommer und Herbst in der Rhizompartie Ausläufer, die in einer ebenso gestalteten Winterknospe enden wie bei *P. pectinatus*, nur dass sie viel kleiner ist.

Die ersten Internodien des aufrechten Sprosses sind von der Dicke des Rhizoms, relativ lang, weiss und unverzweigt.

Gewöhnlich erreicht das dritte derselben das Wasser und sobald dies geschehen ist, werden die darauffolgenden Internodien ausserordentlich kurz. Oft besitzen sie nur eine Länge von einigen wenigen mm. Sie verzweigen sich wiederholt und nehmen rasch an Dicke ab, bis sie fast fadendünn geworden sind. Hierauf treten wieder langgestreckte, unverzweigte Internodien auf.

Rhizom. Die Epidermiszellen sind bedeutend kleiner als bei den beiden früher beschriebenen Arten; ihre Aussenwände verhalten sich wie bei *P. vaginatus*. Die Luftkanäle beginnen stets innerhalb der ersten Rindenzellschicht. Sie sind etwas langgestreckt in radiärer Richtung, und die am meisten nach aussen liegenden ungefähr von derselben Weite, wie die in der Mitte der Rindenschicht befindlichen. Rindenstränge wenige (höchstens 6) und unbedeutende. Endodermiszellen relativ gross und in den meisten Fällen nicht unbedeutend U-förmig verdickt und verholzt.

Der Zentralzylinder ist etwas weniger seitlich zusammengedrückt als bei den übrigen zu dieser Gruppe gehörenden Arten, seine relative Stärke etwas grösser (sein Durchmesser 20—30% von dem des ganzen Organes). Im übrigen zeigt er grosse Uebereinstimmung mit dem entsprechenden Teile bei *P. pectinatus*. Das mechanische Element ist jedoch etwas besser vertreten, und die Leptomteile der lateralen Gefässbündel sind durch Grundgewebe von einander getrennt, wie bei *P. vaginatus*.

Die Internodien mit Winterknospen zeigen gleichartige anatomische Abweichungen vom normalen Rhizom wie bei *P. pectinatus*. So folgt innerhalb einer dünnwandigen Epidermis ein relativ mächtiges und ausserordentlich durchlüftetes Rindengewebe. Die Endodermis ist unverdickt und unverholzt, die Zellen im Zylinder sehr schwach differenziert.

Im Bau der Knospe habe ich keine Abweichungen von *P. pectinatus* gefunden.

Aufrechter Stamm. Die Epidermiszellen in verschiedenen Teilen des Stammes wie bei *P. vaginatus*, nur in den unteren und mittleren Internodien recht stark papillös. Die Rindenschicht in den unteren Teilen des Stammes recht mächtig.

Man trifft hier 3—5 Luftkanäle in konzentrischen Reihen an, von denen die äusserst liegenden bedeutend grösser sind als die übrigen (Fig. 49). In den oberen, feinen Internodien findet sich nur ein äusserer Ring von grossen Kanälen und innerhalb dieses ein zweiter von ganz kleinen. In beiden Fällen sind die äusseren Kanäle im Verhältnis zum Organ bedeutend grösser als bei *P. pectinatus* und *P. vaginatus*. Rindenstränge finden sich in den dicksten Internodien gewöhnlich 6, in den mittleren 4 und in den obersten, feinsten meist nur 2. Sie kommen stets in dem Teile des Rindengewebes vor, welches ausserhalb der lateralen Gefässbündel des Zylinders liegt, und bestehen zum grössten Teil aus gut entwickelten mechanischen Zellen mit nur wenig Leptom in der Mitte.

Der Zentralzylinder erweist sich in Querschnitten entweder rund wie bei *P. vaginatus* oder häufiger schwach elliptisch. In diesem Falle liegen die zentralen Gefässbündel in der Längsachse der Ellipse, nicht wie bei *P. pectinatus* senkrecht zur selben. Die relative Dicke des Zentralzylinders zeigt im allgemeinen eine schwache Tendenz nach oben hin zuzunehmen.

So betrug sein Durchmesser in einem der österbottnischen Exemplare im Verhältnis zum kürzesten resp. längsten Durchmesser des etwas abgeplatteten Internodiums:

im untersten Internodium	24	resp.	25 %
im vierten „	22	„	27 %
in einem der mittleren Internodien	26	„	30 %
in einem der obersten „	30	„	32 %

Die Anordnung der Gefässbündel, ihr Bau und Verlauf den Stamm hindurch zeigen grosse Uebereinstimmung mit *P. vaginatus*. Allerdings gibt es ja kleinere Differenzen, wie die bedeutend geringere Grösse der Siebröhren bei *P. filiformis* und die schwächere Entwicklung des Markgewebes in den unteren Internodien, welche unter dem Mikroskop auf den ersten Blick erkennen lassen, welche Art vorliegt, aber diese Unterschiede näher zu charakterisieren ist durchaus nicht leicht.

Stolonen von den Knospen der oberen Blattachsen habe ich bei dieser Art nicht gefunden.

Der **Aehrenstiel** (Fig. 50) bei dieser Art, welche unter dem Wasser blüht, ist bedeutend feiner als bei den vorhergehenden. Die Aussenwand der Epidermiszellen ist ausserordentlich dünn, und die Luftkanäle zeigen sich, wenngleich kleiner als im Stamme, relativ bedeutend grösser als bei *P. pectinatus* und *vaginatus*. Rindenstränge finden sich nicht.

Die relative Dicke des Zentralzylinders ist ungefähr die gleiche wie bei den vorhergehenden Arten. Wie bei *P. vaginatus* findet sich eine verhältnismässig mächtige Sklerenchymscheide innerhalb der Endodermis und von dieser geht ein Querband von verholztem Grundgewebe aus, das den Zentralzylinder in zwei Hälften teilt. In jeder Hälfte findet sich eine recht grosse Gefässlacune, welche auf die gewöhnliche Weise von Vasalparenchym umgeben und von Leptom begleitet ist. Die Sklerenchymscheide entsendet mitunter Vorsprünge zur Mitte der Gefässlacunen hin. Dieser Umstand deutet an, dass auch hier eigentlich vier Gefässbündel vorliegen, welche zu zwei und zwei verschmolzen sind.

Stengel- und Zweigblätter (Fig. 51 und 52) sind hier wesentlich von gleichem Bau, wenngleich die ersteren gewöhnlich etwas breiter sind als die letzteren. Alle Blätter sind 3-nervig. Bei den karelischen Exemplaren aus süssem Wasser verliefen die Seitennerven dicht unter dem Blattrande, bei den österbottnischen dagegen etwas tiefer nach innen in der Spreite, wenngleich nicht so weit wie bei *P. vaginatus*. Was den Bau der Epidermiszellen und der Nerven betrifft, so zeigen die Blätter grosse Uebereinstimmung mit *P. vaginatus*. Besonders charakteristisch für diese Art ist, dass sich sowohl in den Zweig- als Stengelblättern eine doppelte Schicht von Grundgewebszellen innerhalb der Epidermis findet. Die Angabe Sauvageau's¹⁾, dass die bei *P. pectinatus* unter der Epidermis des Blattes befindliche einfache Zellschicht für die ganze Gruppe *Vaginiferæ* charakteristisch sei, ist somit nicht stichhaltig. Im übrigen zeigen die Blätter grosse Aehnlichkeit mit den Zweigblättern bei *P. pectinatus*.

¹⁾ C. Sauvageau, Feuill. d. Monoc. aquat. (Ann. d. sc. nat. bot. t. 13 p. 182)

Die Scheide (Fig. 53) besass bei den karelischen Exemplaren einen kurzen aber sehr dicken, von grossen Luftkanälen erfüllten Dorsalteil, der sich plötzlich zu breiten, aus

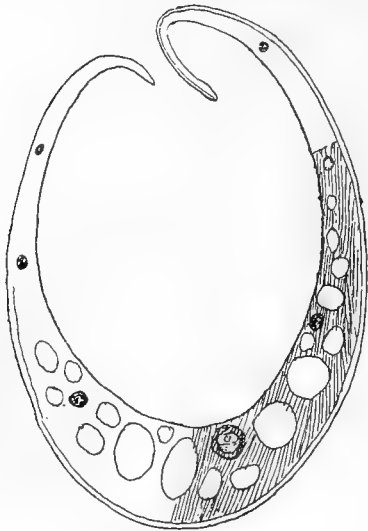


Fig. 3.
Querschnitt der Blattscheide österbottnischer Exemplare.

nur 3 Zellschichten aufgebauten Seitenteilen verdünnte. Bei den österbottnischen Exemplaren (Textfigur 3) war die Verschmälerung der Flanken viel gleichmässiger. Die ersteren erinnerten etwas mehr an *P. pectinatus*, die letzteren an *P. vaginatus*. Diese Aehnlichkeit unter den österbottnischen Exemplaren wurde noch dadurch verstärkt, dass die Luftkanäle sich ziemlich weit in die Seitenteile hinein erstreckten. In beiden Fällen waren die Epidermiszellen sehr klein und die Mittel-

nerven im Verhältnis zur ganzen Scheide ausserordentlich kräftig. Durch beide Seitenteile verliefen einige dünne Nerven, die zum grössten Teil und mitunter gänzlich aus mechanischen Zellen bestanden.

Die Wurzeln (Fig. 54) sind im allgemeinen etwas dünner (0.18—0.3 mm im Durchmesser) als bei den beiden vorhergehenden Arten und das Grundgewebe im Zentralzylinder etwas schwächer vertreten. Im übrigen stimmen sie völlig mit den Wurzeln von *P. vaginatus* überein.

Potamogeton filiformis × *vaginatus* n. hybr.

Am 22. August 1901 fand ich im Bottnischen Meerbusen bei Jakobstad diese neue Bastarde. Sie trat auf einem ziemlich beschränkten Gebiete in reichlicher Menge auf. Die Wassertiefe betrug c. 1 m oder etwas mehr und der Boden bestand aus festem Sand, wie ihn *P. vaginatus* jedem andern vorzieht. Dem Ufer näher, wo das Wasser weniger tief war, kam *P. filiformis* vor. Ich habe dieselbe in den letzten Jahren nicht wiederfinden können, wahrscheinlich, weil der betreffende Platz später als Niederlage für Holz benutzt

wurde. Ungefähr 80 Inflorescenz-tragende Individuen wurden gesammelt, von denen jedoch nur 5 Exemplare eine geringe Anzahl dem Aussehen nach reife Früchte trugen. Die Exemplare sind *P. filiformis* sehr ähnlich, doch sind sie bedeutend länger (50—70 cm) und gröber (die untersten Internodien 2—2.5 mm dick), sowie auch in den oberen Teilen reich verzweigt und blättertragend. Die unteren Internodien des Stammes sind ausserdem viel länger (3—7 cm) als bei *P. filiformis*, und wie bei *P. vaginatus* gehen scheinbar von jedem Gliede mehrere Zweige aus, die infolge des Druckes, den sie auf einander ausüben, mehr oder weniger platt sind. Die unteren Blattscheiden sind breiter (c. 2 mm) und fester als bei *P. filiformis*. Die *Stipulæ adnatæ* finden sich wie bei letzterwähnter Art auch an den unteren Scheiden, sind aber hier ganz kurz (2—3 mm), an den oberen jedoch länger (10—12 mm). Doch sind sie nicht wie bei *P. filiformis* röhrenförmig geschlossen, sondern offen (*P. vaginatus*). Ein bedeutender Unterschied findet sich zwischen den kürzeren und breiteren Stammblättern (3—6 cm lang, 1.7—1 mm breit) sowie den längeren (bis 15 cm) und beinahe fadenförmigen Zweigblättern (*P. vaginatus*). Die Stammblätter sind wenigstens in ihrer unteren Hälfte deutlich rinnenförmig (*P. filiformis*). Wie bei *P. filiformis* trägt jedes Individuum gewöhnlich nur eine Inflorescenz an einem 10—20 cm langen zarten Stiel, der sich gar nicht oder doch nur ganz unbedeutend über die dichte Blattmasse erhebt, geschweige denn die Wasseroberfläche erreicht. Die Aehre hat gewöhnlich 4, ein wenig von einander entfernte Abteilungen. Die Frucht mit bald abgerundetem, bald zugeschärftem Deckel steht in Bezug auf die Grösse in der Mitte derjenigen der Stammarten.

Das **Rhizom** (Textfiguren 4 und 5) erreicht bei dieser Form eine Dicke von 3—4 mm. Die Luftkanäle, in 5—6 konzentrischen Kreisen geordnet, beginnen innerhalb der ersten Rindenzellschicht (*P. filiformis*). In einigen Rhizomen waren die äusserst liegenden Kanäle ebenso weit als die inneren; in diesem Fall waren keine Rindenstränge vorhanden (Textfig. 4). In anderen waren die am meisten periferischen Kanäle bedeutend enger, und Rindenstränge, 8—10 an der Zahl, mit gut entwickelten mechanischen Scheiden lagen in einem mit dem Umkreise konzentrischen Kreise (Textfig. 5).

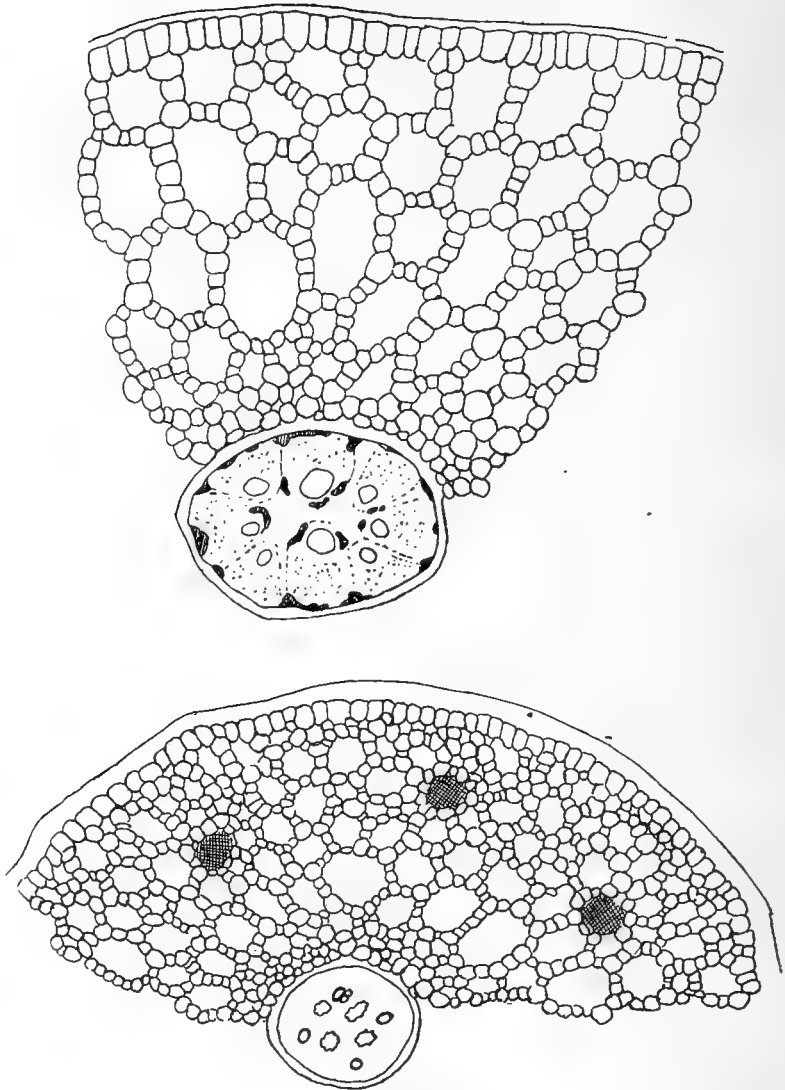


Fig. 4 u. 5.

Rhizom von *P. vaginatus* × *filiformis*. Querschnitt (50%).

An einigen der untersuchten Exemplare betrug der Durchmesser des Zentralzylinders im Verhältnis zum längsten resp. kürzesten Durchmesser des etwas abgeplatteten Internodiums

im Exemplar 1	18 resp. 22 %
im Exemplar 2	23 „ 27 %.

Als entsprechende Ziffern für *P. vaginatus* habe ich 17—17.5 resp. 14—14.5% festgestellt, für *P. filiformis* 20—30%. Die Anordnung und Anzahl der Gefässbündel wie bei den

Stammarten. Das Grundgewebe zwischen den Gefässbündeln ist sehr zart; die Leptomteile der lateralen Bündel fließen beinahe ineinander.

Die unteren Internodien des aufrechten Stammes sind oval, beinahe rund, mit einer schwachen Vertiefung an der Seite, von welcher die Zweige ausgehen. Weiter nach oben

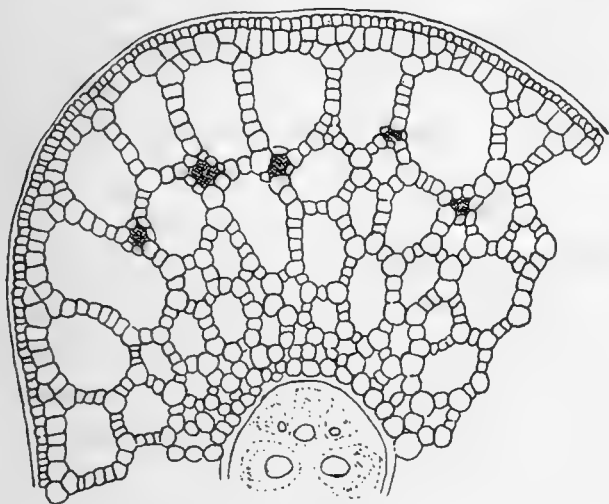


Fig. 6.

Internodium aus der Mitte des Stammes von *P. vaginatus* + *filiformis* Querschnitt ($59/1$).

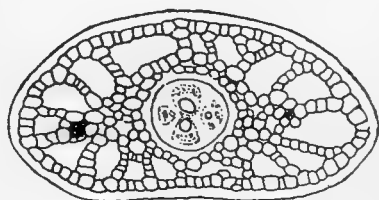


Fig. 7

Zehntes Stamminternodium von *P. vaginatus* + *filiformis* Querschnitt ($50/1$).

werden die Internodien wie bei *P. vaginatus* mehr und mehr abgeplattet (Textfiguren 6 und 7). So betrug an einem der untersuchten Exemplare der längste resp. kürzeste Durchmesser

im ersten Internodium	. . .	2.6 resp. 2.3 mm
im vierten	„ . . .	1.8 „ 1.2 „
im achten	„ . . .	0.86 „ 0.4 „

Die Epidermiszellen, die grösser als bei *P. filiformis*, aber kleiner als bei *P. vaginatus* sind, haben in den unteren Internodien dieselbe Form und gleiche Wandverdickungen wie bei letzterwähnter Art, sind aber in den mittleren deutlich papillös (*P. filiformis*). Die Luftkanäle beginnen in den ersten Internodien in der Regel innerhalb der zweiten Rindenzellschicht wie bei *P. vaginatus*, aber schon in dem drit-

ten und vierten Internodium in der Regel, sowie in den übrigen *stets* innerhalb der ersten. In den untersten Internodien trifft man 5—7 konzentrische Kreise von Kanälen an, und zwar sind die äussersten merkbar enger als die zentralen, wenn auch nicht in so hohem Grade als bei *P. vaginatus*. Weiter nach oben nimmt die Zahl der Kanäle ab. So wurden im siebenten Internodium 3—4, im sechsten 3 solche Kreise angetroffen. Schon vom dritten Internodium an sind die äusserst belegenen Kanäle die grössten und die Weite nimmt nach dem Zentralzylinder zu *allmählich* ab. Sie zeigen hierin auch in den oberen Teilen des Stammes eine auffallende Ähnlichkeit mit *P. vaginatus*. Doch sind die Kanäle relativ grösser.

Rindenstränge kommen viel weniger vor als bei *P. vaginatus*, obgleich mehr als bei *P. filiformis*, sowie etwas zahlreicher in den mittleren Internodien als in den unteren. Hierin findet sich also eine Übereinstimmung mit *P. vaginatus*, wie auch darin, dass die Stränge ziemlich gross sind mit bedeutend entwickeltem Leptom. Doch zeigt sich die Einwirkung der *P. filiformis* durch ihre relativ geringe Anzahl und durch ihre Anordnung hauptsächlich in der Mitte der Rinde. So fanden sich in einem der untersuchten Exemplare

im ersten Intern.	16 Str.	} ziemlich gleichförmig verteilt.
im zweiten „	18 „	
im dritten „	20 „	} nur in der Mitte der Rinde und hauptsächlich ausserhalb der lateralen Bündel wie bei <i>P. filiformis</i> .
im vierten „	14 „	
im sechsten „	8 „	
im achten „	4 „	
im zwölften „	2 „	

Der Zentralzylinder ist in den beiden unteren Internodien schwach zusammengedrückt, in den übrigen vollkommen rund. Die relative Dicke nimmt nach oben hin bedeutend mehr zu als bei *P. filiformis*, aber etwas weniger als bei *P. vaginatus*. So war an einem der untersuchten Exemplare der Durchmesser desselben im Verhältnis zu dem kürzeren resp. längeren Durchmesser des Internodiums

in dem untersten Internodium	16.2	resp.	16.4 %
in dem zweiten	19.4	„	17.3 %
in dem dritten	23.2	„	19.6 %
in dem vierten	27.2	„	18.5 %
in dem sechsten	32.2	„	21.5 %
in dem achten	50	„	22.7 %
in dem zehnten	42.3	„	30 %.

Die Anzahl, die Anordnung und das Verschmelzen der Gefässbündel verhält sich wesentlich wie bei den Stammarten. Die Siebröhren sind besonders gross und deutlich und in den lateralen Bündeln des ersten Internodiums kommen einzelne, schwach spiralförmig verdickte Gefässe vor. Wie bei *P. filiformis* ist das Grundgewebe zwischen den Gefässbündeln sehr schwach vertreten.

Der runde und ein wenig plattgedrückte Aehrenstiel war bei den untersuchten Exemplaren von etwas wechselnder Dicke: 0.7—0.8 mm gegen 1.2—1.3 mm bei *P. vaginatus* und 0.58—0.65 mm bei *P. filiformis*. Die Luftkanäle in der Rinde waren relativ grösser als bei *P. vaginatus*, aber kleiner als bei der anderen Stammart. In einigen Stielen erinnert die Rinde durch die ziemlich gleich weiten Kanäle in dem äusseren und dem zentralen Teile mehr an *P. vaginatus*. Bei anderen dagegen sind die äusseren durch bedeutend grössere Weite von den inneren verschieden (*P. filiformis*). Die Gefässbündel, 4 an der Zahl, sind auf dieselbe Weise geordnet und von einander entfernt wie bei *P. vaginatus*. Doch ist das Markgewebe schwächer verholzt.

Die **Stammblätter** (Textfiguren 8 und 9) zeigen in ihrem Bau eine ziemlich intermediäre Stellung. Bei den unteren Blättern betrug die Dicke 24—35 % der Breite, während dieselbe, wie schon erwähnt, bei *P. vaginatus* ungefähr 16 % ist und bei *P. filiformis* c. 46 %. Die Blattscheibe ist in der Mitte etwas dicker und wird nach den Seiten hin allmählich dünner. Die äusseren Mesophyllzellen sind bedeutend kleiner als bei *P. vaginatus*, und zwischen den Luftkanälen und der Epidermis kommt stets eine doppelte Zellschicht vor (*P. filiformis*). Das Innere wird von zahlreichen, relativ kleinen und unregelmässig geordneten Kanälen eingenommen.

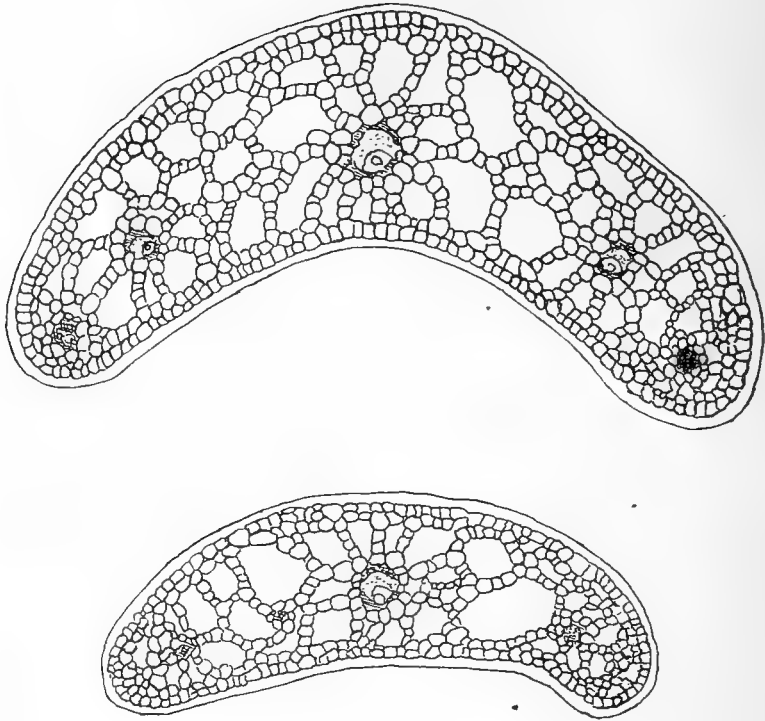


Fig. 8 u. 9.

Stammblätter von *P. vaginatus* + *filiformis*.
Querschnitt ($^{50}/_1$).

Die Blätter sind konstant 5 nervig, und die Nerven von schwach verdickten, an den Seiten oft unterbrochenen mechanischen Scheiden umgeben. Besonders charakteristisch ist es, dass die beiden äusseren Seitennerven ziemlich weit vom Blattrande laufen, von diesem durch 4—5 Zellschichten oder bisweilen auch durch kleine Lacunen getrennt (*P. vaginatus*).

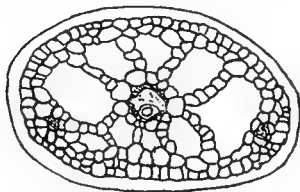


Fig. 10.

Zweigblatt von *P. vaginatus* + *filiformis*
Querschnitt ($^{50}/_1$).

In einigen Blättern sind ausserdem etliche mechanische Stränge beobachtet worden (*P. vaginatus*). In den oberen schmälere Stammblättern (Fig. 9) erinnert die Anordnung der Lacunen etwas mehr an *P. filiformis*. In den Zweigblättern (Fig. 10) sind die Seitennerven von der Epidermis des Blattrandes durch 2 Zellschichten getrennt und das Grundgewebe macht einen etwas kompakteren Eindruck als in dem entsprechenden Teile der *P. filiformis*.

Das Totalbild, das der Querschnitt der Blattscheide zeigt, stimmt in überraschendem Grade mit dem der österbott-

nischen Exemplare der *P. filiformis* überein, sodass ein bestimmter Einfluss der *P. vaginatus* kaum nachgewiesen werden kann. Dies gilt sowohl der allgemeinen Form als auch der Anzahl, Grösse und Anordnung der Luftkanäle. Die Ähnlichkeit mit der erwähnten Art wird dadurch noch gesteigert, dass mechanische Stränge äusserst sparsam vorkommen. Doch trifft man hier in der Regel auf beiden Seiten des Mittelnerven 5 Stränge mit oder ohne Leptom gegen 3 bei *P. filiformis*. Als eine geringe Ungleichheit kann ferner hervorgehoben werden, dass die Epidermiszellen bedeutend grösser sind.

In den **Wurzeln**, die bei den Stammarten ausserordentlich gleichartig gebaut sind, habe ich nichts von Interesse finden können.

Die Gruppe Graminifoliæ.

Potamogeton obtusifolius M. et K.

Taf. II. Fig. 55—59, Taf. III. Fig. 60—61.

Die Exemplare sind von Magister A. Luther in Hormasee in Lojo (Provinz Nyland) am 27. VII. 1898 gesammelt. Die Art fand sich hier auf sehr lockerem schlammigen Boden. Das im Schlamme kriechende Rhizom war 7—8 cm lang und trug an der Spitze eine Winterknospe, die im Frühling gekeimt hatte und aus der sich der aufrechte Spross entwickelte. Diese Knospe war 3—4 cm lang und bestand aus einigen ganz kurzen, sehr angeschwollenen Internodien, von denen jedes ein relativ kurzes, an der Spitze abgestutztes Blatt trug. In den unteren Regionen war der aufrechte Stamm einfach, verzweigte sich aber in den oberen sehr stark.

Rhizom (Fig. 55). Die Internodien sind nur 4—5 mm lang, in Querschnitten durch die Mitte elliptisch. Breite (1.74 mm) und Dicke (0.8 mm) verhielten sich zu einander wie 1: 0.44. Die Epidermiszellen sind verhältnismässig gross und recht dünnwandig; ihre äusseren und oft auch die übr-

gen Wände sind verkorkt. Innerhalb der Epidermis folgt eine 3—4 Zellschichten mächtige, kompakte Rindenschicht. Durch diese verlaufen einige mechanische Stränge die aus einigen wenigen schwach verdickten Zellen aufgebaut sind. Innerhalb dieser Schicht findet sich eine andere, welche relativ grosse, durch einfache Septa getrennte Luftkanäle führt. In der Nähe des Zentralzylinders ist das Rindengewebe wieder kompakt. Die Rindenzellen sind dünnwandig. Auch die Endodermiszellen sind fast unverdickt, aber ihre radiären und besonders die äusseren tangentialen Wände sind stark verkorkt.

Der Zentralzylinder ist seitlich zusammengedrückt, sein Querschnitt nahezu elliptisch. Er wird durch quergehende Bänder von Grundgewebe in einen medianen und zwei laterale Teile geteilt. In der Mitte des zentralen Teiles trifft man eine grössere Vasallacune an, welche den gemeinsamen, verschmolzenen Gefässteil der hier verlaufenden Bündel repräsentiert. Sie ist von einem Ring unverdickter und unverholzter Vasalparenchymzellen eingefasst. Zwischen diesen Zellen und der Endodermis findet sich Leptom mit ausserordentlich schwach differenzierten Zellen. In den lateralen Teilen trifft man gleichfalls eine von Holzparenchym eingefasste und auf der äusseren Seite von wenig differenziertem Leptom begleitete Gefässlacune an.

Die Winterknospe. Querschnitte durch die Internodien derselben sind im allgemeinen grösser und namentlich bedeutend weniger zusammengedrückt als die des Rhizoms. Beispielweise sei angeführt, dass ein Querschnitt durch die Mitte der Winterknospe desselben Exemplares, dem das oben beschriebene Rhizom entstammte, 1.8 mm breit und 1.2 mm dick war (1: 0.66). Die Epidermiszellen ungewöhnlich gross, ihre radiäre Ausdehnung grösser als die tangentiale. Ihre Aussenwände sind ziemlich stark verdickt, die Cuticula dagegen äusserst kompakt. In der Mitte desselben finden sich einige kleinere Luftkanäle, sonst aber trifft man nur gewöhnliche Interzellularräume zwischen den grossen und sehr dünnwandigen Zellen, oder auch schliessen diese sich lückenlos an einander an. Mechanische Stränge fehlen gänzlich. Die Wände der eckigen Endodermiszellen sind noch dünner als im Rhizom, und nur die radiären sind verkorkt.

Der Zentralzylinder ist schwächer zusammengedrückt und im Verhältnis zum ganzen Organe bedeutend kleiner als im Rhizom. Ihr Bau ist wesentlich der gleiche, doch sind die Gefässlacunen der lateralen Teile hier durch ein oder einige Gefässe mit unverholzten, aber deutlich spiralg verdickten Wänden ersetzt.

Aufrechter Stamm (Fig. 56—58). Mit Ausnahme des untersten Teiles, der allmählich in die Internodien der Winterknospe übergeht, ist der aufrechte Stamm in seiner ganzen Länge ziemlich gleichförmig. Der Querschnitt ist auch hier elliptisch (Fig. 56), etwas kleiner als im Rhizom, aber ungefähr von gleicher Form (Breite: Dicke = 1: 0.46—0.50). Die Epidermiszellen sind kleiner geworden, ihr Querdurchschnitt fast quadratisch, und die Aussenwände schwächer verdickt. Dafür ist die Cuticula etwas besser ausgebildet. Im nächsten Umkreise der Endodermis findet sich eine 2—3 Zellschichten mächtige, kompakte Rindenschicht. Der Rest des Rindengewebes besteht aus grossen, durch einfache Septa von einander getrennten Luftkanälen, welche sich bis zur Epidermis hinaus erstrecken (Fig. 57). An allen Stellen, wo Septa an die Epidermis stossen, findet sich ein kleiner, subepidermaler, mechanischer Strang, der gewöhnlich aus etwa 5 Zellen besteht. Die Rindenzellen sind hier bedeutend kleiner als in den unterirdischen Teilen und im allgemeinen dünnwandig. Eine Ausnahme machen jedoch die Zellen in der kompakten Schicht um den Zentralzylinder, welche recht stark verdickt sind. Die Endodermiszellen sind O-förmig verdickt und verholzt. Mitunter hat auch eine der zunächst ausserhalb liegenden Rindenzellen dieselbe Modifikation erlitten (Fig. 58).

Die Form und relative Grösse des Zentralzylinders im Verhältnis zum Organ ist wesentlich dieselbe wie im Rhizom. Desgleichen findet man auch hier den zentralen und die lateralen Teile durch stärkehaltige Bänder von Grundgewebe getrennt. Nach allem, was ich finden konnte, besteht der zentrale Teil aus vier Gefässbündeln, deren Leptome von einander getrennt sind, aber deren Gefässeile sich zu einer gemeinsamen grossen, zentralen Lacune vereinigt haben (Fig. 58). In den lateralen Teilen sind die in den Interno-

dien der Winterknospe befindlichen Gefässe wieder durch Lacunen ersetzt, jede von Leptom begleitet. Die Siebröhren sind im allgemeinen gross und ausserordentlich deutlich hervortretend. Verfolgt man den Bau des Zentralzylinders gleich unterhalb der Knoten, so findet man, dass die lateralen Bündel kaulinär sind, während die zentralen abwechselnd nach rechts und links zu den Blättern abbiegen. Die Zellen des Grungewebes haben gewöhnlich mehr oder weniger verdickte Wände. Mitunter sieht man, besonders in älteren Internodien, auch die eine oder andere derselben verholzt, im allgemeinen ist jedoch das mechanische Element im Stamme sehr kümmerlich entwickelt

Der Aehrenstiel (Fig. 59) ist nur 1—2 cm lang und bedeutend weniger zusammengedrückt (Breite: Dicke = 1: 0.63—0.66) als die Internodien des Stammes. Die subepidermalen mechanischen Stränge sind gänzlich verschwunden, und die Luftkanäle reichen nicht bis an die Epidermis, sondern sind durch eine Schicht Rindenzellen von dieser getrennt. Das Zentrum des Organes besteht aus einem ziemlich kompakten und recht dickwandigem Parenchym. Während in der Gruppe *Vaginiferæ* die Gefässbündel im Aehrenstiel wie im Stamme von einer gemeinsamen Endodermis umschlossen sind, so sind sie hier aus einander gerückt. Es sind ihrer vier. Die verschiedenen Bündel sind von recht gut entwickelten Sklerenchymscheiden umschlossen, deren Zellen, besonders auf der dem Zentrum des Organes zugewandten Seite, allmählich in die umgebenden dickwandigen Rindenzellen übergehen. Gebaut sind die Bündel ganz wie die des Stammes.

Die **Laubblätter** sind 6—7 cm lang und 25—37 mm breit. Von einer schmalen Basis erweitern sie sich allmählich, bis sie etwa einen cm von der Insertionsstelle ihre volle Breite erreicht haben, die sie dann in ihrer ganzen Länge beibehalten. Sie laufen in eine abgerundete, mit einer unbedeutenden grubenförmigen Vertiefung (Hydathode) versehene Spitze aus. Nerven gibt es drei; der Mittelnerv ist kräftig, die Seitennerven ganz schwach; durch Anastomosen stehen die Seitennerven mit dem Mittelnerven in Verbindung, mit welchem sie sich ein kleines Stück von der Spitze entfernt

vereinigen. — An Querschnitten durch das Blatt (Fig. 60) sieht man, dass die Mitte desselben eine recht kräftige, unten vorspringende Leiste enthält, welche plötzlich in die ganz dünne Spreite übergeht. In der Mitte der Leiste verläuft der Mittelnerv, dessen Gefässbündel gebaut ist wie diejenige des Stammes. Er ist auf der oberen und unteren Seite von bogenförmigen, mechanischen Bändern begleitet. Im übrigen besteht die Leiste aus grossen, durch einfache Septa von einander getrennten Luftkanälen, welche im allgemeinen von der Epidermis der oberen Seite zu der der unteren gehen. An den Stellen, wo diese Septa an die Epidermis stossen, werden sie durch ganz schwache mechanische Stränge gestützt.



Fig. 11.

Blattspitze von *P. obtusifolius* (10/1).

Die Seitennerven erzeugen keine irgendwie bedeutende Anschwellung der Blattspreite. Sie bestehen nur aus einigen wenigen mechanischen Zellen auf der oberen Seite und Leptom auf der unteren. Die Spreite ist ausserordentlich dünn und besteht ausser den beiden Hautschichten nur aus einer einzigen Zellschicht. Stomata fehlen, und die Cuticula der Epidermiszellen ist äusserst schwach entwickelt. Die Epidermiszellen auf der oberen Seite sind bedeutend grösser als auf der unteren. Der äusserste Blattrand wird durch einen kleinen Strang verstärkt, der aus einigen wenigen mechanischen Zellen besteht.

Die **Blätter der Winterknospe** sind nur 1.5—2 cm lang, etwas schmaler als die Laubblätter und an der Spitze scharf abgestutzt. Sie unterscheiden sich von den Laubblättern auch darin, dass sie in ihrer ganzen Breite oder wenigstens in zwei Dritteln derselben relativ dick und lacunös sind (Fig. 61). Die Lufträume kommen bis an die ungewöhnlich grossen Epidermiszellen heran, oder es liegt eine einfache Zellschicht dazwischen. Sie sind von einander durch Septa getrennt, die wenigstens unten und oben an der Epidermis die Tendenz zeigen sich zu verdoppeln. Da die Kanäle recht eng sind und die Rindenzellen ausserordentlich gross, so wird das ganze Gewebe ziemlich kompakt. Das mechanische Element ist in hohem Grade reduziert. Von den subepiderma-

len Strängen sind nur noch die erhalten, welche durch den äussersten Blattrand verlaufen, und auch sie sind noch dünner als in den Laubblättern. Auch die die Gefässbündel begleitenden mechanischen Zellen sind sowohl geringer an Zahl als auch schwächer verdickt und verholzt.

Die **Wurzeln** sind verhältnismässig dünn (0.33—0.25 mm im Durchmesser). Die Epidermis und die Wurzelhaare scheinen frühzeitig zerstört zu werden, so dass das Organ von aussen durch eckige Exodermiszellen begrenzt wird. Diese zeigen keine nennenswerte Verdickung, sind aber dafür verkorkt, besonders an den inneren Ecken, wo drei oder mehr Zellenwände zusammenstossen. Innerhalb der Exodermis folgt ein einfacher Ring von verhältnismässig kleinen und dünnwandigen Rindenzellen. Im ganzen übrigen Teile des Rindengewebes sind die Zellen, wie überhaupt in Wurzeln, in radiären Reihen und konzentrischen Kreisen angeordnet. Bei älteren Wurzeln sind in der Regel die beiden äussersten Zellen in jeder Reihe deformiert und kollabiert, so dass relativ grosse Luftkanäle gebildet werden.

Der Zentralzylinder ist wesentlich von gleichem Bau wie in der Gruppe *Vaginiferæ* mit einer zentralen Gefässlacune und 5—6 fünfeckigen Siebröhren. Der Gefässtheil wird, abgesehen von der Zentrallacune, durch kleine radiär gestellte Lacunen vertreten, welche mit Siebröhren alternierend im Grundgewebe eingebettet liegen. Sie sind nicht grösser, oft aber kleiner als die umgebenden Zellen und äusserst schwer von diesen zu unterscheiden. Am besten sind sie daran zu erkennen, dass die Wände der umgebenden Zellen sich nach innen wölben. In der Endodermis trifft man ausserhalb dieser Lacunen Durchlasszellen an.

Potamogeton zosteræfolius Schum.

Taf. III. Fig. 62—66.

Die untersuchten Exemplare habe ich teils selbst in Schuigjärvi in Karelia pomorica gesammelt teils von Cajander und Lindroth aus Muuromi (26. VII. 1898) im olonetz'-

schen Karelen erhalten. Die Exemplare aus Schuigjärvi wuchsen in einer flachen Bucht mit sehr weichem Boden und breiteten im Schlamm reichlich lange, unverzweigte, aber recht kräftige Wurzeln aus. Trotz sorgfältigen Suchens traf ich nicht ein einziges Exemplar mit Rhizom an, sondern alle stammten von Winterknospen her. Auch bei den Exemplaren aus Muuromi fanden sich solche recht reichlich an den Zweigspitzen, und sie stimmten in hohem Grade mit den ausgewachsenen des vorigen Jahres, welche den Ursprung der Exemplare bildeten, überein.

Winterknospe (Fig. 62). Einige der ausgekeimten Winterknospen wurden untersucht. Das erste Internodium, welchem unmittelbar das erste Blatt der Knospe folgt, ist sehr kurz, es erinnert recht stark an die gewöhnlichen Internodien im Rhizom von *P. obtusifolius* (Siehe Fig. 55). Die Epidermiszellen sind verhältnismässig gross und in radiärer Richtung etwas gestreckt, haben stark verdickte Aussenwände und eine gut entwickelte Cuticula. Nur in der Mitte des Rindengewebes finden sich sehr enge Luftkanäle. Im übrigen ist das Rindengewebe ausserordentlich kompakt, sein Zellmaterial gross und dünnwandig. Sehr charakteristisch sind die ungewöhnlich stark entwickelten mechanischen Stränge. Diese befinden sich teils unmittelbar innerhalb der Epidermis, teils sind sie durch eine einfache Zellschicht von derselben getrennt. Oft trifft man in ihnen bis 50—100 stark verdickte und gut verholzte Zellen an. Von den Zellen der Endodermis sind diejenigen, welche ausserhalb der lateralen Bündel im Zentralzylinder liegen, ebenso verdicht und verholzt wie die im Stamme von *P. obtusifolius*, dagegen sind die ausserhalb des zentralen Teiles des Zylinders gelegenen dünnwandig und verkorkt.

Die Form des Zentralzylinders, wie auch die Anordnung und der Bau der Gefässbündel verhalten sich der Hauptsache nach wie im Rhizom der vorhergehenden Art. Doch findet man hier wie in den Winterknospen von *P. obtusifolius* kleinere Gefässe mit schwach verdickten Wänden in den Vasalteilen der lateralen Bündel. Die Siebröhren sind, wenn gleich klein, doch noch deutlich von den umgebenden Zellen zu unterscheiden, und im Grundgewebe zwischen dem zen-

tralen und den lateralen Teilen finden sich einige verholzte Zellen.

Die oberen Internodien sind mit kleineren Abweichungen nach demselben Typus gebaut. Vom achten Internodium an wird der Uebergang zum aufrechten Stamme offenbar. Dies ist 1—2 cm lang, und die Dicke des Organes im Verhältnis zur Breite bedeutend geringer als vorher. Die Epidermiszellen sind um vieles kleiner als in den zentralen Internodien, ihre Aussenwände sehr schwach verdickt und die Ausdehnung in tangentialer Richtung ebenso gross wie in radiärer. Die Grösse der Rindenzellen hat abgenommen, und an den Zellen, welche der Endodermis zunächst liegen, ist schon eine beginnende Verdickung der Wände zu bemerken. Die Luftkanäle sind grösser und zahlreicher als vorher; doch erstrecken sie sich nie bis zur Epidermis hin und sind oft durch doppelte Zellschichten von einander getrennt. Die mechanischen Stränge sind der Epidermis näher gerückt; sie sind relativ klein, jedoch sind ihre Wände deutlich verdickt und schwach verholzt. Die Wände der Endodermiszellen sind nunmehr O-förmig verdickt, und der Zentralzylinder ist seitlich mehr zusammengedrückt als vorher. In den Leptomteilen beginnen deutlich Siebröhren hervorzutreten, obgleich sie noch relativ klein sind, und in den Vasallteilen der lateralen Bündel sind die Gefässe durch kleine Lacunen ersetzt.

Aufrechter Stamm (Fig. 63). Seine Internodien sind etwas breiter als bei *P. obtusifolius*, dafür aber seitlich mehr zusammengedrückt und mit schmalen flügelartigen Rändern versehen. In den untersuchten Internodien verhielt sich die Breite zur Dicke wie 1: 0.21 gegen 1: 0.50 in der vorhergehenden Art. Epidermis-, Rinden- und Endodermiszellen ganz wie bei *P. obtusifolius*. Die subepidermalen Rindenstränge zeigen gleichfalls dieselbe Anordnung, sind aber bedeutend kräftiger, da sie gewöhnlich aus 10—20 Zellen bestehen. Besonders kräftig sind die Zellen, welche durch den äussersten Flügelrand laufen. Sie bestehen zum grossen Teil aus Leptom und nicht selten trifft man auch in den übrigen Strängen Leptomzellen an. Die Luftkanäle gehen bis zur Epidermis und sind durch einfache Septa von einander getrennt; sie sind aber sowohl absolut als besonders relativ, im Verhältnis zum Organe, kleiner als bei *P. obtusifolius*.

Der Zentralzylinder stimmt in Form und Bau in hohem Grade mit dem der vorigen Art überein. Zu bemerken ist nur, dass in den lateralen Teilen des Zylinders zwei durch Grundgewebe getrennte Leptomgruppen zu unterscheiden sind, ein Umstand, der zweifellos darauf hindeutet, dass hier zwei Gefässbündel vorliegen. Hiermit ist jedoch nicht gesagt, dass dasselbe nicht auch bei *P. obtusifolius* der Fall sein kann, wiewohl die Leptomteile so vollständig verschmolzen sind, dass sie sich nicht mehr von einander unterscheiden lassen. Ausserdem ist das Grundgewebe bei dieser Art überhaupt besser verdickt als bei der vorhergehenden und oft zum grossen Teil schwach verholzt.

Aehrenstiel. Leider hatte ich keine fertilen Exemplare in Spiritus zur Verfügung, wesshalb ich den Aehrenstiel nicht eingehender untersuchen konnte. Aus gekochtem Herbarienmaterial glaubte ich jedoch zu finden, dass die Rindenschicht wesentlich mit *P. obtusifolius* übereinstimmt. Die zentralen Gefässbündel dagegen waren 8, von einander frei, mit Sklerenchymscheiden umgeben.

Die **Laubblätter** (Fig. 64) sind ungefähr ebenso breit wie bei *P. obtusifolius*, aber fast doppelt so lang. Sie sind von der Basis an gleich breit, werden zur Spitze hin etwas schmaler und endigen in eine recht lange und scharfe Zacke, die mit einer ebensolchen Vertiefung versehen ist, wie das Blatt von *P. obtusifolius*. Rechts und links vom Mittelnerven finden sich zwei Seitennerven. Ihr Verlauf ist aus nebenstehender Abbildung ersichtlich. Die Medianleiste ist relativ kleiner und besonders dünner als bei *P. obtusifolius*, tritt aber sowohl auf der oberen als der unteren Seite des Blattes hervor (Fig. 64). Die Luftkanäle verhalten sich hier der Hauptsache nach wie bei obiger Art. Dagegen sind sowohl der Mittelnerv als die subepidermalen Stränge viel kräftiger entwickelt als dort; desgleichen die Seitennerven, vor allem das innere Paar, in welchem man auch Gefässlacunen antrifft. Ausserordentlich charakteristisch sind die recht zahlreichen und kräftigen mechanischen Stränge, welche die dünne Spreite durchziehen. Besonders gut entwickelt



Fig. 12.
Blattspitze
bei *P. zosterifolius*
($\frac{10}{1}$).

ist der Strang, welcher dicht unter dem Blattrande verläuft, wo er auch eine bedeutende Anschwellung verursacht. Im übrigen verhält sich das Blatt in seinem Bau wesentlich wie bei *P. obtusifolius*.

Die **Blätter der Winterknospe** sind ungefähr ebenso breit oder unbedeutend breiter als die Laubblätter, aber nur 4—5 cm lang. Ihre Querschnitte zeigen in Bezug auf die Form recht grosse Uebereinstimmung mit den Blättern der Winterknospe bei *P. obtusifolius*. Doch sind diese Blätter bedeutend dicker (die untersuchten Blätter massen in der Mitte der Spreite etwa 0.33 mm im Durchschnitt), und die mächtige Mittelpartie geht ziemlich steil in die schmalen und relativ dünnen Ränder über. Am meisten charakteristisch sind jedoch die hier vorkommenden, ausserordentlich zahlreichen und kräftigen mechanischen Stränge. Oft enthalten sie bis 50—60 stark verdickte, gut verholzte Zellen. Die Aussenwände der Epidermiszellen sind recht dünn, aber gänzlich verkorkt. Die dicke Partie ist im allgemeinen kompakter als bei *P. obtusifolius*, da die Luftkanäle kleiner sind und mehrere Zellschichten sie von einander und von den beiden Epidermisschichten trennen.

Die **Wurzeln** (Fig. 65, 66) sind im allgemeinen dicker (etwa 0.45 mm im Durchmesser) und behalten die Epidermiszellen länger bei als die übrigen Arten dieser Familie. Die Exodermiszellen gleichmässig und recht stark verkorkt, gewöhnlich auch schon bei recht jungen Wurzeln. Die Endodermiszellen dagegen auch in recht alten Wurzeln ganz dünnwandig. Nur in vereinzelt Fällen zeigten die ausserhalb der Siebröhren liegenden Zellen ebensolche Wandverdickungen wie bei *P. obtusifolius* (Fig. 66). Im übrigen verhält sich die Rindenschicht völlig wie bei jener Art. Charakteristisch ist die relativ grosse Anzahl von Siebröhren (Fig. 66); in der Regel findet man ihrer zehn. Ungewöhnlich deutlich und gut entwickelt sind die radiären Gefässe, welche aus 2—3 hinter einander gestellten Gefässen bestehen, welche sich bisweilen bis zur Endodermis hin erstrecken. So gut vertreten, wie in der Figur sind sie jedoch nicht immer, es können ihrer auch weniger sein oder sie sind durch Lacunen ersetzt. Dagegen fand ich stets das grosse zentrale Gefäss deutlich spiralig verdickt.

Potamogeton pusillus L.

Taf. III, Fig. 67—74.

Die untersuchten Exemplare sammelte ich am 2. VIII. 1897 im Flusse Tungu im pomorischen Karelen. Sie wuchsen hier auf weichem Boden in einer Wassertiefe von etwa 0.5 m. Gleich den übrigen zur Gruppe gehörenden Arten bildet auch diese im Spätsommer an den Zweigspitzen Winterknospen aus. Ich habe solche an mehreren finnländischen Herbarienexemplaren beobachtet, aber an den Exemplaren aus Tungu waren sie noch nicht völlig typisch ausgebildet. Dagegen stammten sämtliche in Rede stehenden Exemplare von solchen ausgekeimten Knospen her.

Winterknospe. Querschnitte durch die zentralen Internodien der ausgekeimten Winterknospe sind von rektangulärer Form mit abgerundeten Ecken ($0.8 \text{ mm} \times 0.6 \text{ mm} = 1:0.75$). Die Epidermiszellen sind ausserordentlich gross, schwach verdickt und ihre Cuticula sehr dünn. Die Rindenschicht ist völlig auf dieselbe Weise gebaut wie in den entsprechenden Teilen von *P. obtusifolius*. Nach C. Sauvageau¹⁾ sollen sich in allen Internodien der Winterknospe mechanische Stränge mit ganz undifferenzierten Zellen angelegt finden, wie in den Winterknospen von *P. zosteræfolius*. Ich habe jedoch hier ebenso wenig Anzeichen von solchen finden können wie bei *P. obtusifolius*.

Der Zentralzylinder in Querschnitten abgerundet rhombisch. Er ist im Verhältnis zum ganzen Organ sehr klein und ausserordentlich einfach gebaut. Das Zentrum besteht aus einer ganz unbedeutenden Lacune. Siebröhren sind nicht zu bemerken, und alle hier vorhandenen Zellen sind dünnwandig, reich an Inhalt und sehr schwach differenziert.

Aufrechter Stamm (Fig. 67—71). Diese Internodien sind rund und fast halb so dünn als in der Winterknospe. Wie bei den beiden vorhergehenden Arten behält er auch hier in seiner ganzen Länge ungefähr dieselbe Dicke bei. In der Mitte

¹⁾ C. Sauvageau, Notes biologiques sur les Potamogeton (Journal de Botanique 1894 S. 99.).

des Internodiums sind die Epidermiszellen im Verhältnis zum Organ verhältnismässig gross, wenngleich bedeutend kleiner als in der Winterknospe. Ihre Wände verhalten sich wie in den vorher beschriebenen Arten dieser Gruppe. Gleich innerhalb der Epidermis folgt gewöhnlich ein einfacher Ring von grossen Luftkanälen (Fig. 67). Subepidermale Stränge aus 1—2 Zellen bestehend, finden sich an den Stellen, wo die Septa anstossen. Innerhalb der Luftkanäle folgen einige recht dicht aneinander schliessende Zellschichten, deren Zellen wie bei *P. obtusifolius* und *P. zosteræfolius* etwas dickwandig sind. Die Endodermissscheide verhält sich völlig wie im Stamme der beiden eben genannten Arten.

Der Zentralzylinder ist wie in der Winterknospe abgerundet rhombisch, aber seine relative Grösse hat bedeutend zugenommen. Je höher hinauf in den Stamm man gelangt, desto langgestreckter werden die Querschnitte. Die schematischen Figuren 68—71 geben ein Bild davon. Fig. 68 stammt aus einem der untersten Internodien, Fig. 69 und 70 aus den mittleren und Fig. 71 aus dem obersten, dem Aehrenstiel zunächst befindlichen Internodium. Wie in den Internodien der Winterknospe findet sich hier nur eine zentrale Vasallacune; die Leptomteile hingegen zeigen eine deutliche Tendenz sich in vier Stränge zu teilen. Diese sind ebenso angeordnet und gebaut wie in den Stamminternodien von *P. obtusifolius* (vergl. Fig. 67 mit Fig. 58). Wie bei ihnen so sind auch hier die Leptomteile der stammeigenen Bündel von denen der Blattspurstränge durch mehr oder weniger verholztes Grundgewebe getrennt. Dieses Grundgewebe beschränkt sich in den untersten Internodien auf einige wenige Zellen, die sich von der Endodermis zu den Zellen erstrecken, die die Zentrallacune zunächst umgeben. Höher oben im Stamme, wo der Querschnitt des Zentralzylinders langgestreckter ist, ist dieses Gewebe besser vertreten und bildet zusammenhängende Querbänder zu beiden Seiten der Gefässlacune.

Aehrenstiel (Fig. 72). Dieser ist seitlich recht stark zusammengedrückt und etwas dicker als die Internodien des Stammes. Die Epidermis und die Rindenschicht verhalten sich der Hauptsache nach auf dieselbe Weise wie im Stamme

nur fehlen auf den breiten Seiten des Organs die mechanischen Stränge gänzlich. Die Gefässbündel zeigen in ihrem Verhältnis zu einander und zum Zentralzylinder einen Uebergang von dem, was wir bei *P. obtusifolius* und bei der Gruppe *Vaginiferæ* sahen. So waren in einem der untersuchten Fälle alle Gefässbündel wie bei dieser Gruppe von einem gemeinsamen Zentralzylinder umgeben. Jedoch wich der Zentralzylinder von dem des Stammes darin ab, dass das Grundgewebe beträchtlich zugenommen hatte, und dass die lateralen Gefässbündel sich etwas weiter von den zentralen entfernt hatten. In einem anderen Aehrenstiel desselben Exemplars waren die Seitenbündel so weit fortgerückt, dass sie völlig isoliert im Rindengewebe lagen. Dagegen befanden sich die Bündel des zentralen Teiles mit einander vereinigt, obgleich die im Stamme gemeinsame Gefässlacune sich in zwei Teile geteilt hatte. Wären auch die zentralen Bündel auseinander gerückt, so hätten wir in diesem Fall ganz denselben Typus wie bei *P. obtusifolius*. Alle Teile waren von Sklerenchymscheiden umgeben, welche teils aus Endodermiszellen bestanden, teils aus verholzten Rinden- und Grundgewebszellen. In anderen Fällen wieder lag das eine Seitenbündel völlig frei (Fig. 72).

Laubblätter. Diese sind 3—5 cm lang und 1.3—1.5 mm breit. Wie bei *P. obtusifolius* ist das Blatt an der Basis schmaler als in der Mitte und die Spitze abgerundet und oben mit einer kleinen Grube versehen. Die Nerven verlaufen durch die Spreite; und zwar geht der mittlere bis zur erwähnten Grube hin, während die beiden Seitennerven sich ein gutes Stück unterhalb derselben mit dem Mittelnerven vereinigen (siehe nebenstehende Fig.). Der äusserste Blattrand wird durch einen ganz kleinen mechanischen Strang verstärkt, der nur aus einigen wenigen Zellen zusammengesetzt ist.



Fig. 13.

Blattspitze von
P. pusillus
(10/1).

Nach C. S a u v a g e a u ¹⁾ ist die Blattspreite bei *P. pusillus*, *P. trichoides* und *P. pauciflorus* in der Nähe der Basis

¹⁾ Annales des sc. nat. 7 Sér. T. XIII, S. 185.

stark reduziert, und ein Querschnitt an dieser Stelle bildet eine halbkreisförmige Figur mit der konvexen Seite nach unten. Einen derartigen Querschnitt hat er auch im *Journal de Botanique* 1894 pag. 57 abgebildet. Ich habe jedoch dieses weder bei den karelischen Exemplaren noch bei denen aus dem Flusse Petjenga in Lapponia *tulomensis* finden können. Bei den betreffenden Exemplaren waren die Blätter 1 mm vom Insertionspunkte nur um ein Viertel schmäler als in der Mitte, und Querschnitte desselben von annähernd derselben Stelle zeigten eine etwas dickere Mittelpartie, die nur ein Drittel der ganzen Breite einnahm (Fig. 73 b). Der mittlere Teil oder die Leiste war mehr als doppelt so breit als dick und auf der unteren Seite etwas stärker konvex als auf der oberen. Abgesehen von dem Umstande, dass die Leiste gegen die Spitze des Blattes hin etwas an Mächtigkeit abnahm (Fig. 73 a), war dieses in seiner ganzen Länge von gleicher Form und gleichem Bau.

Durch die Mitte der Leiste läuft der kräftige Mittelnerv. Die Luftkanäle sind bedeutend kleiner als bei *P. obtusifolius*, im übrigen aber verhält sich der anatomische Bau wie in den Laubblättern dieser Art.

Wurzel (Fig. 74). Ist dieselbe bei *P. zosteræfolius* ungewöhnlich dick, so ist sie dagegen bei dieser Art feiner als bei irgend einer anderen der Familie. So zeigte eine der dicksten an der Basis nur 0.2 mm im Durchmesser. Die Epidermiszellen gehen sehr frühzeitig zu Grunde, und die Exodermis-scheide verhält sich wie bei *P. obtusifolius*. Dagegen sind in der Regel nur die den äussersten zunächst gelegenen Zellen in den radiären Rindenzellenreihen deformiert, und von nicht deformierten Zellen finden sich gewöhnlich nur 3 in der Reihe.

Alle Zellen der Endodermis-scheide sind, bei älteren Wurzeln wenigstens, sehr stark verdickt und etwas verholzt. Im Zentralzylinder finden sich stets 4 getrennte Siebteile, jeder gewöhnlich durch eine im Verhältnis zum Organ recht grosse Siebröhre vertreten. Abwechselnd mit diesen wurden in einigen Exemplaren 2, 3 oder 4 recht dickwandige und gut verholzte Elemente angetroffen, welche gleich den Siebröhren unmittelbar innerhalb der Endodermis lagen. Es sieht

so aus, als ob die hier befindlichen radiären Holzteile nicht zusammenhängende Gefässe, sondern nur einzelne Zellen wären. Man ist nämlich bei verschiedenen Schnitten desselben Wurzelstückes in der Lage sie bald verschwinden bald wieder auftreten zu sehen. In Schnitten von einigen anderen Exemplaren waren keine radiären Holzteile zu entdecken, auch wenn die Wurzeln, nach der Verdickung der Endodermissscheide zu urteilen, recht alt waren. Das Grundgewebe ist im Zentralzylinder sehr schwach entwickelt, eine natürliche Folge der geringen Dicke desselben.

Potamogeton gramineus Gruppe.

Potamogeton gramineus L.

Taf. III, Fig. 75—79. Taf. IV, Fig. 86—89.

Von dieser in ihrem Aeusseren in hohem Grade variierenden Art habe ich Exemplare von mehreren sehr verschiedenen Standorten gesammelt und zwar von Tungujoki (31. VII 1897), Uskelanjärvi (16. VII 1897) und Maasjärvi (4. VIII 1897) in Karelia pomorica und vom Enaresee (15. VIII 1899), Paatsjoki (18. VIII 1899) und dem Petjenga Flusse (27. VIII 1899) im finnischen und russischen Lappland. Die Exemplare der erstgenannten Fundorte wuchsen auf steinigem Boden in stark strömendem Wasser und gehören nebst denen aus dem Maasjärvi einer grossen und kräftigen Form an, die wahrscheinlich der **Wolfgangii* Kihlm. angehört. Die Exemplare aus Uskelanjärvi, Enare und Petjenga gehören zum gewöhnlichen typischen *P. gramineus*, während wieder die Exemplare aus Paatsjoki einer ausgeprägt terrestren Form angehören, die auf feuchtem Sande wächst. Gleichwohl scheint weder die Beschaffenheit des Standortes noch die Strömungsgeschwindigkeit des Wassers einen bedeutenderen Einfluss auf den anatomischen Bau gehabt zu haben, der sehr konstant ist.

Der aufrechte Stamm ist rund und in seiner ganzen Länge nahezu von gleicher Dicke. Im Spätsommer werden die Internodien des in dem Boden kriechenden Rhizoms

weiss, sie schwellen an und werden an den Gliedern perlen-schnurähnlich verengt; sie bilden eine Art Winterknospen und sind die einzigen Teile der vegetativen Organe, die überwintern.

Aufrechter Stamm (Fig. 75—77). Die Epidermiszellen sind von derselben Grösse wie die Rindenzellen oder unbedeutend kleiner. Ihre Aussenwände etwas verdickt, die Cuticula dünn und vollkommen glatt. Die durch einfache Septa von einander getrennten Luftkanäle beginnen in der Regel nach innen von der ersten Rindenzellschicht (Fig. 75). Nur bei der kleinen terrestren Form aus dem Paatsjoki zeigten sie eine gewisse Tendenz unmittelbar an der Epidermis aufzutreten. Sie finden sich in der ganzen Rindenschicht bis auf die paar Zellschichten in der nächsten Umgebung der Endodermis, zwischen denen nur kleinere Interzellularräume vorhanden sind. Die Kanäle sind gross; ihre Weite nimmt von aussen nach innen zu merkbar ab; unabhängig von der Dicke der Internodien trifft man gewöhnlich 3—4 in radiären Reihen. Subepidermale mechanische Stränge, wie sie in der vorigen Gruppe vorhanden waren, fehlen, dafür aber finden sich im Rindengewebe Stränge, von denen die meisten aus einer Gruppe Leptomzellen, umgeben von einer Scheide aus mechanischen Zellen, bestehen. Mitunter finden sich auch Stränge nur mechanischer Zellen mit recht schwach verdickten Wänden. Charakteristisch ist, dass diese Stränge ausschliesslich in den äusseren Teilen der Rindenschicht auftreten, und dass ihre Anzahl (8—12), den ganzen aufrechten Stamm hindurch ungefähr die gleiche ist.

Die Endodermiszellen sind mehr oder weniger, und oft recht stark, U-förmig verdickt. Eine Einwirkung des Standorts auf die Intensität der Verdickung habe ich nicht entdecken können. Die Verdickung nimmt im allgemeinen mit dem Alter der Internodien zu, variiert aber im übrigen bei einzelnen Individuen desselben Standorts ebenso stark wie bei solchen von verschiedenen Standorten.

Der Zentralzylinder ist im Durchschnitt elliptisch. Fig. 75 zeigt die typische und am häufigsten vorkommende Form. Wie in der vorigen Gruppe wird er durch quergehende Bänder von schwach collenchymatisch verdicktem

Grundgewebe in einen medianen und zwei laterale Teile geteilt. Das Zentrum des medianen Teiles wird durch eine, für alle hier verlaufende Gefässbündel gemeinsame und, im Verhältnis zum Zylinder, sehr grosse Gefässlacune gebildet, die von unverdickten und unverholzten Parenchymzellen eingefasst ist. Auf beiden Seiten zwischen dem Holzteile und der Pericykelscheide findet sich Leptom. In den lateralen Teilen findet sich gleichfalls nur eine Gefässlacune und ein zusammenhängendes Leptom, doch kann man ausnahmsweise, hauptsächlich in den unteren Internodien des Stammes sehen, dass dort eigentlich 3 Bündel enthalten sind (Fig. 76). Die typische Anordnung der Gefässbündel im Zentralzylinder ist für *P. gramineus* ausserordentlich charakteristisch und ich habe sie bei allen untersuchten Formen wiedergefunden.

Einen recht abweichenden Bau hatten die obersten, auf der Wasserfläche schwimmenden Internodien der grossen Exemplare aus Maasjärvi und Tungujoki. Diese Internodien waren bedeutend dicker als die submersen, und ihr Zentralzylinder im Umkreise schwach unduliert und ungefähr ebenso dick wie breit (Fig. 77). Im medianen Teile fanden sich zwei grössere, vollständig von einander isolierte Gefässbündel, und in den beiden lateralen Teilen je drei kleinere. Das zentrale Markgewebe war sehr kräftig entwickelt und sandte breite Bänder zwischen den verschiedenen Bündeln aus bis zur Endodermis hin.

Die Zellen der Pericykels bilden eine sich an die Endodermis anschliessende mehr oder weniger gut entwickelte Sklerenchymscheide, die jedoch an den Stellen unterbrochen wird, wo die Markbänder an die Endodermis stossen. Innerhalb einer stark verdickten Endodermis folgt oft eine gut entwickelte Sklerenchymscheide, aber die Entwicklung beider geht nicht immer Hand in Hand. Häufig ist die Sklerenchymscheide durch verholzte Grundgewebszellen verstärkt. Sie dringt dann auf beiden Seiten keilförmig ein, gerade vor die zentrale Lacune und deutet dadurch an, dass der mediane Teil des Zentralzylinders eigentlich aus 4 Bündeln zusammengesetzt ist. Kleinere Gruppen von verholztem Grundgewebe können zu beiden Seiten des zentralen Holzteiles, wie auch auf der nach innen gekehrten Seite der lateralen Holz-

teile vorkommen. Als allgemeine Regel gilt jedoch, dass das Grundgewebe im Stamme dieser Art nicht nennenswert verholzt wird.

Rhizom. Die Aussenwände der Epidermiszellen sind fast unverdickt, die Cuticula äusserst dünn. Die Luftkanäle beginnen nach innen von der zweiten oder dritten Zellschicht. Rindenstränge fehlen gänzlich. Die Zellen der Endodermis scheide unverdickt, aber ihre radiären Wände verkorkt.

Die Form des Zentralzylinders ist wesentlich dieselbe wie im aufrechten Stamme. Das Grundgewebe ist etwas besser vertreten, aber verholzte Zellen fehlen im Zylinder gänzlich. Im allgemeinen treten die Gefässbündel mehr isoliert von einander auf, so dass man in der Regel drei oder mehrere gut abgegrenzte Bündel in jedem der lateralen Teile antrifft und zwei im zentralen. Die Siebröhren sind bedeutend kleiner als im aufrechten Stamme, aber doch sehr deutlich.

Winterknospe. Ich habe solche sowohl bei der kräftigen Form aus Maasjärvi als bei der kleinen terrestren Form aus Paatsjoki untersucht. Sie zeigten eine gewisse Verschiedenheit.

Bei den Exemplaren aus Maasjärvi (Fig. 78) hielten sie im Durchmesser bis 6 mm. Innerhalb einer kleinzelligen Epidermis folgte ein mächtiges und ausserordentlich kompaktes Rindengewebe. Die Luftkanäle begannen erst weit im Gewebe; sie waren von mehr oder weniger deutlich zylindrischer Form, von unbedeutender Länge und recht eng. Die Septa, durch die sie getrennt wurden, waren 4—5 Zellschichten dick und oft ebenso breit wie die weitesten Kanäle. Alle Rindenzellen waren mit Stärke vollgepropft, wie es gewöhnlich bei überwinternden Organen dieser Familie der Fall ist. Die Endodermiszellen ganz unverdickt, tonnenförmig, die tangentielle Dimension doppelt so gross als die radiäre. Der Zentralzylinder war ausserordentlich gross und bedeutend mehr abgerundet als im gewöhnlichen Rhizom. Das Zentrum und der grösste Teil des Zylinders bestanden aus einem ausserordentlich mächtigen und stärkereichen Mark- oder Grundgewebe. Um die Peripherie waren die vollständig von einander isolierten Gefässbündel angeordnet, zwei grössere in

der Mitte und 5 kleinere zu jeder Seite derselben. Auf der Innenseite sind sie von unterbrochenen Sklerenchymscheiden begleitet. Sonst fehlten mechanische Zellen.

An den Exemplaren aus Paatsjoki waren die Winterknospen nur 2.5—3 mm dick. Die Kanäle traten schon innerhalb der ersten Rindenzellschicht auf und waren durch einfache Septa getrennt. Während im obigen Falle das Bedürfniss den grösstmöglichen Raum für die aufzuspeichernde Nahrung zu beschaffen, auf die Weise gedeckt wurde, dass die die Luftkanäle trennenden Wände ihre Zellen vervielfältigten und der Zentralzylinder von einem mächtigen Markgewebe erfüllt wurde, so wurde hier derselbe Zweck dadurch erreicht, dass die in radiärer Richtung sehr langgestreckten Kanäle so eng wurden, dass sie nur als ganz schmale Ritzen zwischen den Scheidewänden hervortraten. Hierdurch wurde auch in diesem Falle die ganze Rindenschicht, tatsächlich zum grössten Teile von mit Stärke vollgepropften Zellen erfüllt. Der Bau des Zentralzylinders war wesentlich derselbe wie in dem vorhergehenden Fall, nur waren die Gefässbündel bedeutend geringer an Zahl und das zentrale Markgewebe sehr stark reduziert.

Der **Aehrenstiel** (Fig. 79) ist bedeutend gröber als die Internodien des aufrechten Stammes und nimmt nach oben an Dicke zu, eine Eigenschaft nicht nur dieser Art sondern der ganzen Gruppe. Die Epidermiszellen wie im Stamme, nur bedeutend kleiner. Luftkanäle finden sich im ganzen Organe, und bemerkenswert für diese Art ist der Umstand, dass auch die zentralsten von recht beträchtlicher Weite sind. Da ausserdem die Rindenzellen ungewöhnlich klein sind, so macht das ganze auf Querschnitten einen ausserordentlich durchlüfteten Eindruck. Die Rindenstränge sind im allgemeinen zahlreicher und kräftiger als in den Internodien des Stammes. Sie bestehen gewöhnlich aus mechanischen Zellen allein oder aus mechanischen Zellen nebst Leptom, mitunter aber findet man in ihnen auch eine kleine Gefässlacune. Man wird sich erinnern, dass in der Gruppe *Vaginiferae* die Gefässbündel in der Aehrenachse wie auch im Stamme von einer gemeinsamen Endodermis umgeben sind, während bei der Gruppe *Graminifoliae* eine solche fehlt, wo-

bei jedoch die Gefässbündel dieselbe Stellung zu einander beibehalten haben wie im Stamme. Dagegen lässt sich bei dieser Art, ebenso wenig wie bei einer der folgenden, das Verhalten der Gefässbündel in der Aehrenachse vom normalen Stammtypus herleiten. Bei *P. gramineus* liegen im Zentrum des Aehrenstiels drei Gefässbündel, die so zu einander gestellt sind, dass ihre Verbindungslinien die Seiten eines nahezu gleichseitigen Dreiecks ausmachen würden. In einigen Fällen stehen sie so nahe bei einander, dass sie sich fast berühren, in anderen hingegen sind sie recht weit von einander entfernt. Sie zeigen den für die Gefässbündel dieser Familie charakteristischen Bau und sind von geschlossenen Sklerenchymscheiden umgeben, die besonders ausserhalb der Holzteile mächtig entwickelt sind. Oft sind sie auch von einigen relativ grossen, U-förmig verdickten Zellen begleitet, welche stark an Endodermiszellen erinnern.

Die untergetauchten Blätter sind lanzettförmig und ungestielt, variieren aber sonst bei den verschiedenen Formen stark an Breite und Länge. Von einer ganz schmalen Basis erweitern sie sich allmählich und gehen oben in eine recht scharfe Spitze über. Durch die Blattspreite verlaufen in

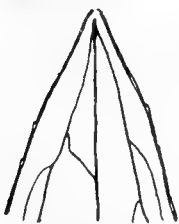


Fig. 14.
Blattspitze
von

P. gramineus (10/1).

den meisten Fällen 7 Nerven, die durch relativ wenige Anastomosen mit einander in Verbindung stehen. In einigen Fällen vereinigen sich die beiden mittleren Seitennerven recht frühzeitig mit dem Hauptnerven, gewöhnlich aber verlaufen alle drei bis in die Spitze hinaus isoliert von einander, dort biegen sie sich nach unten um und münden gemeinsam in eine kleine Oeffnung aus, die sich an der unteren Seite des Blattes befindet. Die übrigen Seitennerven haben sich früher entweder mit dem Hauptnerven oder den mittleren Seitennerven vereinigt. Am Blattrande trifft man hier und da einzellige Zacken oder Zähne an und, wie bei der vorigen Gruppe, einen aus einigen wenigen Zellen zusammengesetzten fibrösen Strang.

Einige mm von der Basis besteht das Blatt zum grössten Teil aus einem recht mächtigen lacunösen Gewebe mit nur schmalen dreischichtigen, flügelartigen Rändern (Fig. 86a).

Das Bild, welches uns der Querschnitt hier bietet, erinnert in hohem Grade an das vom Blatt der Winterknospe bei *P. obtusifolius*. Die Luftkanäle sind gewöhnlich in zwei Reihen angeordnet; sie sind durch einfache Septa von einander getrennt und ziehen sich bis zur Epidermis hin.

Die Mitte des Blattes hat einen ganz anderen Bau (Fig. 86 b, 87). Die Spreite besteht im grössten Teil ihrer Breite aus drei Zellschichten und nur in der Mitte findet sich eine relativ dünne Leiste. Diese hat im allgemeinen auf der unteren Seite eine stärkere konvexe Ausbuchtung als auf der oberen. Nur bei den Exemplaren aus Petjenga sah ich sie auf beiden Seiten gleich stark gewölbt. In jedem Fall ist sie jedoch mehr als doppelt so breit als dick. Durch die Mitte der Leiste läuft der Mittelnerv, umgeben von einem einfachen Ring von Rindenzellen. Im übrigen besteht sie aus Luftkanälen die auch hier bis an die Epidermis heranreichen. Ihre aus den Figuren ersichtliche Anordnung ist recht charakteristisch. Man trifft stets zwei kleinere Kanäle auf der oberen und unteren Seite des Mittelnerven und 4 auf jeder Seite desselben. Um die Seitennerven ist die Spreite nur schwach angeschwollen und Luftkanäle fehlen gänzlich. Wie im Stamme sind die Epidermiszellen gross und ihre Aussenwände glatt und recht schwach verdickt. Nach C. Sauvageau¹⁾ sollen sich bei mehreren breitblättrigen *Potamogeton*-Arten mit untergetauchten Blättern mitunter wenigstens, rudimentäre Spaltöffnungen finden. Obgleich ich die Blätter darauf hin sorgfältig untersucht habe, ist es mir nicht gelungen solche zu finden.

Im relativ kräftigen Mittelnerven findet sich eine Gefässlacune, wo man oft in der Lage ist Ueberreste von kleinen, völlig isolierten Ringgefässen zu beobachten. Unter dem Vasalteile trifft man Leptom mit relativ deutlich differenzierten Siebröhren an. Der Nerv ist von einer einfachen oder doppelten Sklerenchymscheide umgeben, welche an den Seiten breit unterbrochen ist. Im Verhältnis zum Mittelnerven sind die Seitennerven verschwindend klein und scheinen,

¹⁾ C. Sauvageau, Feuill. d. Monoc. aquat. (Ann. d. sc. nat. T. 13 p. 269—272).

wenigstens teilweise, nur aus Leptom und mechanischen Zellen zu bestehen.

In den Fällen, wo *P. gramineus* keine Schwimmblätter besitzt, sind die zunächst unter der Aehrenachse sitzenden Blätter breiter als die übrigen und meistens geteilt.

Die Schwimmblätter (Fig. 88) sind langgestielt und haben im allgemeinen mehr Nerven als die untergetauchten. Alle Nerven laufen in die Blattspitze aus und enden hier in einer kleinen Oeffnung auf der unteren Seite. Eine besonders hervortretende Mittelleiste existiert nicht, sondern sind die Blätter in ihrer ganzen Breite nahezu von gleicher Dicke (etwa 0.5 mm). Sie haben denselben Bau wie gewöhnliche Luftblätter, nur dass er wenig differenziert, und ganz besonders lacunös ist. In den Nerven ist der Vasalteil nicht nur durch die gewöhnliche Lacune mit Resten von Ringgefässen vertreten, sondern unter ihnen erstreckt sich ausserdem ein Querband von relativ grossen Gefässen mit deutlich spiralig verdickten Wänden. Derartige Gefässe fehlen in den eigentlichen submersen Blättern immer, werden dagegen in den oben erwähnten gestielten Blättern bei Formen angetroffen, denen wirkliche schwimmende Blätter fehlen.

Wurzel (Fig. 89). Diese waren durchweg ausserordentlich dünn (0.23—0.32 mm im Durchmesser). Die Epidermis schwindet recht frühzeitig. Sowohl an älteren als an jüngeren Wurzeln waren die Exodermiszellen fast unverdickt, dafür aber, besonders in den Ecken, verkorkt. Die Rindenzellen in Reihen, 5 hinter einander, und von ihnen, bei älteren Wurzeln wenigstens, die zweite von aussen auf die gleiche Weise deformiert wie bei *P. obtusifolius* u. a. Die Endodermiszellen in der Regel gar nicht oder sehr schwach verdickt, die radiären und äusseren tangentialen Wände aber verkorkt. Nur in alten Wurzeln der terrestren Form aus Paatsjoki waren sie relativ stark verdickt und verholzt und zwar ziemlich gleichförmig sowohl ausserhalb der Siebröhren als ausserhalb der rudimentären Gefässteile.

Gleich innerhalb der Endodermis habe ich stets 5—6 Siebröhren von pentagonaler Form gefunden. Der Gefässteil wird durch ein etwas grösseres zentrales Gefäss mit schwach verdickten Wänden vertreten, oft aber auch durch

einige kleine radiär gestellte Gefässe oder Lacunen, die hier ausserordentlich schwer zu unterscheiden sind (Fig. 89). Das Grundgewebe ist schwach entwickelt und im allgemeinen sehr dünnwandig. Nur in den Wurzeln der erwähnten Exemplare aus Paatsjoki waren alle Zellelemente des Zylinders mit Ausnahme der Siebröhren nicht unbedeutend verdickt.

Potamogeton lucens L.

Taf. III, Fig. 80—83. Taf. IV, Fig. 90—91.

Die untersuchten Exemplare habe ich Ende Juli 1897 in Maasjärvi und Tungujoki in Karelia pomorica gesammelt. Beides sind grosse kräftige Formen, welche in einer Tiefe von 2—3 Metern wuchsen, im ersteren Falle in stehendem, im letzteren in schwach fliessendem Wasser. Nach C. Sauvageau (Journal de botanique l. c.) sollen bei *P. lucens* ähnliche Winterknospen vorhanden sein wie bei *P. gramineus*. Ich habe sie nicht finden können, wahrscheinlich, weil sie äusserst spröde sind und leicht abbrechen, und weil ich beim Einsammeln diesen Umstand nicht zu beachten wusste.

Aufrechter Stamm (Fig. 80, 81). Sein Bau erinnert stark an die vorige Art, doch sind die Epidermiszellen bedeutend kleiner als die Rindenzellen und ihre Aussenwände stärker verdickt, teils glatt, teils papillös; die Luftkanäle sind zahlreicher, in Reihen geordnet und in der ganzen Rinde ungefähr von gleicher Breite; Rindenstränge werden die ganze Rindenschicht hindurch angetroffen; sie sind recht zahlreich (30—60) und kräftig, und in den oberen Internodien des Stammes reichlicher als in den unteren; die mechanischen Zellen sind etwas kräftiger gebaut.

Der Zentralzylinder ist in allem Wesentlichen gebaut wie bei *P. gramineus*. Nicht selten findet man statt der einen zentralen Lacune zwei und andererseits können die lateralen Lacunen zu zweien oder einer verschmelzen. Das mechanische Element wechselt bei verschiedenen Individuen in hohem Grade. Als Regel gilt jedoch, dass die Pericykelscheide schlechter verdickt und verholzt ist als bei *P. gra-*

mineus, während hingegen die den Holzteil der Gefässbündel begleitenden Gruppen von verholztem Grundgewebe, sowohl in Bezug auf die Quantität als die Verholzung der Zellen, besser vertreten sind. Noch deutlicher als bei *P. gramineus* deutet hier das mehr oder weniger verholzte Grundgewebe, welches sich auf beiden Seiten innerhalb der Endodermis keilförmig hineinschiebt, gerade vor die zentrale Lacune, darauf hin, dass der mediane Teil des Zentralzylinders eigentlich aus vier verschiedenen Gefässbündeln besteht. In dieser Hinsicht steht *P. lucens* im selben Verhältnis zu *P. gramineus* wie *P. zosteræfolius* zu *P. obtusifolius*.

Rhizom (Fig. 82). Die Internodien desselben werden durch ihre ausserordentliche Dicke charakterisiert. Bei den untersuchten Exemplaren massen sie wenigstens 1 cm im Durchmesser. Die Zellen der Epi- und Endodermis verhalten sich vollkommen auf dieselbe Weise wie im Rhizom von *P. gramineus*. Desgleichen treten die Luftkanäle nach der zweiten oder dritten Rindenzellschicht auf und sind durch einfache Septa von einander getrennt, aber sie sind im Verhältnis zum mächtigen Rindengewebe relativ kleiner, wodurch dieses einen etwas kompakteren Eindruck macht. Rindenstränge kamen bei den untersuchten Rhizomen vor, waren aber bedeutend weniger zahlreich als im Stamme und bestanden zum grössten Teil aus Leptom, und die wenigen vorhandenen mechanischen Zellen waren recht dünnwandig.

Der Zentralzylinder ist im allgemeinen etwas stärker zusammengedrückt als im aufrechten Stamme und zeigt in der Mitte der breiten Seiten eine schwache Einbiegung (Fig. 82). Er ist gebaut wie bei *P. gramineus*, nur sind die Gefässbündel zahlreicher (18—20) und aussérhalb der Holzteile derselben trifft man unterbrochene Sklerenchymscheiden an.

Der **Aehrenstiel** (Fig. 83) ist ausserordentlich grob. Sein Bau stimmt der Hauptsache nach mit dem bei *P. gramineus* überein; aber während die Rindenstränge bei *P. gramineus* zahlreicher und kräftiger sind als in den Internodien des Stammes, so sind sie hier geringer an Zahl und schwächer ausgebildet. Im Zentrum des Organs finden sich 5 grössere Gefässbündel, die so zu einander gestellt sind, dass sie in

Querschnitten die Eckpunkte eines mehr oder weniger regelmässigen Fünfecks bilden. Sie sind der Hauptsache nach gebaut wie bei *P. gramineus*; doch sind die Siebröhren kleiner und die Sklerenchymscheide ist etwas schwächer vertreten.

Die Blätter sind alle untergetaucht, kurzgestielt, verjüngen sich ziemlich steil und endigen abgerundet oder mit einer einer längeren oder kürzeren Spitze (Textfigur). Die Nerven sind etwas zahlreicher (11—13) als bei *P. gramineus* und stehen durch sehr zahlreiche Anastomosen mit einander in Verbindung. Hierdurch wird die Spreite von einem feinen Netz von Nervenverzweigungen durchzogen, was ihr ein ausserordentlich zierliches Aussehen gibt. Nebst dem Mittelnerven laufen gewöhnlich vier der Seitennerven bis in die Spitze aus, wo sie in eine sehr deutliche Oeffnung an der unteren Seite ausmünden. Wie bei *P. gramineus* finden sich am Blattrande zahlreiche einzellige Zähne.

Der Querschnitt durch den Stiel des Blattes ist schwach nierenförmig (Fig. 90 a). Wie im Stiel bei *P. gramineus* finden sich auch hier 5 Nerven, von denen der mediane am grössten ist. Die Epidermiszellen sind viel kleiner als bei letzterer Art und in tangentialer Richtung ausgezogen. Ihre Aussenwände zeigen sich stark verdickt und deutlich papillös. Die Luftkanäle erstrecken sich nie bis an die Epidermis heran, sondern es sind ein bis zwei Zellschichten dazwischen eingeschoben. Einige wenige Rindenstränge finden sich an den Stellen, wo Septa an einander oder an die Epidermis stossen. Sie bestehen teils nur aus mechanischen Zellen teils aus mit einer Sklerenchymscheide umgebenem Leptom. Die Gefässbündel sind von einer Sklerenchymscheide umgeben, welche, beim Mittelnerven wenigstens, geschlossen und überhaupt besser entwickelt ist als bei *P. gramineus*. Wie bei den gestielten, schwimmenden Blättern der letzteren Art wird hier der Vasalteil sowohl durch eine schizogene Lacune als durch spiralig verdickte Gefässe repräsentiert.

Der Querschnitt durch die Mitte des Blattes zeigt eine ausserordentlich mächtige, fast kreisrunde Medianleiste (Fig.

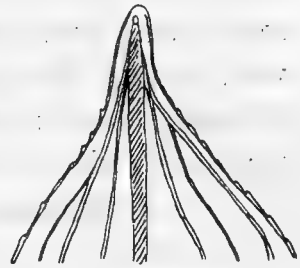


Fig. 15.
Blattspitze von
P. lucens ($10/1$).

90 b). Durch die Mitte derselben geht der Mittelnerv, und von diesem strahlen die Luftkanäle radiär nach allen Seiten hinaus in einer, oder gewöhnlich in zwei Reihen übereinander; doch reichen sie ebenso wenig wie im Stiel an die Epidermis heran. Mechanische Stränge finden sich wie im letztgenannten Falle und auch der Bau des Nerven ist der gleiche. Neben dem Mittelnerven sind die Seitennerven sehr klein und die Spreite zeigt keine nennenswerte Anschwellung um dieselben. Nach C. Sauvageau (Ann. sc. nat. l. c.) sollen bei völlig entwickelten Blättern dieser Art in der Spreite zwischen den Nerven zahlreiche Luftkanäle unter der Epidermis anzutreffen sein. Dies ist möglicherweise in der Nähe der Blattbasis der Fall, aber in allen Blättern, die ich untersuchte, war die Spreite in ihrer Mitte zwischen den Nerven, wie in den untergetauchten Blättern sämtlicher anderen *Potamogeton*-Arten ohne Ausnahme, auf eine einzige Zellschicht zwischen den beiden Epidermisschichten reduziert.

Die **Wurzeln** (Fig. 91 a b) sind bedeutend dicker (0.5—0.6 mm im Durchmesser) als bei *P. gramineus*, und die Epidermiszellen scheinen etwas weniger rasch ihrem Untergange entgegen zu gehen. Die Exodermiszellen sind, bei etwas älteren Exemplaren wenigstens, sehr stark verdickt und verholzt. Oft erstreckt sich die Verdickung auch auf die zunächst innerhalb der Exodermis liegenden, relativ kleinen Rindenzellen. Eine Verkorkung dagegen habe ich nicht entdecken können. Gewöhnlich finden sich 8—9 Rindenzellen hinter einander, und von ihnen sind bei älteren Wurzeln eine oder ein Paar der, den äussersten zunächst gelegenen Zellen kollabiert. Bei allen untersuchten Wurzeln waren die ausserhalb der Siebröhren befindlichen Endodermiszellen mehr oder weniger stark U-förmig verdickt und verholzt, während dünnwandige, unverholzte Durchlasszellen ausserhalb der radiären Holzteile gefunden werden konnten.

Im Zentralzylinder sind sowohl das Grundgewebe wie auch die radiär gestellten Gefässe oder Lacunen etwas besser vertreten als bei *P. gramineus*, im übrigen aber ist der Bau wesentlich derselbe wie bei jener Art.

Potamogeton zizii M. et K.

Taf. III, Fig. 84, 85. Taf. IV, Fig. 92.

Von dem dem *P. lucens* ausserordentlich ähnlichen *P. zizii* habe ich nur einige sterile Exemplare untersucht, welche am 16. VII 1897 in der Melnitza Bucht im Uskelanjärvi in Karelia pomorica gesammelt worden waren. Die Art trat hier auf sehr weichem Boden zusammen mit *P. gramineus*, *P. perfoliatus* und *P. nitens* auf, in einer Wassertiefe von etwa 1 m. Dieses *Potamogeton* wird teils als gute Art, teils als Unterart von *P. lucens* und schliesslich als Hybride zwischen diesem und *P. gramineus* aufgefasst. Die untersuchten Exemplare zeigten in anatomischer Hinsicht eine ausserordentlich grosse Aehnlichkeit mit *P. lucens*. Gleichwohl wichen sie von diesem durch gewisse Merkmale ab, die völlig mit *P. gramineus* übereinstimmten. Dies würde zweifellos für die hybride Natur der Art sprechen, doch spricht in gewissem Grade gegen diese Annahme der Umstand, dass man häufig *P. zizii* mit vollentwickelten Früchten findet. Da ich nur Exemplare von einem Fundorte untersucht habe, will ich mich in dieser Sache nicht mit Bestimmtheit aussprechen, aber jedenfalls der Vollständigkeit wegen die betreffenden Exemplare beschreiben.

Aufrechter Stamm (Fig. 84). Die Internodien desselben betragen bei den untersuchten Exemplaren nur 0.5 mm im Durchmesser. Die Epidermiszellen hatten wie bei *P. gramineus* die Grösse der Rindenzellen und ihre Aussenwände waren vollständig glatt. Rindenstränge fanden sich in keinem Falle mehr als 16 im selben Internodium. Es waren ihrer somit



Fig. 16.

Zentralzylinder im aufrechtem Stamm von *P. gramineus* (links)
und *P. zizii* (rechts).

bedeutend weniger' als bei *P. lucens*. In allem übrigen verhielt sich die Rindenschicht wie bei dieser Art. Während im Zentralzylinder von *P. lucens* die Vasalteile der lateralen Gefässbündel in der Regel isoliert verlaufen und nur selten verschmelzen, so verhält es sich hier gerade umgekehrt. In dieser Hinsicht zeigt *P. zizii* grössere Uebereinstimmung mit *P. gramineus*. Jedoch unterscheiden sich die Zentralzylinder dieser beiden Arten durch die Form, wie es aus nebenstehender Figur ersichtlich ist.

Rhizom. Die Internodien desselben waren, wie die des aufrechten Stammes, schwächer als bei *P. lucens* und die Epidermiszellen hatten die Grösse der Rindenzellen. Rindenstränge fehlten gänzlich, desgleichen mechanische Zellen im Zentralzylinder (Fig. 85). Gefässbündel fanden sich verhältnismässig wenige, da Durchweg in allen Internodien zwei grössere in der Mitte und 4 kleinere auf jeder Seite angetroffen wurden. Sonst verhielt sich das Rhizom wie bei *P. lucens*.

Die **Blätter** sind ungestielt wie bei *P. gramineus*, verhalten sich aber, was Form und Nervatur betrifft, vollständig wie bei *P. lucens*.

Ein Querschnitt durch das Blatt einige mm von der Basis (Fig. 92 a) zeigt ein Bild, das recht stark an den entsprechenden Teil des Blattes von *P. gramineus* erinnert; nur ist der lacunöse Teil hier relativ schmaler und dicker als bei letzterer Art. Die Dimensionen in den untersuchten Blättern verhielten sich nämlich zu einander ungefähr wie 1: 0.15 bei *P. gramineus*, und 1: 0.25 bei *P. zizii*. Mit *P. gramineus* stimmt der betreffende Schnitt auch darin überein, das mechanische Stränge fehlen. Dagegen gehen die Luftkanäle nicht bis zur Epidermis hin, deren Zellen klein und dickwandig sind wie bei *P. lucens*, aber nicht papillös. Im Vasalteil des Mittelnerven trifft man eine schizogene Lacune und spiralig verdickte Gefässe an.

Auf Querschnitten durch die Mitte des Blattes (Fig. 92 b) findet man eine auf beiden Seiten gewölbte spindelförmige Medianleiste, deren Dicke halb so gross ist als die Breite oder etwas mehr. Im Verhältnis der Luftkanäle zum Mittelnerven findet man eine Andeutung derselben radiären

Anordnung wie bei *P. lucens*. Im übrigen zeigt die Leiste eine vollständige Uebereinstimmung mit dem lacunösen Teil an der Basis.

Wurzel. Im Bau derselben konnte ich keine von *P. gramineus* abweichenden konstanten Merkmale entdecken.

Potamogeton prælongus Gruppe.

Potamogeton prælongus Wulf.

Taf. IV, Fig. 93—97. Taf. V, Fig. 105.

Das recht umfassende Material habe ich teils in Karelia pomorica gesammelt und zwar am 30. VII 1897 im Tungu-Flusse und am 12. VII 1896 im See Kevätömärvi, teils in Lapponia inarensis am 2. VIII 1897 in einem kleinen See, Aitalompolo, südöstlich vom Enaresee. An allen diesen Orten fand sich die Pflanze in stehendem oder schwach fließendem Wasser in bedeutender Tiefe. Alle Exemplare waren in ihrem Aeusseren ausserordentlich übereinstimmend. Obwohl ich sehr vollständige Rhizome erhielt, so konnte ich keine Internodien entdecken, die zu Winterknospen entwickelt wären; auch habe ich keine Angaben darüber gefunden, dass solche vorhanden seien. Da die Art mehrjährig ist, so wage ich die Vermutung auszusprechen, dass wohl das kräftige Rhizom oder zum mindesten die jüngsten Internodien desselben es sind, die den Winter überleben.

Aufrechter Stamm (Fig. 93—95). Der Bau desselben ist durch alle Internodien hindurch, selbst in den kleinsten Einzelheiten ungewöhnlich konstant, nur das allerunterste Internodium zeigt einige kleinere Abweichungen. Die Internodien sind rund oder schwach zusammengedrückt (Durchm. 3.5—4 mm). Die Epidermiszellen sind von mittlerer Grösse mit recht stark verdickten, aber völlig glatten Aussenwänden. Die Luftkanäle treten in der Regel erst nach innen von der zweiten Rindenschicht auf, in den obersten Internodien aber gewöhnlich schon von der ersten. Die in radiärer Richtung

schwach ausgezogenen Kanäle sind in ungewöhnlich deutlichen radiären Reihen, 5—7 hinter einander, angeordnet; ihre Grösse nimmt nach innen, gegen den Zentralzylinder hin, ab (Fig. 93). Im allgemeinen sind sie durch einfache Septa von einander abgegrenzt, aber die äussersten radiären Septa zeigen besonders in den unteren Internodien eine deutliche Tendenz sich zu verdoppeln. Die Rindenstränge sind ausserordentlich kräftig entwickelt und ungewöhnlich zahlreich. Sie finden sich fast in jedem Winkel, wo Septa zusammenstossen. Sie bestehen teils ausschliesslich aus stark verdickten und verholzten mechanischen Zellen, teils aus Leptom mit deutlichen Siebröhren, umgeben von einer kräftigen Sklerenchymscheide. Die Endodermiszellen (Fig. 95) sind klein und U-förmig verdickt, wenngleich oft nur recht schwach.

Der Zentralzylinder ist im Umkreise deutlich unduliert, ausser auf einer Seite, die abgeplattet ist. Die Breite verhielt sich in den untersuchten Fällen zur Dicke wie 1: 0.81—0.84. Sein Bau tritt am klarsten im ersten Internodium hervor. Man unterscheidet dort einen medianen, aus vier Gefässbündeln gebildeten Teil und zwei laterale Teile von je drei Bündeln. Von den ersteren sind drei verschmolzen, so dass nur eine zentrale Gefässlacune vorhanden ist, um welche sich die drei Siebteile gruppieren. Die Zellen der Pericykelscheide sind etwas verdickt und verholzt, und ausserdem sind die Bündel auf der inneren Seite von recht gut entwickelten mechanischen Zellenbändern begleitet. Das Markgewebe ist recht mächtig entwickelt. In den oberen Internodien ist der Bau mehr radiär, und von den lateralen Gefässbündeln sind die zwei, welche an das grosse zentrale Bündel stossen, kräftiger als die übrigen. Sie enthalten gewöhnlich drei oder wenigstens zwei distinkte Lacunen. Im grossen zentralen Bündel trifft man mitunter mitten zwischen den beiden inneren Siebteilen ausgezogene Gruppen verholzter Zellen an. Das Markgewebe ist noch immer gut entwickelt und markiert die Grenzen zwischen den Bündeln. In den allerobersten Internodien ist man mitunter in der Lage die Gefässeile des grösseren zentralen Bündels isoliert von einander zu sehen.

Rhizom (Fig. 96). Die Epidermiszellen sind bedeutend grösser als im aufrechten Stamme, aber ihre Aussenwände sind recht schwach verdickt. Besonders charakteristisch ist, dass auf die Epidermis eine kompakte Rindenschicht von einer Mächtigkeit bis 5—6 Zellen folgt, bevor die Luftkanäle beginnen. Die Rindenzellen ungewöhnlich gross, die Luftkanäle in radiärer Richtung ausgezogen. Die Rindenstränge zahlreich und ausserordentlich gut entwickelt. Die Zellen der Endodermis sind auffallend klein und schwach U-förmig verdickt, aber besonders die äusseren tangentialen Wände stark verkorrt.

Der Zentralzylinder im Querschnitt länglich oder elliptisch, im Umkreise nicht unduliert. Wie bei *P. lucens*, *P. zizii* u. a. ist das Zentrum von einem mächtigen, schwach kollenchymatisch verdickten Mark- oder Grundgewebe eingenommen, während die Gefässbündel um die Peripherie angeordnet sind. Ich habe gewöhnlich 12—16 verschiedene Bündel gefunden, von denen die beiden mittleren grösser sind als die übrigen. Mechanische Zellen begleiten die Bündel, wie im aufrechten Stamme, aber sie sind hier bedeutend schwächer verdickt und viel schlechter verholzt.

Der **Aehrenstiel** (Fig. 97) ist schwach zusammengedrückt und, wie bei allen übrigen zu dieser Gruppe gehörenden Arten, in ihrer ganzen Länge von gleicher Dicke. Die Epidermiszellen sind von derselben Grösse wie in den ordentlichen Internodien des Stammes, haben aber bedeutend schwächer verdickte Aussenwände. In der Regel beginnen die Luftkanäle erst an der zweiten Rindenzellschicht, sind aber im übrigen im ganzen Organe anzutreffen. Sie sind von sehr unregelmässiger Form und in keine bestimmten Reihen geordnet. Ausserdem sind sie im Verhältnis zum ganzen Organ relativ klein, und die äusserst liegenden oft kleiner oder wenigstens nicht grösser als die weiter nach innen befindlichen. Im Zentrum des Organs fanden sich drei oder vier grössere Gefässbündel vom selben Bau wie in der vorhergehenden Gruppe. Jedes Bündel war von einer sehr mächtigen Sklerenchymscheide umgeben. Charakteristisch für diese Art ist, dass man in den Winkeln, wo Septa zusammentreffen, nicht nur recht zahlreiche mechanische Stränge antrifft, sondern auch eine

ganze Menge kleiner vollständiger Gefässbündel von ganz dem gleichen Bau wie die grossen im Zentrum.

Die **Blätter** sind alle untergetaucht, sehr langgestreckt, ungestielt, haben eine umfassende Basis und endigen in einer stumpf kapuzenförmigen Spitze. Durch die Mitte der Spreite läuft ein grösserer Mittelnerv und zu beiden Seiten desselben eine recht grosse Zahl von Seitennerven, von denen zwei oder drei bedeutend kräftiger sind als die übrigen. Der Mittelnerv und die beiden innersten der grösseren Seitennerven gehen bis in die Blattspitze hinaus, wo sie gemeinsam in einem kleinen Grübchen auf der unteren Seite endigen. Dieses ist bedeutend kleiner und schwerer zu bemerken als bei *P. lucens* und *P. gramineus*. Die übrigen Seitennerven vereinigen sich früher entweder mit einander oder mit dem Mittelnerven. Die Nerven anastomosieren recht wenig unter einander. Durch den Blattrand, welcher bei dieser Art keine Zacken hat, verläuft wie gewöhnlich ein kleiner mechanischer Strang.

Macht man auf einem Drittel der Höhe Querschnitte durch das Blatt, so findet man rund um den Mittelnerven eine kräftige Blattleiste, die auf der oberen Seite eben oder schwach konkav ist, auf der unteren konvex (Fig. 105). Die Leiste nimmt wie gewöhnlich gegen die Basis hin an Mächtigkeit zu und gegen die Spitze hin ab, ist aber überall drei bis vier Mal breiter als dick. Die Epidermiszellen desselben sind relativ klein und haben glatte Aussenwände. Das Organ ist von grossen Luftkanälen erfüllt, die durch eine Rindenzellschicht von der Epidermis geschieden und wesentlich auf gleiche Weise angeordnet sind wie bei *P. gramineus*. Die grösseren Seitennerven liegen in bikonvexen Leisten, die ebenso gebaut sind wie die Medianleiste, nur in dreimal so kleinen Dimensionen. Zwischen den Nerven ist die Spreite dreischichtig, aber die Zellen sind grösser als bei den zur vorhergehenden Gruppe gehörenden Arten, wodurch die ganze Spreite etwas dicker und fester wird. Spaltöffnungen habe ich nicht finden können. In den grösseren Nerven sind die Gefässbündel von gewöhnlichem Bau und von mächtigen geschlossenen Sklerenchymscheiden umgeben; in den kleineren hingegen trifft man nur Siebelemente und mechanische Zellen.

Die **Wurzeln** sind dicker als bei den meisten anderen Arten und verzweigen sich nicht selten; sie wurden an Exemplaren aus dem Tunguflusse untersucht.

Die Epidermiszellen werden recht frühzeitig zerstört, dafür aber sind die innerhalb liegenden Exodermiszellen, bei etwas älteren Wurzeln wenigstens, recht stark verdickt. Die primären Wände sind besonders in den Ecken cutinisiert. Mitunter erstreckt sich die Verkorkung auch auf die zunächst innerhalb befindlichen Rindenzellen. Die Rindenschicht ist recht mächtig entwickelt und alle Rindenzellen ungefähr von gleicher Grösse. Dies ist ausserordentlich charakteristisch für diese Art. Ausgedehnte und deformierte Zellen habe ich hier nie gefunden. Die Endodermiszellen sind auch bei älteren Wurzeln völlig unverdickt, nur sind ihre radiären und äusseren tangentialen Wände verkorkt.

Der Zentralzylinder zeigt den gewöhnlichen Bau mit einem schwach spiralig verdickten Gefäss in der Mitte und 6—8 Siebröhren von pentagonaler Form zwischen die Perikambiumzellen eingesprengt. Abwechselnd mit den Siebröhren fand ich stets 5 radiär gestellte Gefässteile, welche theils durch Gefässe, theils durch Lacunen repräsentiert wurden.

Potamogeton perfoliatus L.

Taf. IV, Fig. 98—101. Taf. V, Fig. 106, 107.

Die untersuchten Exemplare stammten aus den Skären vor Jakobstad her (Mitte September 1897). Die Art fand sich hier auf festem, sandigem Boden zusammen mit *P. vaginatus*. Der aufrechte Stamm verfault im Herbst; desgleichen die älteren Internodien des Rhizoms. Aber die jüngsten Internodien desselben, welche relativ kurz, steif, etwas dicker als die vorhergehenden sind und eine weisse Farbe besitzen, bilden eine Art Winterknospen, die stark an die erinnern, welche wir bei *P. lucens* und *P. gramineus* besprochen haben. Hier sind sie jedoch nicht perlenschnurähnlich an den Gliedern zusammengeschnürt. Ausserdem wachsen im Spätherbst wie bei *P. vaginatus* und *P. pectinatus* aus den Blatt-

achsen wurzelnde Ausläufer aus, die mit einer kleinen Knospe endigen. Ich habe allerdings nicht gesehen, dass aus ihnen neue Pflanzen entstanden wären, halte dies aber jedenfalls für höchst wahrscheinlich.

Aufrechter Stamm (Fig. 98, 99). Die Aussenwände der Epidermiszellen sind noch stärker verdickt als bei *P. praelongus*, und ausserdem sehr deutlich papillös. Die Luftkanäle treten ausnahmslos nach innen von der ersten Rindenzellschicht auf und sind durch einfache Septa von einander abgegrenzt. Wie bei der vorigen Art liegen sie 5—6 in einer Reihe hinter einander, und ihre Weite nimmt von aussen nach innen sukzessive ab (Fig. 98). Rindenstränge fehlen gänzlich (beachte den Gegensatz bei *P. praelongus*). Die Zellen der Endodermis sind sehr klein, O-förmig verdickt, verholzt. Durchlasszellen existieren; sie liegen gerade vor den Markbändern, welche im Zentralzylinder die Gefässbündel von einander trennen.

Der Zentralzylinder (Fig. 99) unduliert, wie bei *P. praelongus*, aber stärker zusammengedrückt, zum mindesten in den unteren und mittleren Stamminternodien; er ist im unteren (Fig. 99 a) Teile des Stammes bedeutend grösser als im oberen (Fig. 99 b). Das Verhältnis zwischen Dicke und Breite stieg von 0.48 im untersten Internodium auf 0.66 in einem der obersten. Bau und Anordnung der Gefässbündel im Zentralzylinder ganz wie bei *P. praelongus*, nur ist das zentrale Markgewebe hier bedeutend besser entwickelt.

Rhizom. Die Aussenwände der Epidermiszellen sind glatt und viel schwächer verdickt als im aufrechten Stamme. Wenig verdickt sind auch die Zellen der Endodermis, sonst aber weicht die Rindenschicht nicht von der des aufrechten Stammes ab. Bau und Form des Zentralzylinders sind wesentlich dieselben, wie bei der vorhergehenden Art; doch ist die Zahl der lateralen Gefässbündel geringer, (3—4 auf jeder Seite), und sie verschmelzen ausserdem recht oft zu nur zweien.

Winterknospe. Die Internodien stimmen zuweilen mit denen des Rhizoms überein, nur sind die Endodermiszellen ganz dünnwandig und verkorkt. Häufiger jedoch folgen in der Winterknospe zwei (nicht 5—6) Rindenzellschichten nach

der Epidermis auf einander, und der Zentralzylinder ist seitlich mehr zusammengedrückt. In diesem Falle (Fig. 100) fehlen im Zylinder oft gänzlich mechanische Zellen, und alle lateralen Bündel verschmelzen mit einander sowohl in Bezug auf die Siebteile als die Vasalparenchymteile, während die Gefässlacunen, teilweise wenigstens, frei sind. Dass es Zwischenformen zwischen diesen beiden Extremen gibt, versteht sich von selbst.

Der **Aehrenstiel** (Fig. 101) unterscheidet sich von dem bei *P. praelongus* dadurch, dass die Luftkanäle schon an der ersten Rindenzellschicht beginnen und im zentralen Teile gänzlich fehlen, der aus einem kompakten Gewebe mit nur ganz kleinen Interzellularräumen besteht, ferner durch den Mangel an mechanischen Strängen oder kleineren Gefässbündeln in den Winkeln der Septa.

Durch das kompakte Gewebe im Zentrum verlaufen 6 Gefässbündel, die zu einander gestellt sind, wie die Staubfäden in einer trimeren Blüte mit doppeltem Staubfädenkranz. Die Gefässbündel im äusseren Kranze sind bedeutend kleiner als im inneren. Sie zeigen der Hauptsache nach denselben Bau wie bei *P. praelongus*, nur dass die Sklerenchym-scheide, welche die Bündel umgibt, bedeutend schwächer entwickelt und oft an den Seiten unterbrochen ist.

Das **Blatt** (Fig. 106) ist wie bei *P. praelongus* ungestielt und stengelumfassend, aber bedeutend kürzer, die stumpf abgerundete Spitze platt; auch die Nervatur ist wesentlich dieselbe; der Blattrand, wie bei *P. gramineus* und *P. lucens* mit zahlreichen scharfen, einzelligen Zacken oder Zähnen versehen. Der innere Bau ist der Hauptsache nach der gleiche wie bei *P. praelongus*. Die Abweichungen beschränken sich darauf, dass die Leisten bikonvex sind, die Luftkanäle relativ klein, in zwei Reihen über einander gestellt und bis an die Epidermis heranreichen; dass die Aussenwände der Epidermiszellen, wie im Stamme, stark verdickt und papillös sind, und dass die Sklerenchymscheiden bedeutend schwächer sind.

Die **Wurzeln** sind verhältnismässig dick, verzweigen sich aber, wenigstens bei den Formen, die ich gesehen habe, nicht. Im Gegensatz zu *P. praelongus* sind die Exodermis-

zellen dünnwandig oder höchstens ganz schwach verdickt. Verkorkt scheinen sie nur in den Ecken zu sein. Wie bei den meisten anderen Arten nimmt die Grösse der Rindenzellen von innen nach aussen zu, und die mehr peripherischen Zellen sind meistens auf gewöhnliche Weise ausgedehnt und deformiert. Die Zellen der Endodermis scheinen in der Regel dünnwandig zu sein, oder es finden sich einige wenige schwach verdickte Zellen ausserhalb der Leptomteile (Fig. 107). Gleichwohl fand ich in einer sehr alten Wurzel desselben Exemplars, wie das abgebildete, die meisten Endodermiszellen sehr stark verdickt. Die Zahl der Siebröhren im Zentralzylinder beträgt gewöhnlich 5—6 (5—8). In der Mitte des Zylinders trifft man bei dünneren Wurzeln gewöhnlich ein schwach spiralig verdicktes Gefäss an, bei dickeren Wurzeln in der Regel eine recht grosse Zahl von solchen. Ein Teil desselben ist dann zweifellos als radiär anzusehen.

Potamogeton rufescens Schrad.

Taf. IV, Fig. 102—104. Taf. V, Fig. 108—111.

Die untersuchten Exemplare sammelte ich teils am 15. VII. 1897 in einem kleinen Bache in der Nähe des Dorfes Uskela in Karelia pomorica, teils an einer gleichartigen Stelle mit stark strömendem Wasser zwischen den Höfen Kannas und Sumsa in Ostrobottnia kajanensis am 29. VII. desselben Jahres.

Der **aufrechte Stamm** (Fig. 102) hatte wie bei *P. praelongus* in seiner ganzen Länge einen ausserordentlich konstanten Bau. Die Epidermiszellen ungewöhnlich gross, ihre Aussenwände glatt und nur ganz schwach verdickt. Ihre Wände, wie auch die der Rindenzellen, von einem eigenartigen blassroten Farbstoff imprägniert, der sich nicht in Alkohol löst. Dieselbe Farbe findet sich auch in der Aehrenachse und im Blatt. Gleich innerhalb von der Epidermis beginnen die Luftkanäle, die weiter sind als bei einer der vorhergehenden Arten und sich fast bis zur Endodermis hin

erstrecken. Sie liegen in Reihen hinter einander, die innersten sind am kleinsten. Wie bei *P. perfoliatus* fehlen Rindenstränge gänzlich. Die Endodermiszellen sind sehr klein, rund oder etwas eckig. Bei allen untersuchten Exemplaren fand ich sie gar nicht oder nur ganz schwach O-förmig verdickt, nie aber erwähnenswert verholzt. Dagegen schießen sie an den radiären Wänden verkorkt zu sein. Durchlasszellen, wie bei *P. perfoliatus*, wurden nicht beobachtet. Der Zentralzylinder ist unduliert, wie bei *P. perfoliatus* und *prælongus*; mit letzteren Art stimmt er, was die Form und Anordnung der Gefässbündel betrifft, in hohem Grade überein.

Rhizom (Fig. 103). Das Rindengewebe verhält sich wie im aufrechten Stamme, nur dass die Luftkanäle an der ersten Rindenzellschicht beginnen. Die Endodermiszellen sind stets dünnwandig und teils gänzlich verkorkt, teils nur in den radiären und besonders in den äusseren tangentialen Wänden. Der Zentralzylinder oval oder elliptisch; seine relative Grösse geringer als im aufrechten Stamme. Er wird durch quergehende Markbänder in einen medianen und zwei laterale Teile geteilt (Fig. 103). Besonders bemerkenswert und bei keiner anderen Art vorkommend ist das Fehlen von zentralem Grundgewebe. In den zentralen Teilen sind die beiden inneren Siebteile, welche im Stamme das eine der medianen Gefässbündel begleiten, verschwunden. In den lateralen Teilen sind die Siebteile der drei Gefässbündel immer verschmolzen, und in einigen Fällen findet man auch die Vasalteile zu einer gemeinsamen Lacune vereinigt. Die Pericykelscheider und die mechanischen Zellen des Zylinders verhalten sich der Hauptsache nach wie die des aufrechten Stammes.

Der **Ahrenstiel** (Fig. 104) ist von stumpf dreieckiger Form. Die Luftkanäle beginnen wie im Stamme gleich nach der Epidermis und erfüllen das ganze Organ. Die inneren Kanäle sind kleiner als die äusseren, auf jedem Fall aber sind die Kanäle viel grösser als bei irgend einer der vorhergehenden Arten. In der Mitte findet man 6 recht weit von einander gestellte Gefässbündel, welche auf gleiche Weise zu einander angeordnet sind wie bei *P. perfoliatus*. Sie sind auf gewöhnlicher Weise gebaut und von recht wenigen, schwach

differenzierten mechanischen Zellen begleitet. Rindenstränge oder kleinere Gefässbündel in den peripheren Teilen der Rindenschicht kommen nicht vor.

Die **untergetauchten Blätter** sind langgestreckt, lanzettförmig, ungestielt und endigen, wie bei *P. praelongus*, in einer stumpfen, kapuzenähnlichen Spitze (Textfigur 17). Durch die Spreite laufen gewöhnlich 7 (5—9) Nerven. Von diesen setzt sich die mittlere bis in die Spitze hinein fort, wo sie in eine

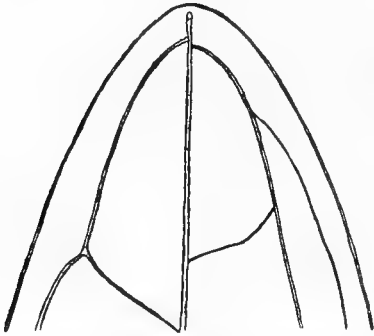


Fig. 17.

Blattspitze von *P. rufescens*
($\frac{10}{1}$).

sehr deutliche Oeffnung auf der unteren Seite mündet. Der Blattrand, welcher auch hier von einem kleinen mechanischen Strang durchzogen ist, ist gleichmässig und ohne Zacken.

Macht man ganz an der Basis Schnitte durch das Blatt, so findet man es zum grössten Teile eingenommen von einer mächtigen lacunösen Partie (Fig. 108 b), die recht stark an den entsprechenden Teil von *P. gramineus* und *P. zizii* erinnern. Doch ist der lacunöse Teil hier im Verhältnis zur Breite bedeutend dicker, die Luftkanäle grösser als bei den erwähnten Arten. Im Gegensatz zu *P. praelongus* gehen die Luftkanäle bis an die Epidermis heran, deren Zellen sehr gross, dünnwandig und glatt sind. Die Gefässbündel sind auf der oberen und unteren Seite von einigen wenigen sehr schwach verdickten und verholzten mechanischen Zellen begleitet. Die Siebröhren sind auffallend klein. Nach C. Sauvageau (Annales des sc. nat. l. c. p. 204) sollen hier an den Stellen, wo die die Luftkanäle trennenden Septa an die Epidermis stossen, mechanische Stränge anzutreffen sein. In den von mir untersuchten Exemplaren fehlten solche gänzlich.

In der Mitte des Blattes ist diese lacunöse Partie zu einer gewöhnlichen Medianleiste reduziert, die stark an die bei *P. gramineus* erinnert (Fig. 108 a). Die Epidermiszellen, das Gefässbündel und die mechanischen Stränge verhalten sich wie an der Basis des Blattes. Die Seitennerven sind im Verhältnis zum Mittelnerven bedeutend kleiner als bei *P. praelongus* und *perfoliatus*, und die Spreite schwillt bei ihnen nur

schwach an. Zwischen den Nerven ist das Blatt wie gewöhnlich dreischichtig, aber sowohl die Epidermiszellen als die Zellen der zwischenliegenden Schicht sind ungewöhnlich klein, daher wird die Spreite bedeutend dünner als bei den beiden vorhergehenden Arten.

Die schwimmenden Blätter sind gestielt (Fig. 110) und stimmen im allgemeinen sehr mit denen von *P. gramineus* überein, nur ist die Spreite bedeutend dünner (etwa 0.14 mm im Durchmesser gegen 0.3 mm bei *P. gramineus*), mit noch schwächer differenziertem Palissadengewebe (Fig. 109). Die Gefässbündel verhalten sich wie in den untergetauchten Blättern.

Die Wurzeln zeigen in ihrem Bau wenig besonders Charakteristisches. Sie sind relativ dünn, unverzweigt, und ihre Epidermiszellen werden frühzeitig vernichtet. In allen untersuchten Fällen war die Exodermis sehr wenig verdickt, dafür aber recht gut verkorkt. Die äusseren Rindenzellen sind gewöhnlich ausgedehnt und deformiert, und die Zellen, welche der Endodermis zunächst liegen, sind augenscheinlich stärker verdickt als die übrigen. Die Endodermiszellen sehr schwach verdickt mit deutlichen Durchlasszellen (Fig. 111).

Der Zentralzylinder zeigt den gewöhnlichen Bau mit einem grossen, so gut wie unverdickten Zentralgefäss in der Mitte und 5—6 Siebröhren, zwischen die Perikambiumzellen eingesprengt. In einigen Wurzeln fand ich einen oder einige radiäre Gefässteile, in anderen hingegen nicht. Sie sind hier jedoch sehr schwer zu unterscheiden.

Potamogeton gramineus × perfoliatus (*P. nitens* Web.).

Taf. V, Fig. 112—120.

Von dieser Hybride habe ich zwei Formen untersucht. Die eine wurde am 22. VIII. 1897 in einem kleinen, stark fliessenden Bache zwischen den Dörfern Kannas und Sumsa in Ostrobottnia kajanensis gesammelt. Sie trat hier in grossen Massen auf zusammen mit einer kräftigen Form von *P. gramineus*, die zweifellos zur **Wolfgangii* Kihlm. zu rechnen

ist. Sie zeigte im äusseren grössere Uebereinstimmung mit jener Art als mit *P. perfoliatus* und produzierte eine Menge, teilweise ganz kleiner Infloreszenzen, aber keine reifen Früchte. Die zweite Form stammt aus der Melnitza-Bucht des Uskela-sees in Karelia pomorica (11. VII. 1897). Sie wuchs in Gesellschaft von *P. gramineus*, *P. perfoliatus* u. a. auf sehr lockerem Boden in einer Tiefe von $\frac{1}{3}$ —1 m. Diese Form, welche gänzlich steril war, nimmt in Bezug auf die morphologischen Eigenschaften eine recht intermediäre Stellung zu den beiden Stammarten ein.

Anfrechter Stamm (Fig. 112—118). Bei den Exemplaren aus Sumsa waren die Aussenwände der Epidermiszellen etwas schwächer verdickt als bei *P. perfoliatus*, aber deutlich, wenn gleich schwach, papillös. In einigen Internodien (Fig. 112 a), speziell in den unteren, stimmte die Rindenschicht in hohem Grade mit den genannten Art überein. So fanden sich mehr als 3 Luftkanäle in der Reihe hinter einander, sie waren verhältnismässig klein und die ganze Schicht hindurch von ziemlich gleicher Grösse; Rindenstränge fehlten gänzlich. In anderen Internodien (Fig. 112 b) desselben Exemplares gab sich dagegen *P. gramineus* deutlich zu erkennen, durch einige wenige mechanische Stränge in den mehr peripheren Teilen der Rindenschicht und durch eine geringere Anzahl (3 in der Reihe) von Luftkanälen, die aber am Umkreise sehr gross und in den inneren Teilen der Rindenschicht bedeutend kleiner waren. Die Endodermiszellen waren gut verdickt und fast O-förmig (*P. perfoliatus*), aber die äussere Seite war wie bei *P. gramineus* schwächer verdickt als die innere. Dünnwandige Durchlasszellen wie bei *P. perfoliatus* habe ich hier nie beobachtet.

Der Zentralzylinder war stets im Umkreise mehr oder weniger unduliert. In einem Internodium vom unteren Teile des Stammes (Fig. 113) zeigte er im Querschnitt wesentlich dieselbe Form wie bei *P. perfoliatus* (Fig. 99), aber in der Hauptsache den Bau von *P. gramineus* (Fig. 76). So fand sich hier im zentralen Teile gewöhnlich nur eine Gefässlacune mit einem Siebteile auf jeder Seite. Die beiden inneren Leptomteile, die bei *P. perfoliatus* das eine der medianen Gefässbündel begleiten, fehlten gänzlich. Auch waren die

lateralen Gefässbündel bei weitem nicht so gut von einander abgegrenzt wie bei letzterer Art, besonders was die Leptomteile betrifft. Dagegen verliefen die Gefässlacunen frei von einander, was wieder bei *P. gramineus* in der Regel nicht der Fall ist. In den mittleren (Fig. 114) und obersten (Fig. 115) Internodien des Stammes neigte der Zentralzylinder bald mehr zu *P. perfoliatus*, bald zu *P. gramineus*. Im allgemeinen aber waren doch die Merkmale der ersteren Art besser vertreten.

Bei den Uskela-Exemplaren waren die Epidermiszellen in den unteren Internodien des Stammes papillös wie bei *P. perfoliatus*, in den oberen hingegen glattwandig wie bei *P. gramineus*. Rindenstränge fehlten in den unteren Internodien gänzlich, fanden sich aber im oberen Teil des Stammes als kleine subepidermale mechanische Bündel (Fig. 116). Andere fanden sich nicht. Die Luftkanäle verhielten sich im allgemeinen wie in den Exemplaren aus Sumsa. Die Endodermiszellen fand ich stets O-förmig verdickt wie bei *P. perfoliatus*, aber ohne Durchlasszellen.

Der Zentralzylinder war stets im Umkreise schwach unduliert. Fig. 117 zeigt den Zentralzylinder eines der unteren Internodien, der im hohem Grade an *P. perfoliatus* erinnert, mit den charakteristischen inneren Leptomteilen an dem einen der medianen Gefässbündel und dem mächtig entwickelten Markgewebe desselben, das deutlich die lateralen Gefässbündel von einander abgrenzt. Ein Internodium höher vom selben Exemplare (Fig. 118) erinnert dagegen mehr an *P. gramineus*. Die inneren Leptomteile sind gänzlich verschwunden, die zentralen Holzteile sind zu einander gerückt, und das Markgewebe beschränkt sich auf quergehende Bänder zwischen dem zentralen und den beiden lateralen Teilen. Die mechanischen Zellen sind besser vertreten als dies gewöhnlich bei *P. gramineus* der Fall ist, und in dieser Hinsicht erinnert der Zentralzylinder mehr an *P. perfoliatus*.

Ich habe schon bei der Hybride *P. vaginatus* × *pectinatus* darauf hingewiesen, dass verschiedene Internodien desselben Individuums im aufrechten Stamme bald mehr an die eine Stammart erinnern, bald mehr an die andere. Wir fin-

den bei dieser Form dieselbe Eigentümlichkeit. Es muss jedoch hervorgehoben werden, dass innerhalb einer Rindenschicht von überwiegendem *P. perfoliatus*- Typus ein Zentralzylinder mit stark hervortretenden Eigenschaften von *P. gramineus* folgen kann und umgekehrt.

Das **Rhizom** habe ich an den Exemplaren aus Uskela untersucht. Hier begannen die Luftkanäle wie bei *P. perfoliatus* schon an der ersten Rindenzellschicht. In der Endodermis scheide fanden sich einige wenige Durchlasszellen, und im Zylinder waren mechanische Zellen recht gut vertreten. Im übrigen zeigte das Rhizom nichts speziell Interessantes, was ja ganz natürlich ist, da dieses Organ auch bei den beiden Stammarten recht gleich ist.

Der **Aehrenstiel** (Fig. 119) an den Exemplaren aus Sumsa stimmte mit *P. perfoliatus* in Bezug auf die schwach papillösen Epidermiszellen, dem fast kompakten Gewebe im Zentrum und den 6 Gefässbündeln daselbst überein. Dagegen stimmten die äusseren Teile der Rindenschicht fast vollständig mit *P. gramineus* überein, speziell was die Grösse der Luftkanäle und ihre Anordnung zu einander betrifft. Auch fanden sich in der Rindenschicht mechanische Stränge mit oder ohne Siebelemente; es waren ihrer jedoch weniger als bei *P. gramineus* (6—7 gegen etwa 12—15 bei *P. gramineus*).

Die **Blätter** (Fig. 120), welche untergetaucht waren, besaßen eine recht breite, halb umfassende Basis, stimmten aber sonst in Bezug auf die Form in hohem Grade mit *P. gramineus* überein. Die Nerven waren etwas zahlreicher (9—11) und die Seitennerven im Verhältnis zum Mittelnerven grösser. Schnitte durch die Mitte der Spreite zeigten, dass die Epidermiszellen recht dünnwandig (*P. gramineus*) aber schwach papillös waren wie bei *P. perfoliatus*. Der Mittelnerv war von einer auf beiden Seiten konvexen Leiste umschlossen (*P. perfoliatus* Fig. 106). Dagegen erinnerte in der Leiste sowohl das Verhältnis der Breite zur Dicke als auch die Anordnung der Luftkanäle mehr an *P. gramineus* (Fig. 87). Auch ausserhalb der grösseren Seitennerven war die Spreite angeschwollen und hatte lacunöse Leisten gebildet wie bei *P. perfoliatus*. Doch war ihre Grösse im Verhältnis zum Mittelnerven bedeutend kleiner als bei letzterer Art.

Schwimmende Blätter fehlten bei beiden untersuchten Formen.

Die **Wurzeln** waren im allgemeinen etwas dicker als bei *P. gramineus*, stimmten aber im übrigen recht vollständig mit denen jener Art überein.

Potamogeton natans Gruppe.

Potamogeton natans L.

Taf. V, Fig. 121—126.

Die untersuchten Exemplare stammen aus dem Tungusflusse in Karelia pomorica, wo sie von mir am 3. VIII. 1897 gesammelt wurden. Nach Sauvageau (Journal de botanique l. c. S. 165) fährt die Art nach der Reife der Früchte, weit in den Spätherbst hinein, fort zu vegetieren. Sowohl neue Rhizominternodien als aufrechte Sprosse werden erzeugt, aber die letzteren tragen hauptsächlich Nieder- und untergetauchte Blätter und nur wenige Schwimmblätter. Wenn das Wasser sich mit Eis bedeckt, frieren die oberen Teile der Pflanze ab, während das Rhizom und der ganze untere Teil des aufrechten Stammes unter der Eisdecke den ganzen Winter hindurch unverändert weiterleben. Besonders ausgeprägte Winterknospen besitzt die Art nicht.

Der **aufrechte Stamm** (Fig. 121) ist in seiner ganzen Länge fast von gleicher Dicke. Die Epidermiszellen fast quadratisch, ihre Aussenwände recht stark verdickt und deutlich papillös. Die Luftkanäle beginnen nach der ersten Rindenzellschicht. Sie kommen fast bis an die Endodermis heran, sind von mittlerer Grösse und die ganze Rindenschicht hindurch ungefähr von gleicher Weite. Die Rindenstränge sind zahlreich und kräftig und finden sich in der ganzen Rinde bis zur Epidermis hin. Sie bestehen teils nur aus gut verdickten und verholzten Zellen, teils aus von einer Sklerenchymscheide umgebenem Leptom. Nach Sauvageau (l. c. S. 167) sollen die Rindenstränge in der Regel in den oberen Stamminternodien zahlreicher sein als in den unteren. In den von mir untersuchten Exemplaren waren sie

den ganzen Stamm hindurch ziemlich gleichmässig verteilt. Die Zellen der Endodermissscheide sind sehr stark U-förmig verdickt und verholzt.

Der Zentralzylinder ist im Umkreise sehr deutlich un-
duliert, etwas unregelmässig abgerundet quadratisch, in allen Internodien des Stammes von derselben Form. Im medianen Teile des Zylinders trifft man zwei Gefässbündel an, von denen das eine einfach ist, das zweite aber, wie in der *P. praelongus*-Gruppe, einen äusseren und zwei innere Leptomteile zeigt. Laterale Bündel finden sich 3 (2—4) auf jeder Seite. Die Bündel zeigen den für diese Familie charakteristischen Bau (Fig. 122). Das mechanische Element im Zylinder ist bei dieser Art sehr gut vertreten und bildet mächtige, gut geschlossene Scheiden von verdickten und verholzten Pericykel- und Grundgewebszellen rund um die verschiedenen Gefässbündel. Auch unverholztes Grundgewebe ist ziemlich reichlich vorhanden, und die Zellen desselben sind nicht unbedeutend verdickt.

Das **Rhizom** ist etwa doppelt so dick als der aufrechte Stamm, und in der Hauptsache vom selben Bau. Die Epidermiszellen recht gross, radiär ausgezogen; ihre Aussenwände viel mehr verdickt und deutlicher papillös als im Stamme. Die Luftkanäle beginnen nach Sauvageau an der ersten Rindenzellschicht. Bei den von mir untersuchten Exemplaren traten sie an der ersten oder zweiten auf. Rindenstränge in der Regel etwas weniger als im Stamm; subepidermale Stränge fehlen gänzlich. Die Zellen der Endodermissscheide sind bedeutend schwächer verdickt.

Der Zentralzylinder zeigte die eigentümliche Erscheinung, dass die inneren Leptomteile, welche das eine der medianen Gefässbündel begleiten, deutlich vorhanden waren, während sie in der *P. praelongus*-Gruppe im Rhizom gänzlich verschwunden sind. Da ich jedoch nur Exemplare von einem einzigen Standorte untersucht habe, so will ich nicht entscheiden, ob dies wirklich für die Art charakteristisch ist, sondern begnüge mich zu konstatieren, dass es sich bei diesen Exemplaren so verhielt. Die Sklerenchymscheiden um die Gefässbündel sind viel schwächer entwickelt als in den Internodien des aufrechten Stammes und meistens an mehre-

ren Stellen unterbrochen. In den Holzteilen der Bündel trifft man oft deutlich verdickte und schwach verholzte Gefässe statt Lacunen an.

Aehrenstiel (Fig. 123). Die Epidermiszellen wie im aufrechten Stamme. Die Luftkanäle beginnen innerhalb der ersten oder häufiger der zweiten Rindenzellschicht und sind von sehr wechselnden Form, grössere und kleinere durch einander. Die Stränge wie im Stamme, nur weniger an Zahl. Subepidermale Stränge fehlen, aber in den mehr peripheren Teilen der Rindenschicht finden sich sowohl Rindenstränge mit oder ohne Leptom als auch kleinere vollständige Gefässbündel. Durch die Mitte des Organs verlaufen 4 grössere, von sehr kräftigen Sklerenchymscheiden umgebene Gefässbündel. Ihr Bau weicht von dem aller vorhergehenden Arten darin ab, dass man hier unter den Gefässlacunen ein quergehendes Band von schwach verdickten und undeutlich verholzten Gefässen findet. Um die Gefässbündel und speziell um die zentralen herum ist das Rindengewebe kompakter als sonst, indem 2—3 Zellschichten jedes dieser Bündel dicht umschliessen.

Die **schwimmenden Blätter** sind von elliptischer Form und stimmen in Bezug auf die Nervatur vollständig mit den entsprechenden Blättern von *P. gramineus* überein. Sie sind recht langgestielt, und im oberen Teile des Stieles, dicht unter der Spreite, befindet sich ein Glied. Dieses besteht aus einer einige Zentimeter langen Partie von blassgrüner Farbe, die im Herbst frühzeitig abstirbt und verfault, während der untere Teil des Stiels noch lange nachher frisch und grün fortfährt zu assimilieren.

Querschnitte durch die Mitte des Blattstiels erinnern, was die Form betrifft, an Etwas mitten zwischen einem Halbkreise und einem Trapez (Fig. 124). Die Epidermiszellen wie im Stamme. Zum grössten Teil besteht das Organ aus grossen Luftkanälen, die durch einfache Septa von einander getrennt und gewöhnlich durch eine Zellschicht von der Epidermis abgegrenzt sind. Sie sind in zwei konzentrischen Ringen angeordnet, und ausserdem finden sich einige kleinere Lacunen zwischen den Gefässbündeln. An den Stellen, wo Radialsepten an die Epidermis stossen, finden sich mechanische, aus

einigen wenigen Zellen zusammengesetzte Stränge. Derartige Stränge, sowie einige grössere mit Weichbast in der Mitte, finden sich auch zwischen den inneren und äusseren Luftkanalringen, besonders auf der unteren Seite. Die Nerven sind in einem nach oben gekehrten Bogen mit sehr grossem Radius angeordnet. Der mittlere Nerv ist der grösste, nach beiden Seiten hin nimmt die Grösse desselben sukzessive ab. Sie sind von kräftigen, vollständig geschlossenen Sklerenchymscheiden umgeben. Wie in dem Aehrenstiel wird der Gefässteil nicht nur durch eine auf gewöhnliche schizogene Art entstandene Lacune repräsentiert sondern auch durch ein Querband spiralig verdickter Gefässe unter denselben.

Der Bau des Gliedes ist wesentlich der gleiche wie im übrigen Teile des Stiels, nur sind die mechanischen Stränge gänzlich oder zum allergrössten Teile verschwunden, wodurch zweifellos die Lösung der Spreite vom Stiel in diesem Teile erleichtert wird.

Die Blattspreite (Fig. 125) ist dicker als bei allen anderen Arten mit schwimmenden Blättern (0.4—0.5 mm im Durchmesser). Auf der unteren Seite finden sich nur wenige, auf der oberen aber sehr zahlreiche Spaltöffnungen, welche in langgestreckte schmale Atemhöhlen hineinführen. Die obere Hälfte der Spreite ist von einem mächtigen Palisadengewebe eingenommen, das bedeutend besser differenziert ist als bei *P. gramineus* und *rufescens*. Die Zellen sind hier recht langgestreckt und dicht schliessend, 3—4 hinter einander. Die untere Hälfte besteht aus einem lacunösen Gewebe, das sich in Nichts von dem des Blattes von *P. gramineus* unterscheidet. Die Nerven gebaut wie im Stiel. Der Mittelnerf liegt in einer kräftigen, auf der oberen Seite ebenen oder schwach konkaven, auf der unteren konvexen Leiste, die ungefähr halb so dick als breit ist. Mit Ausnahme zweier ganz dünner mechanischer Stränge, welche durch den äussersten Blattrand verlaufen, fehlen solche in der Spreite gänzlich.

Die **Wurzeln** sind im allgemeinen recht grob (bis 0.5—0.6 mm im Durchmesser) und verzweigen sich nicht selten. Die Epidermis wird frühzeitig zerstört. Die Exodermiszellen eckig, recht stark verdickt, ihre sekundären Verdickungen

verholzt, die Primärwände auf die gleiche Weise verkorkt, wie bei *P. prælongus*, *P. rufescens* u. a. Wie bei der ersten dieser Arten haben sich die mehr nach aussen liegenden Rindenzellen durch radiale Wände geteilt, und die Zellen sind daher die ganze Rindenschicht hindurch ungefähr von gleicher Grösse. Sie sind nur in geringem Grade kollabiert. Die Endodermiszellen (Fig. 126) bei älteren Wurzeln sehr stark U-förmig verdickt und verholzt; dünnwandige Durchlasszellen sind vorhanden. Die Verdickungen der Exo- und Endodermis sind nicht von einander abhängig; oft findet man nämlich in einer Wurzel mit sehr stark verdickter Endodermis die Exodermiszellen schwächer verdickt als in Wurzeln mit relativ dünnwandigen Endodermiszellen.

Im Zentralzylinder trifft man 5 (—7) Siebröhren von der gewöhnlichen Form an (Fig. 126). Im Zentrum ein oder zwei spiralg verdickte Gefässe. Ausserdem finden sich alternierend mit den Siebröhren radiär gestellte und gleichfalls stark verdickte Gefässe. Im allgemeinen sind die Gefässe bei dieser Art deutlicher und besser verdickt als bei irgend einer der vorhergehenden Arten.

Potamogeton *sparganifolius Laest.

Taf. V, Fig. 127—134.

Diese *P. natans* äusserst nahestehende Art oder Unterart desselben ist in allen Teilen kleiner als die Hauptart. Ich habe Exemplare derselben am 14. VI. 1897 an einer sehr stark strömenden Stelle des Pistoflusses in Karelia keretina gesammelt und am 21. IX. 1899 aus dem Kaamasflusse in den Enare-Lappmarken. Ausserdem habe ich Exemplare untersucht, die im Juli 1897 durch Magister B. R. Poppius an derselben Stelle gesammelt waren. Sie zeigten insgesamt grosse Uebereinstimmung im anatomischen Bau. Was die Ueberwinterung betrifft, so gilt für diese Art dasselbe, was oben von *P. natans* gesagt wurde.

Der **aufrechte Stamm** zeigt bei den Exemplaren von den verschiedenen Fundorten so grosse Aehnlichkeit mit *P. na-*

tans, dass sich nur mit Schwierigkeit einige ganz unwesentliche Abweichungen finden lassen. Die Aussenwände der Epidermiszellen sind schwächer verdickt und glatt oder in den untersten Internodien unmerklich papillös. Auch die Endodermissscheide ist durchweg weniger stark verdickt, und das mechanische Element im Zentralzylinder sowohl in Betreff der Anzahl der Zellen als ihrer Verdickung und Verholzung viel schwächer vertreten (Fig. 127). Andere Unterschiede finden sich nicht.

Das **Rhizom** stimmt der Hauptsache nach mit dem bei *P. natans* überein. Die Aussenwände der Epidermiszellen sind, wie im aufrechten Stamme, dünner und nicht papillös. Die Luftkanäle beginnen an der zweiten Rindenzellschicht. Die Endodermiszellen sind entweder ganz dünnwandig oder höchstens ganz unbedeutend verdickt.

Der Zentralzylinder (Fig. 128) enthält zwei grössere einfache, mediane Gefässbündel und 3—5 kleinere zu beiden Seiten. Von den beiden inneren medianen Leptomteilen, welche bei *P. natans* sowohl im Rhizom als im aufrechten Stamme vorhanden sind, findet sich hier keine Spur. Die Siebteile der lateralen Gefässbündel zeigen wenigstens in einigen Rhizomen die ausgeprägte Tendenz zusammen zu schmelzen. Mechanische Zellen fehlen entweder gänzlich oder sind sehr schwach vertreten. Gefässe habe ich in den Holzteilen der Bündel nicht bemerkt; dagegen ist das unverholzte Grundgewebe etwas reichlicher vorhanden als bei *P. natans*.

Aehrenstiel. In diesem Organe konnte ich keinerlei Unterschied von *P. natans* entdecken, nur dass die Aussenwände der Epidermiszellen glatt waren wie im aufrechten Stamme.

Die **schwimmenden Blätter** sind nicht so typisch wie bei *P. natans*, *P. gramineus* und *P. rufescens*. Sie besitzen nicht einmal die für die Schwimmblätter dieser Familie charakteristische oval — längliche Form, sondern sind mehr oder weniger schmal lanzettförmig und gehen ohne Grenze in die eigentlichen untergetauchten Blätter über. Bei den von mir untersuchten Exemplaren waren sie zum grossen Teil untergetaucht, was wohl damit zusammenhing, dass sie in fliessendem Wasser mit recht starker Strömung gewachsen waren.

Zu bemerken ist jedoch, dass die Exemplare aus dem Pisto-
flusse so jung waren, dass sie nicht an die Oberfläche des
Wassers heranreichten, gleichwohl aber entwickelte Schwimm-
blätter besaßen, was bei *P. natans* nie der Fall ist. Im obo-
ren Teile des Blattstiels findet sich auch hier ein derartiges
Glied wie bei der letzteren Art.

Der Stiel (Fig. 129) ist in Querschnitten weniger un-
regelmässig als bei *P. natans*. Die Aussenwände der Epider-
miszellen sind glatt wie im Stamme. Der innere Ring von
Luftkanälen ist weniger deutlich als bei *P. natans*, im übr-
igen aber verhalten sich die Kanäle wie auch die mechani-
schen Stränge wie bei jener Art. Nerven finden sich fünf.
Ihre Sklerenchymscheiden sind bedeutend schwächer entwickelt
als bei *P. natans* und auf den Seiten breit unterbrochen.
Spiralig verdickte Gefässe unter den Lacunen habe ich nie
mit Sicherheit beobachtet.

Die Blattspreite (Fig. 130, 131) ist ungefähr um die
Hälfte dünner als bei *P. natans* und weicht in ihrem Bau
weniger von den untergetauchten Blättern ab, als es bei an-
deren *Potamogeton*-Arten mit schwimmenden Blättern der
Fall ist. Eine speziell differenzierte Palissadenschicht auf
der oberen Seite und lacunöses Gewebe auf der unteren
existiert nicht, sondern besteht die ganze Spreite aus einem
recht gleichförmigen, an das Schwammparenchym in den
Blättern der Landpflanzen erinnernden Gewebe aus unregel-
mässigen Zellen und relativ kleinen Luftkanälen. Spaltöff-
nungen finden sich nur auf der oberen Seite des Blattes und
führen zu relativ kleinen und wenig tiefen Atemhöhlen. Die
mechanischen Stränge verhalten sich wie bei *P. natans*, und
der Bau der Gefässbündel ist der gleiche wie im Stiel. Der
Mittelnerv liegt in einer auf der oberen Seite ganz schwach,
auf der unteren aber stärker konvexen Leiste, deren Breite
im Verhältnis zur Dicke bedeutend grösser ist als bei
P. natans.

Die untergetauchten Blätter sind wie die schwimmenden
gestielt, und der Stiel geht unmerklich in eine lange, aber
sehr schmale und fast gleichmässig breite Spreite über.
Form und Bau des Stiels sind wesentlich dieselben wie bei
den schwimmenden Blättern. Fig. 132 zeigt Querschnitte ei-

nes Blattes 10 cm von der Basis am Uebergange zwischen Stiel und Spreite. Es ist an dieser Stelle zum grössten Teil von einer lacunösen Partie gebildet, die 4–5 Mal so breit als dick, im übrigen aber auf ganz dieselbe Weise gebaut ist wie der Stiel. Zu beiden Seiten des lakunösen Teiles findet sich ein ganz schmaler, dünner, flügelartiger Rand. In der Mitte der Blattspreite (Fig. 133) zeigt sich der lacunöse Teil auf den Querschnitten als spindelförmige Leiste rund um den Mittelnerven, der nur ein Drittel von der Breite der Spreite einnimmt. Auch hier findet man an den Stellen, wo Septa an die Epidermis stossen, mechanische Stränge. In den relativ breiten, ganz dünnen, flügelartigen Rändern zu beiden Seiten der Leiste finden sich 3, im Verhältnis zum Mittelnerven recht schwache Seitennerven. Der Bau der Nerven ist der gleiche wie in den schwimmenden Blättern. Höher oben, in der Nähe der Blattspitze, tritt die Medianleiste noch mehr vor den dünnen Seitenteilen zurück (Fig. 134).

Aus dem obigen ergibt sich, dass die untergetauchten Blätter gestielt sind und eine völlig typische, wenngleich ganz schmale Spreite besitzen. Bei der Untersuchung dieser Familie versäumte ich den anatomischen Bau der untergetauchten Blätter bei *P. natans* zu studieren. Eine Prüfung gepresster Exemplare erwies jedoch, dass die betreffende Blätter bei *P. natans* ähnliche gebaut sind wie bei *P. sarganifolius*.

Die Wurzeln stimmen völlig mit denjenigen von *P. natans* überein.

Figurenerklärung:

<p>cc = Zentralzylinder dz = Durchlasszelle end = Endodermis ep = Epidermis ex = Exodermis gb = Gefäßbündel i = Interzellularraum l = Leptom m = Mark mb = Mechanischer Bündel</p>	<p>mn = Mittelnerv ms = Mechanische Scheide r = Rinde rb = Rindenbündel s = Siebrohr sn = Seitennerv tr = Tracheales Element vl = Vasallacun vp = Vasalparenchym</p>
---	--

Tafel 1.

Potamogeton pectinatus. Fig. 1—19.

Fig. 1—7. Zentralzylinder in Internodien des aufrechten Stammes.

Exemplar aus Jakobstad (⁵⁰/₁). Fig. 1 erstes, 2 zweites, 3 viertes Internodium, 4 und 5 mittlere Internodien, 6 ein von den oberen Internodien, 7 Internodium unterhalb des Aehrenstiels.

Fig. 8—11. Zentralzylinder in Internodien des aufrechten Stammes, Exemplar aus Mjölö (⁶⁵/₁).

Fig. 12, 13. Rindenbündel (¹⁷⁵/₁).

Fig. 14. Zentralzylinder eines mittleren Internodiums, Exemplar aus Jakobstad (¹⁷⁵/₁).

Fig. 15. Zentralzylinder eines Ausläufers aus einer der oberen Blattachseln (¹⁷⁵/₁).

Fig. 16—18. Zentralzylinder des Aehrenstiels, Exemplar aus Mjölö (⁶⁵/₁).

Fig. 19. Zentralzylinder des Aehrenstiels, Exemplar aus Jakobstad (¹⁷⁵/₁).

P. vaginatus. Fig. 20—29.

Fig. 20. Internodium nebst drei Zweigen verschiedener Ordnung (⁹/₁).

Fig. 21—26. Zentralzylinder eines Internodium. Fig. 21 im Rhizom, Fig. 22 im ersten, Fig. 23 im zweiten, Fig. 24 im ziebenten, Fig. 25 im neunten, Fig. 26 im zwölften Internodium des aufrechten Stammes, Fig. 27 in einem dünnen Zweige (⁵⁰/₁).

Fig. 28. Aehrenstiel (⁶⁵/₁), Fig. 29 Zentralzylinder desselben (¹⁸⁰/₁).

P. pectinatus \times *vaginatus*. Fig. 30—37.

- Fig. 30—32, 35. Zentralzylinder im aufrechten Stamme ($^{60}/_1$).
 Fig. 33—34, in einem Zweige ($^{60}/_1$).
 Fig. 36. Zentralzylinder des Aehrenstiels ($^{65}/_1$).
 Fig. 37. Aehrenstiel ($^{88}/_1$).

Tafel 2.*P. pectinatus*. Fig. 38—42.

- Fig. 38. Ein von den breitesten unteren Laubblättern ($^{33}/_1$).
 Fig. 39. Zweigblatt ($^{38}/_1$).
 Fig. 40. Hauptnerv eines Mittelblattes ($^{175}/_1$).
 Fig. 41 a. Stipularscheide ($^{60}/_1$), b untere Epidermis derselben ($^{175}/_1$).
 Fig. 42. Wurzel ($^{300}/_1$).

P. vaginatus. Fig. 43—46.

- Fig. 43. Stammblatt ($^{33}/_1$).
 Fig. 44. Zweigblatt ($^{38}/_1$).
 Fig. 45 a. Stipularscheide ($^{20}/_1$), b untere Epidermis derselben ($^{175}/_1$).
 Fig. 46. Zentralzylinder der Wurzel ($^{300}/_1$).

P. pectinatus \times *vaginatus*. Fig. 47, 48.

- Fig. 47. Stammblatt ($^{38}/_1$)
 Fig. 48. Stipularscheide ($^{60}/_1$).

P. filiformis. Fig. 49—54.

- Fig. 49. Internodium in der unteren Stammhälfte ($^{100}/_1$).
 Fig. 50. Aehrenstiel ($^{100}/_1$).
 Fig. 51. Stammblatt ($^{38}/_1$).
 Fig. 52. Zweigblatt ($^{38}/_1$).
 Fig. 53 a. Stipularscheide ($^{60}/_1$), b untere Epidermis derselben ($^{175}/_1$)
 Fig. 54. Wurzel ($^{300}/_1$).

P. obtusifolius. Fig. 55—59.

- Fig. 55. Rhizom ($^{33}/_1$).
 Fig. 56. Aufrechter Stamm ($^{45}/_1$).
 Fig. 57. Aufrechter Stamm ($^{75}/_1$).
 Fig. 58. Zentralzylinder des aufrechten Stammes ($^{175}/_1$).
 Fig. 59. Aehrenstiel ($^{45}/_1$).

Tafel 3.*P. obtusifolius*. Fig. 60—61.

- Fig. 60. Blatt des aufrechten Stammes ($^{45}/_1$).
 Fig. 61. Blatt einer gekeimten Winterknospe ($^{45}/_1$).

P. zosterifolius. Fig. 62—66.Fig. 62. Erstes Internodium der Winterknospe ($^{33}/_1$).Fig. 63. Internodium in der Mitte des aufrechten Stammes ($^{33}/_1$).Fig. 64. Blatt, am Übergang vom 1. zum 2. Drittel der Länge ($^{50}/_1$).Fig. 65. Wurzel ($^{50}/_1$).Fig. 66. Zentralzylinder der Wurzel ($^{350}/_1$).*P. pusillus.* Fig. 67—74.Fig. 67. Aufrechter Stamm ($^{300}/_1$).Fig. 68—71. Zentralzylinder des aufrechten Stammes, Fig. 68 im unteren Theil, 69 und 70 im mittleren Theil desselben, 71 unterhalb des Aehrenstiels ($^{113}/_1$).Fig. 72. Zentralzylinder des Aehrenstiels ($^{113}/_1$).Fig. 73 *a.* Blatt in der Mitte der Scheibe, *b* einige Mm oberhalb der Basis ($^{50}/_1$),Fig. 74. Wurzel ($^{300}/_1$).*P. gramineus.* Fig. 75—79.Fig. 75. Aufrechter Stamm, mittlerer Theil ($^{33}/_1$).Fig. 76. Zentralzylinder des aufrechten Stammes, einige cm von Rhizom entfernt ($^{50}/_1$).Fig. 77. Id., hoch oben im Stamme (* Wolfgangii) ($^{50}/_1$).Fig. 78. Rhizom (Winterknospe, * Wolfgangii) ($^{13}/_1$).Fig. 79. Aehrenstiel ($^{13}/_1$).*P. lucens.* Fig. 80—83.Fig. 80. Aufrechter Stamm ($^{50}/_1$).Fig. 81. Zentralzylinder des aufrechten Stammes, typische Form ($^{50}/_1$).Fig. 82. Zentralzylinder des Rhizoms ($^{18}/_1$).Fig. 83. Aehrenstiel ($^{13}/_1$).*P. Zizii.* Fig. 84, 85.Fig. 84. Aufrechter Stamm, mittlerer Theil ($^{50}/_1$).Fig. 85. Zentralzylinder des Rhizoms ($^{35}/_1$).**Tafel 4.***P. gramineus.* Fig. 86—89.Fig. 86. Untergetauchtes Blatt bei der Basis (*a*) und in der Mitte (*b*) (Mittelnerv). ($^{33}/_1$).Fig. 87. Untergetauchtes Blatt in der Mitte ($^{33}/_1$).Fig. 88. Schwimmblatt ($^{50}/_1$).Fig. 89. Zentralzylinder einer älteren Wurzel ($^{350}/_1$).*P. lucens.* Fig. 90, 91.Fig. 90 *a.* Blattstiel, *b*, Mittelrippe des Blattes ($^{15}/_1$).Fig. 91 *a.* Äusseres Gewebe der Wurzel, *b* Zentralzylinder derselben ($^{350}/_1$).

P. Zizii. Fig. 92. Untergetauchtes Blatt an der Basis (a), in der Mitte (b) durchschnitten ($\frac{38}{1}$).

P. praelongus. Fig. 93—97.

Fig. 93. Aufrechter Stamm, mittlerer Theil ($\frac{25}{1}$).

Fig. 94. Zentralzylinder im untersten Internodium des aufrechten Stammes ($\frac{50}{1}$).

Fig. 95. Gefässbündel im Stamme ($\frac{175}{1}$).

Fig. 96. Rhizom ($\frac{13}{1}$).

Fig. 97. Aehrenstiel ($\frac{13}{1}$).

P. perfoliatus. Fig. 98—101.

Fig. 98. Aufrechter Stamm, mittlerer Theil ($\frac{38}{1}$).

Fig. 99. Zentralzylinder des aufrechten Stammes, *a* nahe an der Basis, *b* im oberen Theil desselben ($\frac{35}{1}$).

Fig. 100. Zentralzylinder einer Winterknospe ($\frac{38}{1}$).

Fig. 101. Aehrenstiel ($\frac{13}{1}$).

P. rufescens. Fig. 102—104.

Fig. 102. Aufrechter Stamm ($\frac{50}{1}$).

Fig. 103. Zentralzylinder des Rhizoms ($\frac{100}{1}$).

Fig. 104. Aehrenstiel ($\frac{23}{1}$).

Tafel 5.

P. praelongus. Fig. 105.

Fig. 105. Blatt in der Mitte ($\frac{18}{1}$).

P. perfoliatus. Fig. 106, 107.

Fig. 106. Blatt ($\frac{23}{1}$).

Fig. 107. Zentralzylinder der Wurzel ($\frac{350}{1}$).

P. rufescens. Fig. 108—111.

Fig. 108. Untergetauchtes Blatt, *a* in der Mitte, *b* an der Basis ($\frac{38}{1}$).

Fig. 109. Schwimmblatt ($\frac{175}{1}$).

Fig. 110. Blattstiel ($\frac{38}{1}$).

Fig. 111. Zentralzylinder der Wurzel ($\frac{350}{1}$).

P. gramineus \times *perfoliatus*. Fig. 112—120. 112—115, 119, 120 Pflanzen aus Sumsa, 116—118 aus Uskela.

Fig. 112 *a*, *b*. Internodien aus der Mitte des aufrechten Stammes ($\frac{43}{1}$)

Fig. 113. Zentralzylinder im unteren Theil des aufrechten Stammes ($\frac{75}{1}$).

Fig. 114. Id. in der Mitte desselben ($\frac{75}{1}$).

Fig. 115. Id. im oberen Theil desselben ($\frac{75}{1}$).

Fig. 116. Aufrechter Stamm, mittlerer Theil ($\frac{50}{1}$).

Fig. 117. Zentralzylinder in unterem Theil des aufrechten Stammes ($\frac{50}{1}$).

Fig. 118. Id. in nächstoberen Internodium desselben Theil ($^{50}/_1$).

Fig. 119. Aehrenstiel ($^{13}/_1$).

Fig. 120. Blatt ($^{25}/_1$).

P. natans. Fig. 121—126.

Fig. 121. Aufrechter Stamm, mittlerer Theil ($^{38}/_1$).

Fig. 122. Gefässbündel des Stammes ($^{175}/_1$).

Fig. 123. Aehrenstiel ($^{18}/_1$).

Fig. 124. Stiel des Schwimmblattes, in der Mitte ($^{13}/_1$).

Fig. 125. Schwimmblatt ($^{13}/_1$).

Fig. 126. Zentralzylinder der Wurzel ($^{350}/_1$).

P. sparganifolius. Fig. 127—134.

Fig. 127. Zentralzylinder im mittleren Theil des aufrechten Stammes ($^{65}/_1$).

Fig. 128. Zentralzylinder im Rhizom ($^{65}/_1$).

Fig. 129. Stiel des Schwimmblattes in der Mitte ($^{13}/_1$).

Fig. 130. Schwimmblatt ($^{13}/_1$).

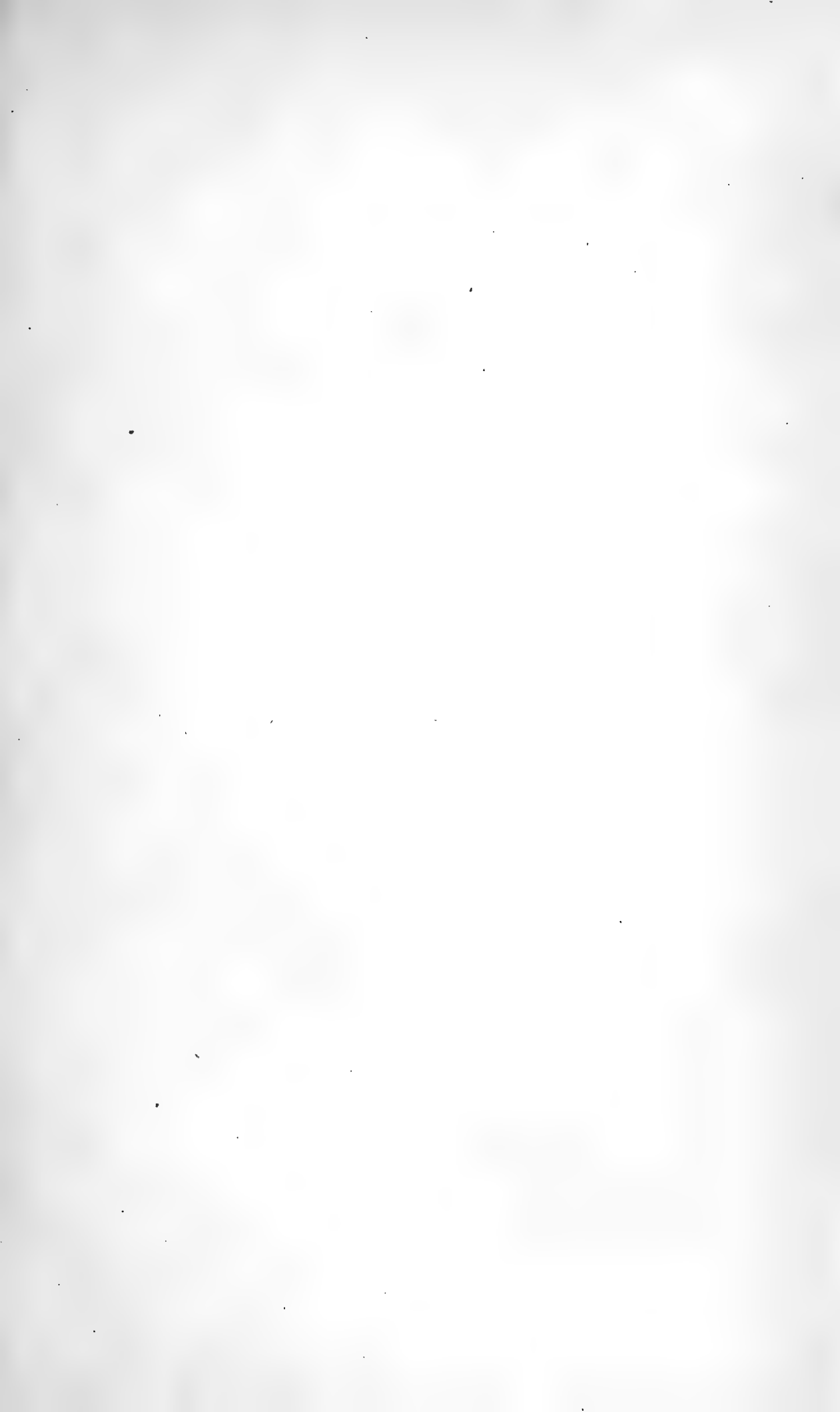
Fig. 131. Id. ($^{175}/_1$).

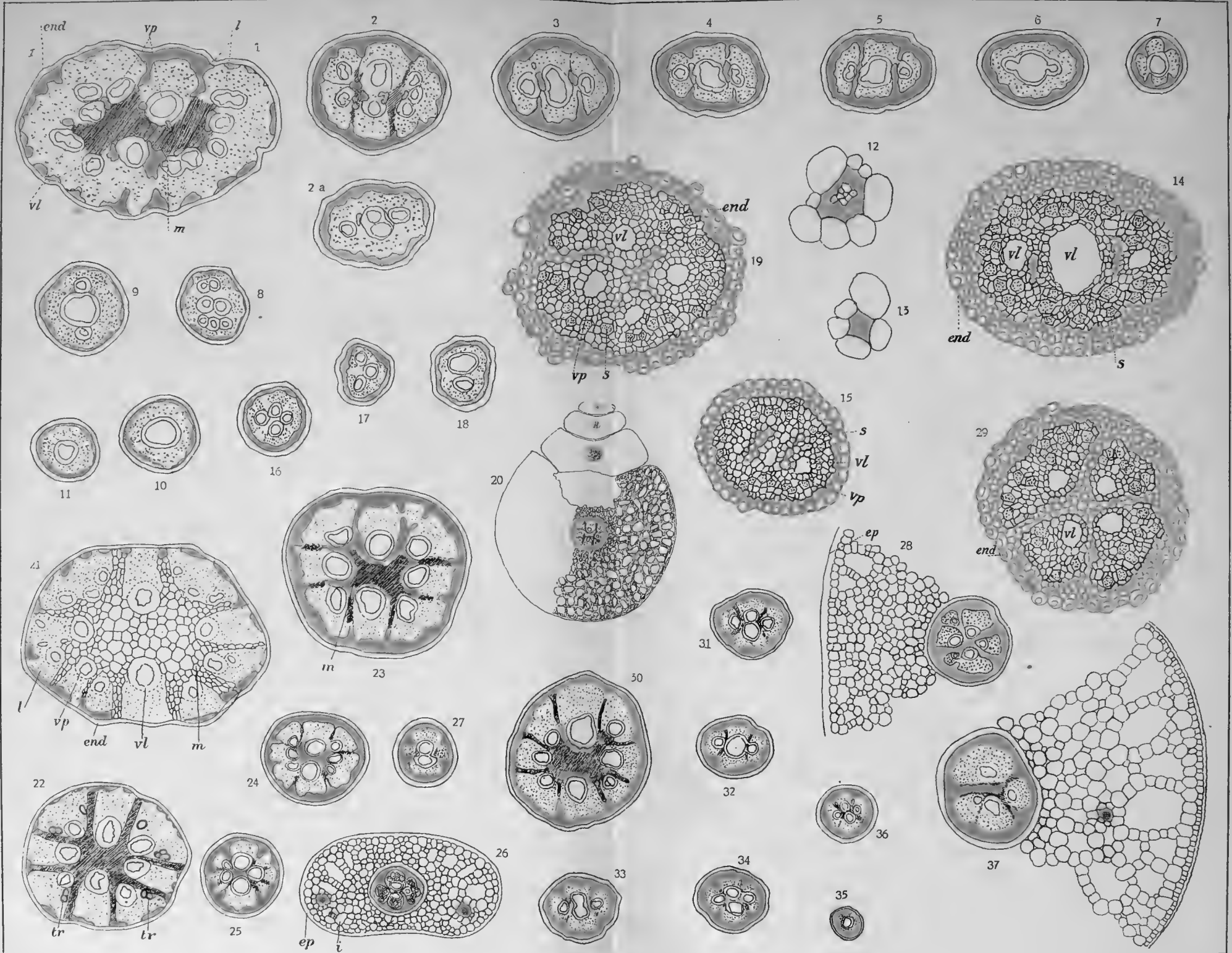
Fig. 132. Untergetauchtes Blatt, bei dem Übergang zwischen Stiel und Spreite ($^{13}/_1$).

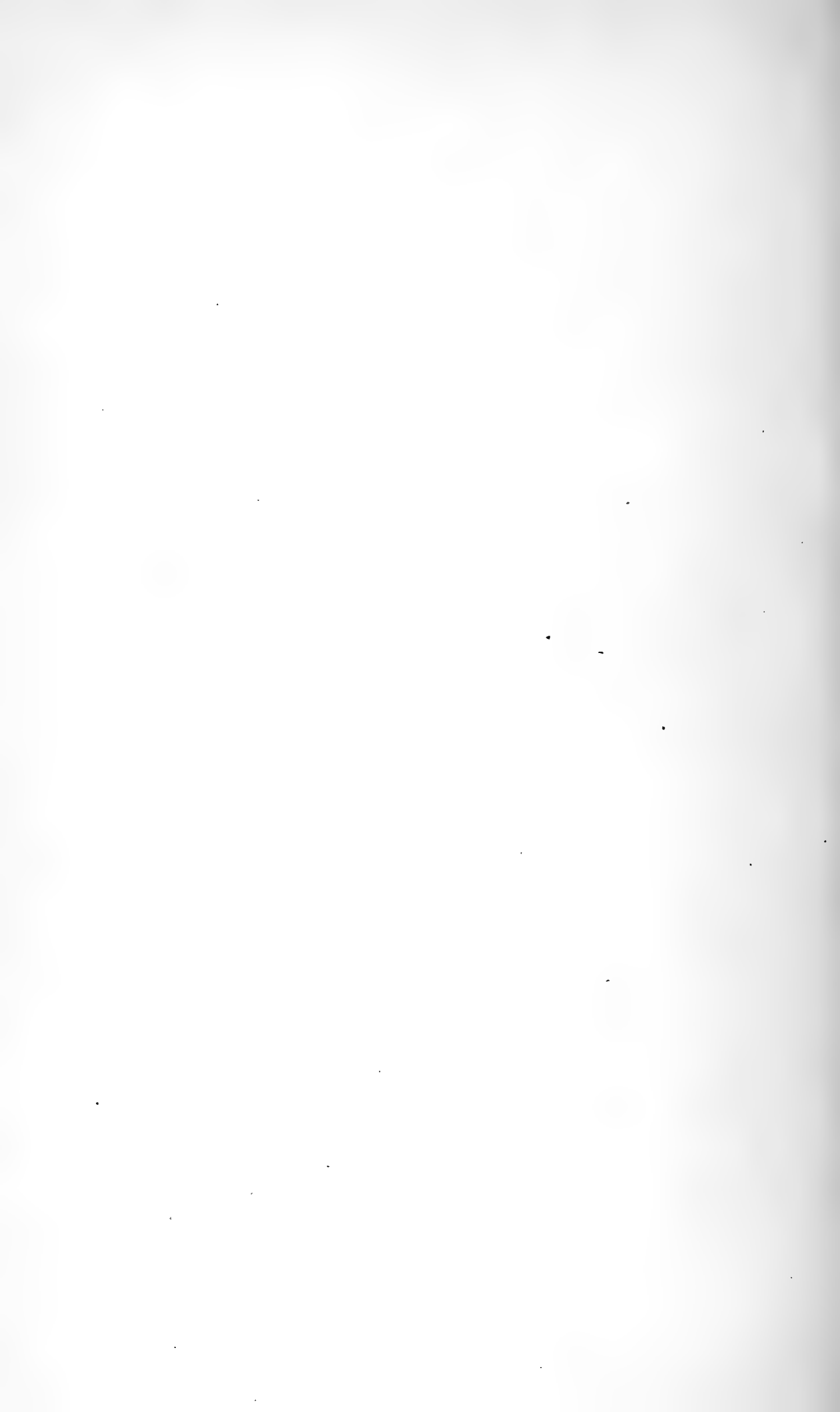
Fig. 133. Id. in der Mitte ($^{13}/_1$).

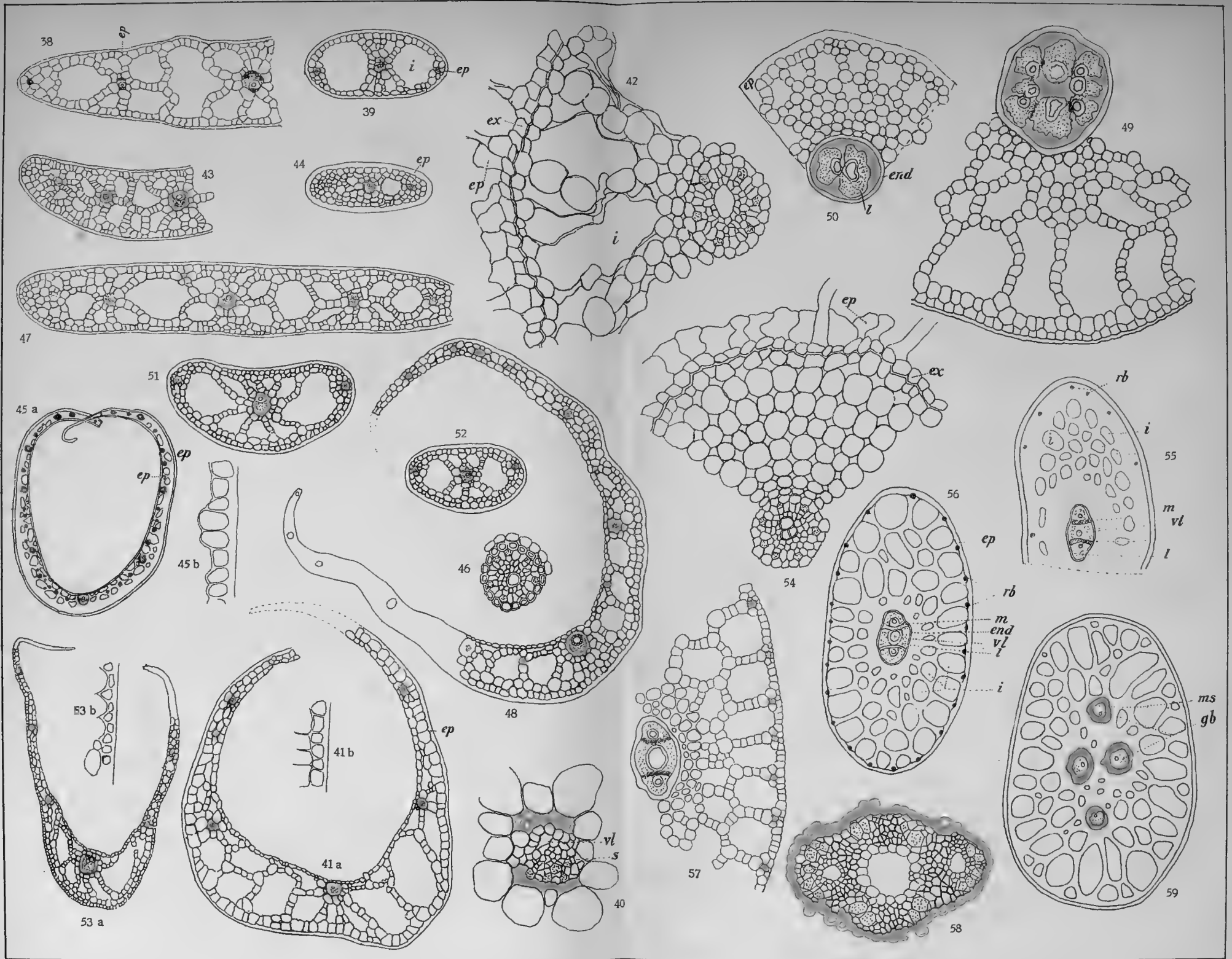
Fig. 134. Id. nahe an der Spitze ($^{13}/_1$).



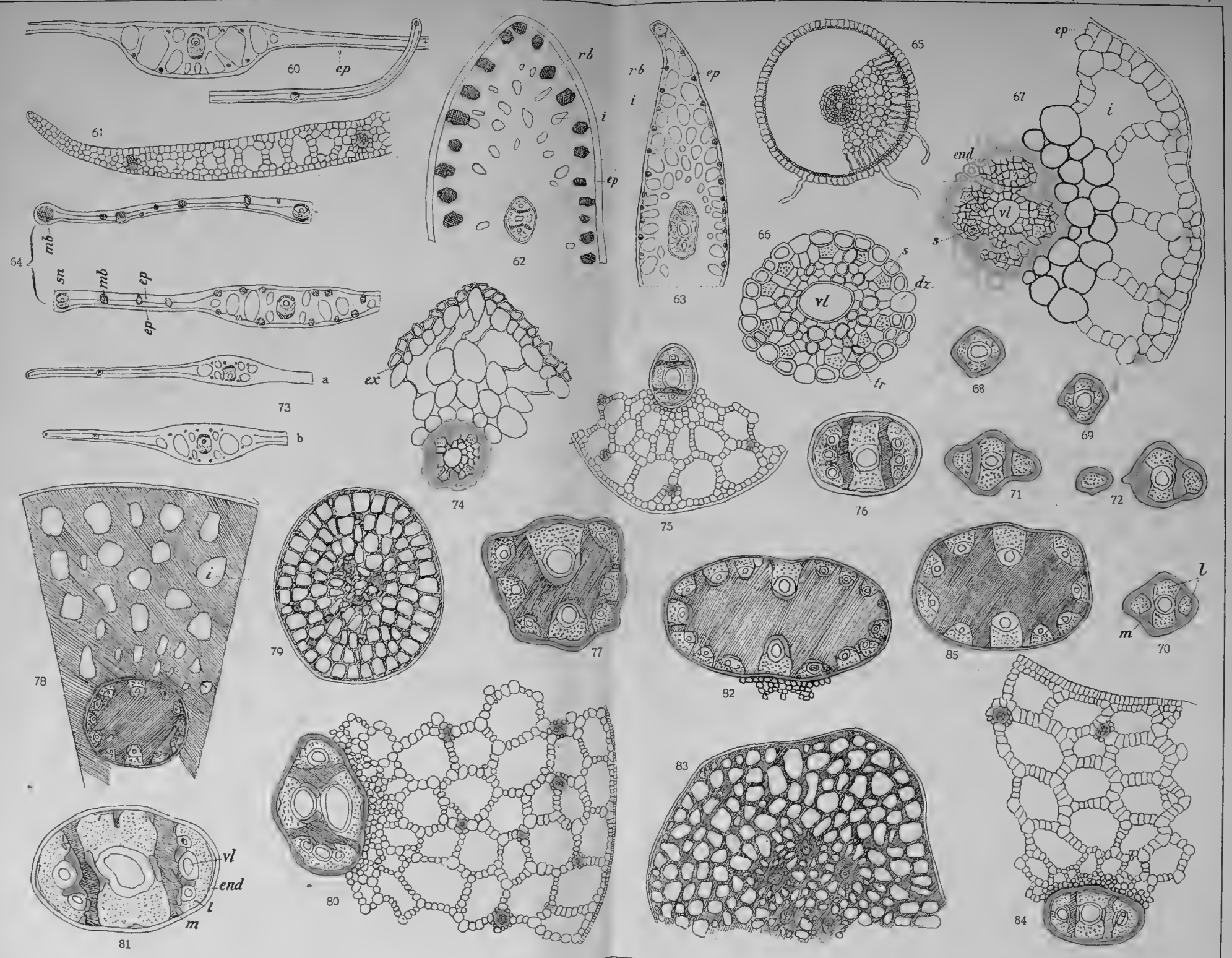


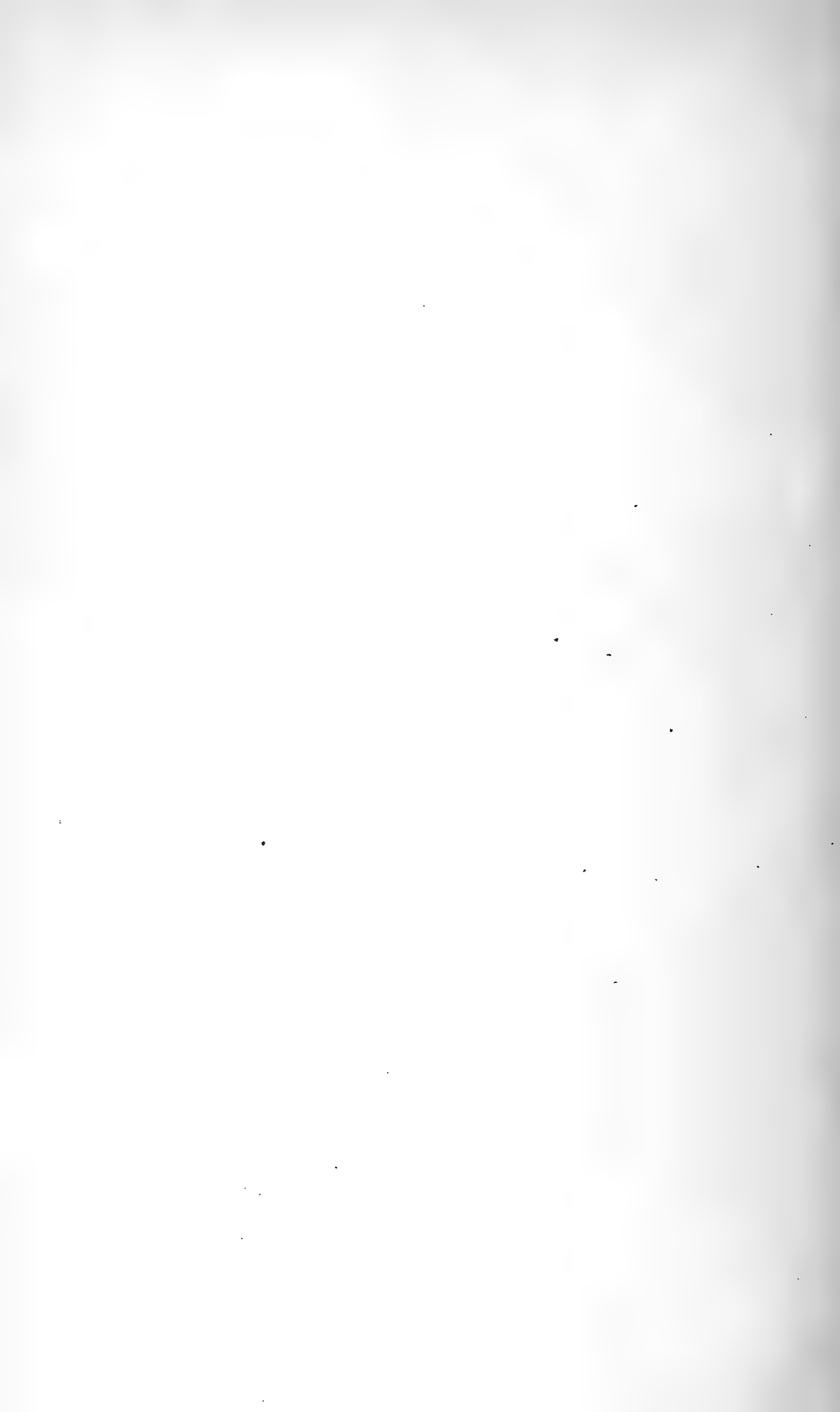


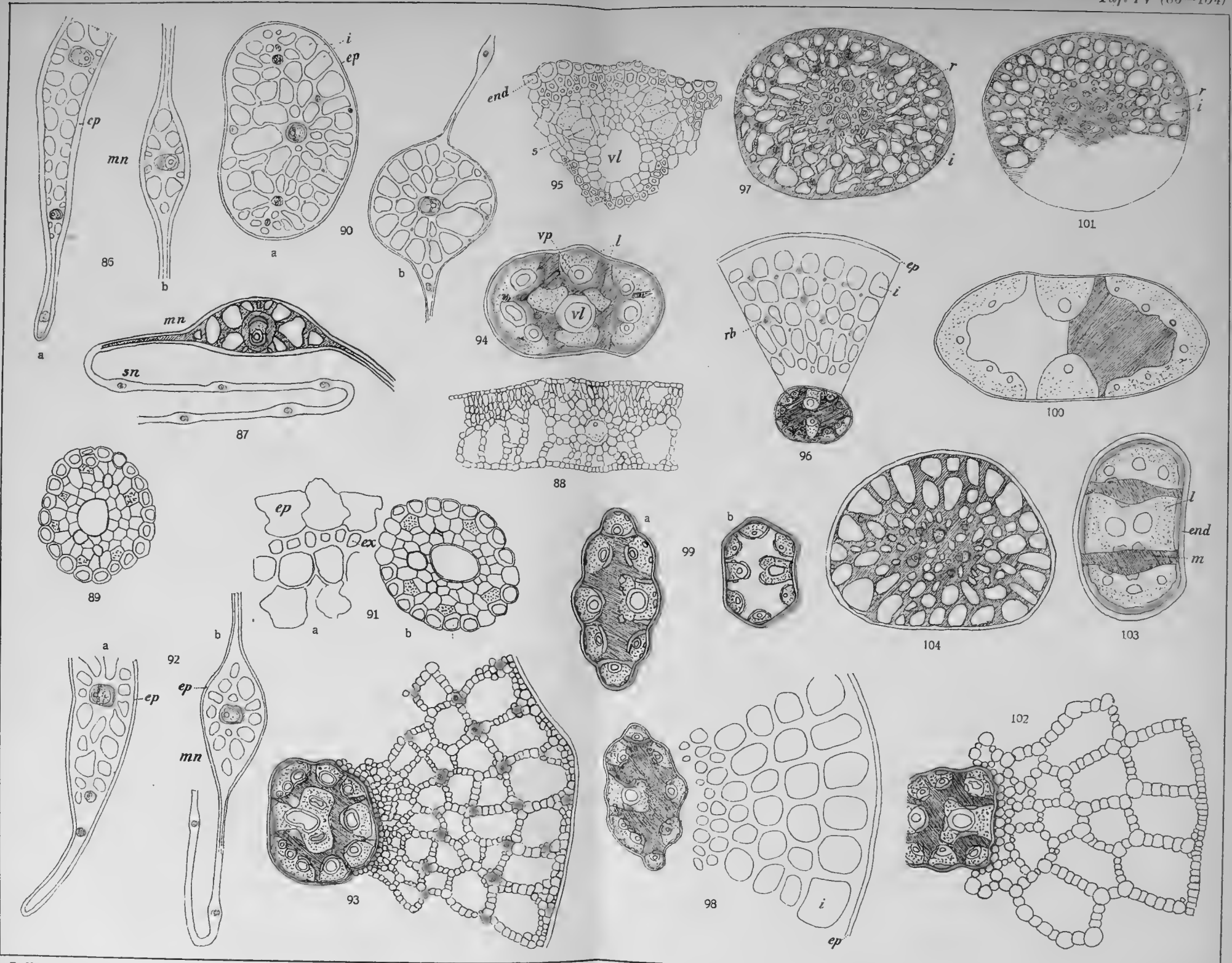


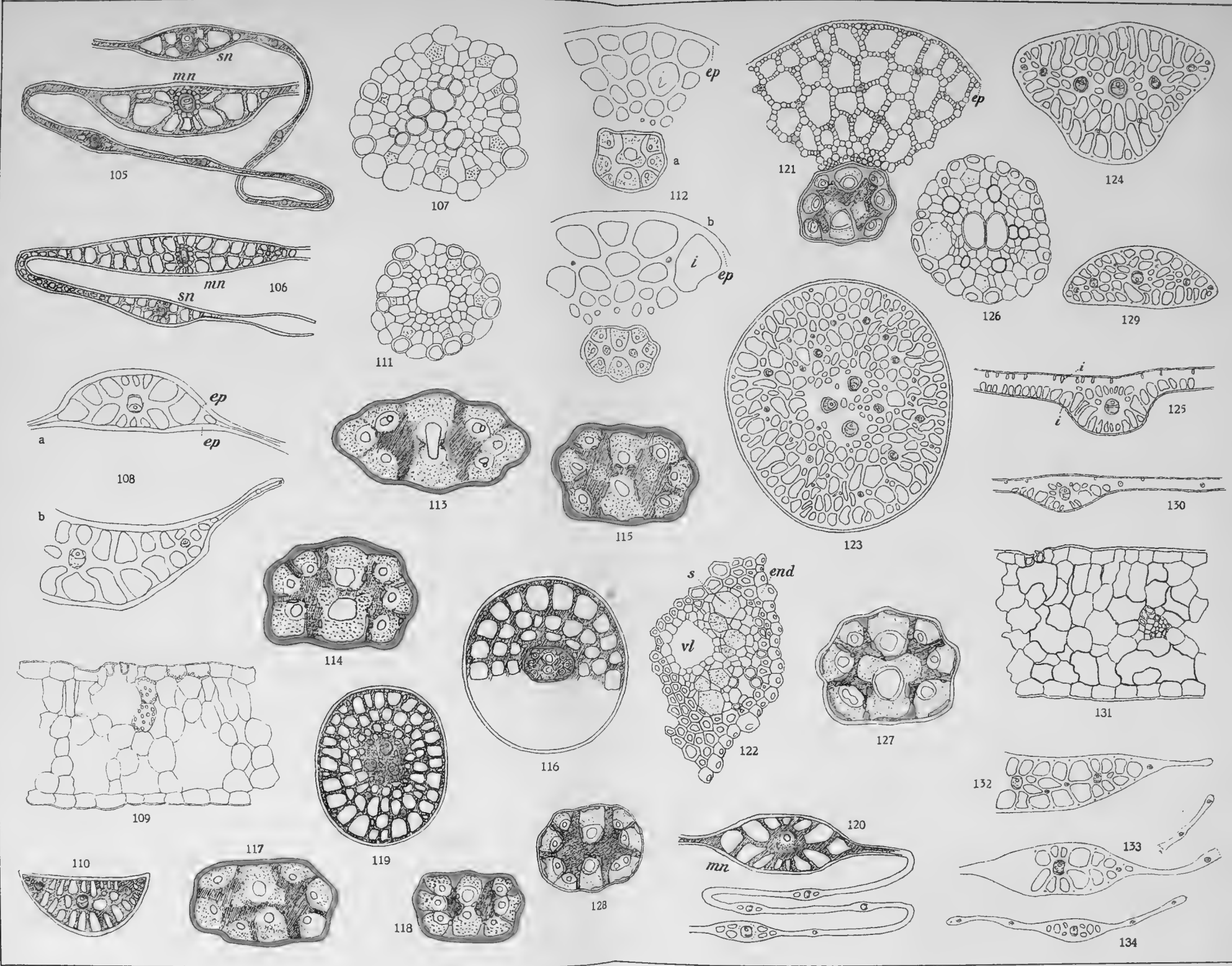












Einige Bemerkungen und Versuche über die multiple Resonanz und Nachweis objektiv vorkommender stehender elektrischer Wellen im Luftraume.

von

KARL F. LINDMAN.

I. Ueber die Erscheinung der multiplen Resonanz im allgemeinen (historisch-kritische Bemerkungen).

1. Wenn man die Länge eines Sekundärleiters, welcher von elektrischen Wellen getroffen wird, allmählich verändert und bei jeder Länge die Intensität der im Sekundärleiter erregten Schwingungen misst, so erhält man bekanntlich eine im allgemeinen sehr flache „Resonanzkurve“, welche die Abhängigkeit der Intensität von der Eigenschwingungsdauer des Sekundärleiters darstellt. Die elektrische Resonanz ist also im Gegensatz zu der akustischen nur schwach ausgebildet. Mit Hilfe eines Sekundärleiters oder Resonators kann man nun z. B. nach der Methode mit stehenden Wellen vor einem ebenen Metallspiegel die Wellenlänge der elektrischen Schwingungen messen. Wenn man dabei nach einander Resonatoren von verschiedener Länge verwendet, während der Primärleiter oder Oscillator unverändert bleibt, so erhält man für die Wellenlänge verschiedene Werte, welche nach den allgemein bekannten Versuchen von *Sarasin* und *de la Rive* nur vom Resonator und nicht vom Oscillator abhängen. Diese Erscheinung, welche unter dem Namen „multiple Resonanz“ bekannt ist, wurde von *Sarasin* und *de*

*la Rive*¹⁾ durch die Annahme erklärt, dass ein Hertz'scher Erreger ein kontinuierliches Spektrum verschieden langer Wellen aussende, während jeder Resonator nur auf diejenigen Schwingungen reagiere, welche mit seinen Eigenschwingungen übereinstimmen. *Poincaré*²⁾ und *Bjerknes*³⁾ haben aber theoretisch nachgewiesen, dass es gar nicht notwendig ist, ein kontinuierliches Spektrum anzunehmen, sondern dass die Erscheinung der multiplen Resonanz sich durch die Annahme erklären lässt, dass der Oscillator eine einfache, aber stark gedämpfte Sinusschwingung aussende, während die durch die auffallenden Wellen erregten Eigenschwingungen des Resonators weniger stark gedämpft und darum für die gemessene Wellenlänge massgebend seien. Nach der *Sarasin*- und *de la Rive*'schen Auffassung liesse sich die elektrische Kraft der Oscillator-schwingungen in ihrer Abhängigkeit von der Zeit (t) durch ein Integral von der Form

$$a) \quad y = \int_{-\infty}^{+\infty} \psi(z) \sin \{(n+z)t + \varphi\} dz,$$

wo n die Frequenz der „Hauptschwingung“ und φ die Phasenkonstante bedeutet, darstellen, wogegen diese Kraft nach *Poincaré* und *Bjerknes* von der Form

$$b) \quad y = e^{-kt} \sin (nt + \varphi)$$

wäre. Nun kann aber eine beliebige Funktion, also auch b), durch ein *Fourier*'sches Integral, d. h. durch a), ausgedrückt werden. Die *Poincaré-Bjerknes*'sche Theorie oder die Theorie der einfachen Strahlung kann also als ein Specialfall der *Sarasin-de la Rive*'schen betrachtet werden. Die Funktion $\psi(z)$, welche in a) noch völlig unbestimmt ist, kann in der That so bestimmt werden, dass a) und b) identisch werden. Man findet,

¹⁾ *Ed. Sarasin et L. de la Rive*, Comptes rendues, 110, p. 72; 1890.

²⁾ *H. Poincaré*, Electricité et optique, 2, p. 250; 1891.

³⁾ *V. Bjerknes*, Wied. Ann. 44, p. 92; 1891.

wie schon *Lommel*¹⁾ bei der Entwicklung seiner Theorie der Fluorescenz des Lichtes gezeigt hat, falls $k \geq 0$ ist,

$$c) \quad e^{-kt} \sin(nt + \varphi) = \frac{k}{\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{\sin\{(n+z)t + \varphi\} dz}{k^2 + z^2},$$

d. h. eine gedämpfte Schwingung kann aufgefasst werden als eine Superposition von unendlich vielen ungedämpften Sinusschwingungen, deren Schwingungszahlen sich in stetiger Aufeinanderfolge der „Hauptschwingung“ (welche dem Intensitätsmaximum entspricht) zu beiden Seiten anschliessen, während die Amplituden von dieser Grundschwingung ab nach beiden Seiten hin abnehmen.

2. Gegen diese Auffassung hatte *Willner* in seinem Lehrbuch der Experimentalphysik (4:te Aufl., II, p. 330—334; 1883) unter anderem den Einwand gemacht, dass wenn der mathematischen Zerlegung einer gedämpften Welle in eine Sinusreihe auch physikalische Wirklichkeit zugeschrieben werden könnte, so würde es keinen reinen Stimmgabelton geben; „jede Stimmgabel, jede schwingende Saite, jedes mit einem Resonanzboden versehene Instrument müsste bei jeder Erregung das wirreste Tongemisch geben“. „Wir wissen dagegen“, fährt er fort, „dass der

¹⁾ *E. Lommel*, Wied. Ann. 25, p. 650; 1885. Diese von *Lommel* für einen anderen Zweck abgeleitete Formel scheint bis in die letzte Zeit den Forschern auf dem elektrischen Gebiete ganz entgangen zu sein. *Garbasso*, der sich auf den Standpunkt der *Sarasin-de la Rive*'schen Theorie gestellt hat, theilte vor einigen Jahren mit (Ann. d. Phys. 20, p. 848; 1906), dass er in einem der „R. Accademia delle Scienze“ in Turin im Jahre 1893 vorgelegten Aufsätze die folgende Formel abgeleitet hat, um dadurch der *Sarasin-de la Rive*'schen Theorie der multiplen Resonanz eine mathematische Formulierung zu geben:

$$e^{-at} \sin bt = \frac{1}{\pi} \int_0^{\infty} \sin at da \left[\frac{a}{(a-b)^2 + a^2} - \frac{a}{(a+b)^2 + a^2} \right].$$

Es ist leicht einzusehen, dass diese Formel mit der *Lommel*'schen identisch ist. Wie *Garbasso* an der citierten Stelle erwähnt, hatte auch Lord *Rayleigh* für andere Zwecke ganz ähnliche Formeln abgeleitet, obwohl sie sowohl *Garbasso* wie *Hertz* entgangen waren.

Stimmgabelton bis zum vollen Verschwinden derselbe und ganz rein bleibt, ebenso bleibt die Farbe eines verschwindenden Klanges gleich derjenigen, welche der Klang bei konstanter Stärke besass“. Hierzu bemerkt *Lommel*¹⁾, dass eine in Luft schwingende Stimmgabel, Saite, u. s. w., nur sehr geringe Dämpfung erfährt. „Sie vollführt sehr viele Schwingungen, ehe die Amplitude sich merklich ändert, es ist in diesem Falle k nahezu gleich Null und wir vernehmen deshalb einen reinen einfachen Ton. — — — Taucht man die Zinken einer schwingenden Stimmgabel in Quecksilber, so sinkt der Ton sofort in die Tiefe und verklingt sehr rasch. Man bemerkt ausserdem, dass dieser tiefere Ton eine andere Klangfarbe besitzt als ein reiner Stimmgabelton, er klingt nicht so rein und so weich, wie der einer frei schwingenden Stimmgabel von derselben Tiefe. Das Ohr wird naturgemäss die Tonhöhe nach der in dem Klange am stärksten vertretenen Hauptschwingung taxieren, und die Abweichung von der reinen Sinusschwingung nur als Aenderung der Klangfarbe wahrnehmen.“

Dass aber auch in diesem letzten Falle das Ohr nur einen bestimmten Ton vernimmt, beweist, meiner Ansicht nach, dass alle andere Töne, wenn solche vorhanden sind, nur sehr schwach im Vergleich mit der Hauptschwingung ausgebildet sind, d. h. das Tonspektrum kann in diesem Falle nur aus einem sehr schmalen Streifen bestehen. In der folgenden (5:ten) Auflage seines Lehrbuches (IV, p. 444—445; 1899) hat sich auch *Willner* von der *Lommel*'schen Erwiderung nicht überzeugen lassen. Dass eine in Wasser oder Quecksilber getauchte Stimmgabel einen tieferen Ton giebt findet er ganz selbstverständlich, da die Gabel dann unter stärkerer Reibung schwingt, und dass dieser Ton der Stimmgabel eine andere Klangfarbe hat ist auch nicht zu verwundern, sagt er, „da die auch bei der Stimmgabel vorhandenen Obertöne bei dem Eintauchen der Gabel ohne Zweifel anders geschwächt werden als der Grundton und da die Schwingungen des Wassers oder Quecksilbers auf die Gabel zurückwirken“. „Die besonders gleich nach dem Anschlage rasch gedämpften Töne des Klaviers enthalten nur“, fügt er noch

¹⁾ l. c.

hinzu, „die nach Ort und Stelle des Anschlags in ihnen vorhandenen Obertöne und keine andern.“

3. Was nun die elektrischen Schwingungen betrifft, so ist die Frage, in wie weit die mathematische Zerlegung der gedämpften Oscillatorschwingung in eine unendliche Reihe ungedämpfter Schwingungen der physikalischen Wirklichkeit entspricht, bis in die letzte Zeit eine Streitfrage gewesen und kann noch nicht als genügend aufgeklärt betrachtet werden. Es ist in dieser Hinsicht vor allem von Interesse die Stellung zu verfolgen, welche der Entdecker der elektrischen Wellen, *H. Hertz*, zu der Frage der multiplen Resonanz einnahm. In der Einleitung zu Band II seiner gesammelten Werke (p. 18) sagt er (im Jahre 1891), dass die Erklärung der Herren *Poincaré* und *Bjerknes* nicht nur eine mögliche, sondern die einzig mögliche Erklärung der soeben erwähnten Erscheinung bilde, und er stützt diese Auffassung besonders auf eine Untersuchung von *Bjerknes*, welche feststellt, dass die Schwingung des primären Leiters eine regelmässig gedämpfte Sinuswelle ist. Zu derselben Zeit sagte er in einem Briefe an *Poincaré*¹⁾, dass es zwar möglich ist, die Schwingungsbewegung durch ein Fourier'sches Integral auszudrücken, welches eine unendliche Anzahl Sinusschwingungen aller Perioden enthält, aber dass man deswegen doch nicht behaupten dürfte, dass das Fourier'sche Integral keine bestimmte Periode hätte oder dass es mit einem Spektrum gleichbedeutend wäre. Einige Jahre später, nachdem ihm einige Versuche von *Garbasso*²⁾ sowie die in der Note p. 3 wiedergegebene Gleichung bekannt waren, änderte er seine Meinung und gab in einem Briefe an *Garbasso* zu, dass es ganz gleichgültig sei, ob man sagt, dass der Erreger eine einzige, stark gedämpfte Schwingung oder ein kontinuierliches Spektrum ungedämpfter Schwingungen aussendet.

Auch *Poincaré* war wenigstens im Anfang der Ansicht, dass die Theorie der einfachen Schwingung der Wirklichkeit besser entspreche, als die der zusammengesetzten Strahlung³⁾.

¹⁾ *H. Poincaré*, l. c. p. 251.

²⁾ *Garbasso*, Journal de physique II, 259; 1893.

³⁾ Siehe *H. Poincaré*, Les oscillations électriques, p. 105; 1894.

In seinem Buche „La théorie de Maxwell et les oscillations Hertiennes“ (p. 78) benutzt er aber auch die letztere Theorie bei der Erklärung gewisser Versuche, wobei er sagt „une vibration amortie, peut, à un certain point de vue, être comparée à une vibration complexe dont les composantes sont dépourvues d'amortissement“.

In der Einleitung zu seiner theoretischen Abhandlung „Die elektrischen Schwingungen um einen stabförmigen Leiter“ (Wied. Ann. 66, p. 435; 1898) sagt *M. Abraham*: „Die Herren *Sarasin* und *de la Rive* glaubten den Erscheinungen der multiplen Resonanz nur durch die Annahme zurecht werden zu können, dass der Erreger ein kontinuierliches Spektrum ungedämpfter Schwingungen aussende. Man hat später darauf hingewiesen, dass der Verlauf der Erscheinung stets durch ein Fourier'sches Integral darstellbar sei, d. h. durch eine Summe von Sinusschwingungen stetig veränderlicher Periode. Allein da jeder physikalischer Vorgang sich in dieser Form darstellen lässt, so sagt jene Hypothese nichts über die charakteristischen Merkmale der besonderen Erscheinung aus“.

4. Nach einer längeren Pause wurde die Diskussion über die multiple Resonanz wieder im Jahre 1905 durch eine Arbeit von *Paetzold*¹⁾ aufgenommen, in der er gegen die Berechtigung der Theorie des kontinuierlichen Spektrums auftrat und seine Auffassung durch verschiedene Experimente zu stützen versuchte. Es hatten früher *Garbasso* (l. c.) und nach ihm *Aschkinass* und *Schaefer*²⁾ Versuche ausgeführt, aus welchen hervorging, dass ein System von Resonatoren die Strahlung eines Hertz'schen Erregers in um so geringerem Masse durchliesse, je besser ihre Eigenperiode mit der Schwingungsdauer des zur Beobachtung dienenden Empfängers übereinstimmt, welches Ergebnis von ihnen zu Gunsten der Theorie der zusammengesetzten Strahlung gedeutet wurde. Nun hat *Paetzold* die Versuche von *Aschkinass* und *Schaefer* wiederholt und ihre Erklärung durch einige weitere Versuche geprüft, wobei er mög-

¹⁾ *M. Paetzold*, Strahlungsmessungen an Resonatoren im Gebiete kurzer elektrischer Wellen (Inaug. Dissert. Leipzig) 1905. — *Ann. d. Phys.* 19, p. 116; 1906.

²⁾ *E. Aschkinass und Cl. Schaefer*, *Ann. d. Phys.* 5, p. 490; 1901.

lichst genau dieselbe Versuchsanordnung und ganz ähnliche Apparate benützte wie diese Forscher. Er fand aber, dass ein System von Sekundärleitern die Strahlung um so mehr abschirmte, je besser ihre Eigenperiode mit der des Erregers übereinstimmte, wogegen ihre abschirmende Wirkung von der Periode des Empfängers unabhängig war. Die *Paetzold'schen* Versuche unterscheiden sich in sofern von den von *Aschkinass* und *Schaefer* früher angestellten, als bei diesen Erreger und Empfänger auf einander abgestimmt waren, während *Paetzold* sowohl diesen Fall als auch den allgemeineren, wo Erreger und Empfänger nicht in Resonanz mit einander standen, untersuchte. In dem vorigen Falle stimmen die anscheinend verschiedenen Ergebnisse mit einander überein, wogegen das *Paetzold'sche* Ergebnis in dem allgemeineren Falle im Widerspruche zu der Theorie der zusammengesetzten Strahlung zu stehen scheint oder wenigstens sich nicht ohne weiteres durch dieselbe erklären lässt. In einer Erwiderung an *Paetzold*, hebt *Schaefer* ¹⁾ die soeben erwähnte Uebereinstimmung hervor, während er von den anderen diesbezüglichen *Paetzold'schen* Versuchen nur sagt, dass sie mit den seinigen und den *Aschkinass'schen* nichts zu thun haben.

Auch *Aschkinass* ²⁾ tritt in dieser Diskussion mit einer Erwiderung auf, wo er die Zuverlässigkeit der *Paetzold'schen* Versuche bezweifelt, obwohl er keine sichere Fehlerquelle (eine solche könnte vielleicht, sagt er, eine mangelhafte Parallelität der Strahlen sein) anzugeben vermag. In demselben Artikel giebt *Aschkinass* eine Zusammenfassung seiner Ansichten über die Strahlung des Hertz'schen Erregers. Nach seiner Meinung ist der eine Standpunkt in dieser Frage an sich gerade so berechtigt wie der andere. „Indem ich aber insoweit die Ansicht von *Sarasin* und *de la Rive* akzeptiere“, sagt er, „behaupte ich selbstverständlich damit keineswegs, dass in einem Hertz'schen Erreger eine Mehrzahl discreter Schwingungscentra enthalten sei, wie es z. B. in einem glühenden Körper der Fall ist. Der Oscillator schwingt zweifellos als Ganzes; die Form seiner Schwingung ist aber eine solche, wie sie auch

¹⁾ *Cl. Schaefer und M. Laugwitz*, Ann. d. Phys. 20, p. 355; 1906.

²⁾ *E. Aschkinass*, Ann. d. Phys. 19, p. 841; 1906.

sein würde, wenn er *gleichzeitig* verschiedene Schwingungen ausführte. Gewiss ist es nur eine Fiktion, von der gleichzeitigen Existenz unendlich vieler verschiedener Oscillationen bei einem und demselben schwingungsfähigen Gebilde zu reden, aber eine Fiktion, die in der Physik durchaus gebräuchlich ist“. Er meint, dass der ganze Streit ein Wortstreit sei und dass lediglich Zweckmässigkeitsgründe entscheiden können, ob man in einem gegebenen Fall sagen soll, dass der Resonator von *einer* stark gedämpften Welle oder von unendlich vielen ungedämpften Wellen erregt wird. Falls die Dämpfung des Resonators klein gegen die des Oscillators ist, so findet er die *Sarasin-de la Rive'sche* Anschauung ganz zweckmässig und berechtigt.

*

4. Dass die gedämpfte Schwingung, welche ein Hertz'scher Erreger aussendet, einem Spektrum von unendlich vielen ungedämpften äquivalent ist, ist wohl unwiderleglich, aber es scheint mir, dass man allzu oberflächlich viele Versuche mit Hilfe des kontinuierlichen Spektrums erklärt hat ohne sich über die Energieverteilung in diesem Spektrum orientiert zu haben. Die Gleichung c) p. 3 erlaubt nun thatsächlich leicht einen Urtheil über diese Energieverteilung bei einer gegebenen Dämpfung zu gewinnen, denn nach ihr ist die Amplitude jeder einzelnen Schwingung im Spektrum dem Ausdrücke $\frac{1}{k^2 + z^2}$ proportional.

Wir wollen hier als Beispiel den Fall betrachten, dass ein stabförmiger Erreger 100 cm lange Wellen aussendet. Bei Resonanz ist dann der aus dünnem Drahte bestehende Messresonator annähernd 50 cm lang. Für das logarithmische Dekrement eines Erregers, der 8,86 m lange Wellen in den Luftraum aussandte, fand *Bjerknes*¹⁾ einen Wert von etwa 0,3. Nach einer von *Abraham*²⁾ angegebenen Formel ist das logarith-

¹⁾ *V. Bjerknes*, Wied. Ann. 44, p. 74; 1891.

²⁾ *M. Abraham*, Wied. Ann. 66, p. 435; 1898.

mische Dekrement der Grundschwingung eines stabförmigen Erregers gleich

$$\frac{2,44}{\lognat \alpha'}$$

wo α das Verhältnis zwischen Länge und Querschnittsradius des Erregers ist. Ich habe früher einige Versuche mit einem 49 cm langen und 1,5 dicken stabförmigen Erreger ausgeführt und seine Wellenlänge gleich 103 cm (also ungefähr gleich der hier angenommenen Wellenlänge) gefunden. Nach der *Abraham'schen* Formel erhält man für das logarithmische Dekrement dieses Erregers den Wert 0,58. Dann ist aber nur die Dämpfung durch Strahlung berücksichtigt. Der Einfluss der Funkenstrecke auf die Dämpfung ist jedoch nach Versuchen von *Kiebitz*¹⁾ wesentlich geringer als der der Strahlung. Wenn wir also das logarithmische Dekrement des stabförmigen Erregers, der die Wellenlänge 100 cm haben soll und dessen Querschnittsdurchmesser gleich 1,5 cm sein mag, $= 0,8$ setzen, so dürfte dieser Wert eher zu gross als zu klein sein.

Ein Element des durch das Integral c) p. 3 ausgedrückten „Spektrums“ ist

$$\frac{k}{\pi} \times \frac{\sin \{ (n + z) t + \varphi \} dz}{k^2 + z^2}$$

Es sind hier

$$k = \frac{\gamma}{T}; \quad n = \frac{2\pi}{T}; \quad n + z = \frac{2\pi}{T_1},$$

falls T die Periode der „Hauptschwingung“, T_1 die der in Betracht gezogenen „Nebenschwingung“ und γ das logarithmische Dekrement des Erregers bedeuten.

In dem hier angenommenen Falle ist

$$\frac{1}{T} = \frac{3 \times 10^{10}}{100} = 3 \times 10^8,$$

und folglich haben wir

$$k = 0,8 \times 3 \times 10^8 = 2,4 \cdot 10^8; \quad n = 2\pi \times 3 \times 10^8.$$

¹⁾ *F. Kiebitz*, Ueber die elektr. Schwing. eines stabf. Leiters (Inaug. Diss. Giessen), p. 36; 1901. — *Ann. d. Phys.* 5, p. 872; 1901.

Für T_1 wollen wir nach einander verschiedene Werte einführen, welche verschiedenen Wellenlängen entsprechen. Ziehen wir zuerst den Fall in Betracht, dass die Wellenlänge der Nebenschwingung $\lambda_1 = 90$ cm ist, so haben wir

$$\frac{1}{T_1} = \frac{3 \times 10^{10}}{90} = \frac{1}{3} \times 10^9$$

und

$$n + z = \frac{2\pi}{3} \times 10^9.$$

Für z erhalten wir also den Wert

$$n + z - n = \frac{2\pi}{3} \times 10^9 - 2\pi \times 3 \times 10^8 = \frac{2\pi}{3} \times 10^8.$$

Wir können jetzt das Amplitudenverhältnis zwischen der Nebenschwingung λ_1 und der Hauptschwingung bestimmen und finden dann für dieses Verhältnis, wenn diese Amplituden mit a_1 und a resp. bezeichnet werden, den Wert

$$\frac{a_1}{a} = \frac{k^2}{k^2 + z^2} = \frac{5,76 \cdot 10^{16}}{5,76 \cdot 10^{16} + 4,38 \cdot 10^{16}} = \frac{1}{1,76}$$

Das Intensitäts- oder Energieverhältnis, welches bei Messungen mit Thermoelementen allein in Betracht kommt, ist demnach

$$\left(\frac{a_1}{a}\right)^2 = \frac{1}{3,1} \text{ für } \frac{\lambda_1}{2} = 45 \text{ cm und } \frac{\lambda_1'}{2} = 55 \text{ cm.}$$

Auf dieselbe Weise erhält man

$$\left(\frac{a_2}{a}\right)^2 = \frac{1}{23,5} \text{ für } \frac{\lambda_2}{2} = 40 \text{ cm und } \frac{\lambda_2'}{2} = 60 \text{ cm.}$$

$$\left(\frac{a_3}{a}\right)^2 = \frac{1}{151} \text{ „ } \frac{\lambda_3}{2} = 35 \text{ „ „ } \frac{\lambda_3'}{2} = 65 \text{ „}$$

$$\left(\frac{a_4}{a}\right)^2 = \frac{1}{807} \text{ „ } \frac{\lambda_4}{2} = 30 \text{ „ „ } \frac{\lambda_4'}{2} = 70 \text{ „}$$

$$\left(\frac{a_5}{a}\right)^2 = \frac{1}{19200} \text{ „ } \frac{\lambda_5}{2} = 20 \text{ „ „ } \frac{\lambda_5'}{2} = 80 \text{ „}$$

Die Kurve in Fig. 1 veranschaulicht das so gewonnene Energiespektrum.

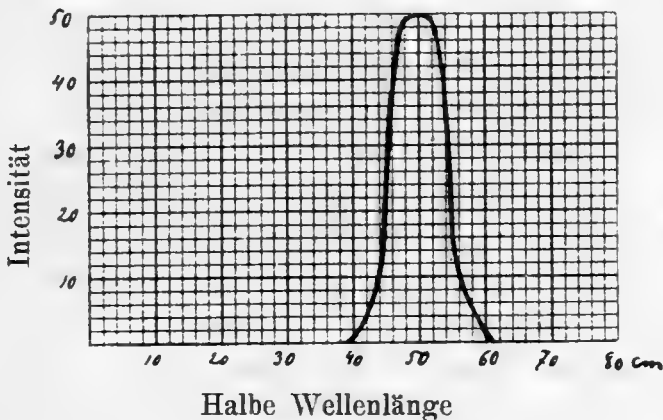


Fig. 1.

Nun haben aber alle Resonanzkurven, die bei Verwendung eines Erregers von der hier angenommenen Art und Grösse thatsächlich zu beobachten sind, eine viel flachere Form als diese Kurve. Bei den Versuchen mit dem 49 cm langen Erreger erhielt ich mit einem kreisförmigen, nahezu geschlossenen Resonator, der eine halbe Wellenlänge von nur 20 cm anzeigte, eine gut messbare Wirkung, die etwa $\frac{1}{12}$ von der bei maximaler Resonanz eintretenden Wirkung war¹⁾. Nach der *Sarasin-de la Rive'schen* Theorie würde in diesem Falle die Erscheinung der multiplen Resonanz dadurch zu Stande kommen, dass der Resonator nur auf diejenigen Oscillatorwellen reagiere, deren Periode mit seiner Eigenperiode übereinstimmen. Es geht aber aus dem obigen hervor, dass dies eine Unmöglichkeit ist, weil die Intensität der primären Wellen, deren halbe Wellenlänge 20 cm ist, nur etwa $\frac{1}{19000}$ von der der Hauptschwingung ist. Wenn man annimmt, dass der Resonator nicht nur auf eine einzige Schwingung reagiere, sondern auf mehrere naheliegende, so müsste dies auch bei der maxi-

¹⁾ Hierzu kommt noch, dass dieser Resonator wegen seiner geringen Dimensionen nur einen Bruchteil derjenigen Strahlungsenergie auffangen konnte, die auf den grossen, der maximalen Resonanz entsprechenden Resonator fiel.

malen Resonanz der Fall sein. Das Intensitätsverhältnis könnte dann zwar ein wenig grösser als $\frac{1}{19000}$ ausfallen, aber der Unterschied wäre unter keinen Umständen so gross, dass er die eben gezogene Schlussfolgerung ungültig machen könnte. Würde man schliesslich annehmen, dass der Resonator auf eine grosse Menge oder alle Schwingungen des Erregerspektrums mehr oder weniger reagiere, so müsste man doch, um die multiple Resonanz im Sinne der *Sarasin-de la Rive'schen* Theorie zu erklären, ausserdem annehmen, dass die Wirkung der mit seiner Eigenperiode am nächsten übereinstimmenden Schwingungen stärker oder wenigstens von derselben Grössenordnung sei, als die aller übrigen Schwingungen zusammen¹⁾. Mit Bezug auf die Energieverteilung im Erregerspektrum müsste jedoch dann z. B. die mit dem eben erwähnten kleinen Resonator (dessen halbe Wellenlänge = 20 cm war) zu beobachtende Interferenzwirkung bei den stehenden Wellen gegen die bei der maximalen Resonanz eintretende verschwindend klein sein, was mit der Erfahrung gar nicht übereinstimmt.

Vorausgesetzt, dass der Erreger nur eine einzige, stark gedämpfte Grundschwingung aussendet²⁾ — und es liegen keine Gründe vor zu einer anderen Annahme — kann also die *Sarasin-de la Rive'sche* Erklärung der multiplen Resonanz (die bei Verwendung eines nahezu geschlossenen, wenig gedämpften Resonators auftritt) nicht aufrecht gehalten werden. Der eine Teil dieser Theorie, nach der die Oscillatorstrahlung als zu-

¹⁾ Diese von den Eigenschwingungen des Resonators entfernten Schwingungen würden nämlich in einem Knoten der zu beobachtenden stehenden Wellen kein Intensitätsminimum haben sondern im Gegenteil eine im Ganzen verstärkte Wirkung erzeugen. Bei allen Versuchen, wo der Resonator nicht sehr stark gedämpft war, habe ich, auch wenn Isokronismus mit dem Erreger nicht vorhanden war, in einem Knoten der stehenden Wellen eine *Schwächung* der Wirkung der direkten (nicht reflektierten) Wellen beobachtet.

²⁾ Gewisse Beobachtungen, die ich gemacht habe, zeigen allerdings, dass falls nicht besondere Vorsichtsmassregeln bei der Erregung der primären Wellen getroffen werden, auch andere fremde Schwingungen sich über die Grundschwingung des Oscillators lagern. Bei meinen Versuchen hatte ich jedoch diese Fremdwirkungen möglichst beseitigt, so dass die Schwingungen des Resonators, deren halbe Wellenlänge = 20 cm war, sicher nicht durch fremde Wellen erregt waren

sammengesetzt angesehen werden kann, bleibt zwar als eine mathematische Umschreibung bestehen, aber der andere für die betreffende Erklärung der multiplen Resonanz ebenso wichtige Teil wird hinfällig. Wenn der Resonator nicht nahezu isokron mit dem Oscillator schwingt, so kann die Wirkung in ihm im allgemeinen nicht von den seiner Eigenperiode entsprechenden, fast unendlich schwachen „Nebenschwingungen“ des Oscillators herrühren (Etwilige Oberschwingungen, von den bald die Rede sein wird, werden jetzt nicht in Betracht gezogen). Schon aus dem experimentellen Ergebnisse, dass die Resonanzkurven, je nach der Dämpfung des Resonators, eine verschiedenen flache Gestalt besitzen, folgt es, meiner Ansicht nach, dass (falls Isokronismus mit der Hauptschwingung nicht annähernd vorhanden ist) die Resonatorschwingungen nicht lediglich durch die entsprechenden Schwingungen des Erregerspektrums erregt werden.

Aus der Kurve in Fig. 1 geht deutlich hervor, dass *das „Spektrum“ der Oscillatorwellen praktisch nur aus einer einzigen, wegen der Dämpfung etwas ausgebreiteten Linie besteht*, und es muss bei jeder Länge des Resonators (mit Ausnahme möglicherweise derjenigen, welche harmonischen Oberschwingungen entsprechen) dieser Streifen des Spektrums sein, welcher die Resonatorschwingungen erregt ¹⁾. Im allgemeinen sind die Eigenschwingungen des Resonators viel schwächer gedämpft

¹⁾ Bei der Erklärung der multiplen Resonanz hat man angenommen, dass die Eigenschwingungen des Resonators einfach seien. Wie aber v. Geitler in einer Erörterung der Sarasin-de la Rive'schen Theorie (v. Geitler: „Elektromagnetische Schwingungen und Wellen“, Braunschweig 1905, p. 129) bemerkt, wäre es schwer zu begreifen sein, weshalb der Resonator nur *eine* Eigenperiode besitzen sollte, wenn dies dem von ihm principiell nicht verschieden gebauten Erreger versagt wäre. Es steht, finde ich, thatsächlich nichts im Wege für eine Auflösung der stets gedämpften Resonatorschwingung in ein Spektrum von unendlich vielen ungedämpften Schwingungen. Die Sarasin-de la Rive'sche Theorie könnte dann derart erweitert werden, dass nach ihr der Resonator, anstatt nur *eine* einzige Schwingung aus dem Erregerspektrum „herauszusuchen“, auf alle diejenigen Schwingungen reagiere, die innerhalb der Grenzen seines eigenen Spektrums fallen. Nun zieht sich aber, genau wie in dem Falle der Oscillatorschwingungen, der in Betracht kommende Teil dieses Spektrums zu einem schmalen Streifen zusammen, und wie schon oben p. 12 angedeutet, ist auf diese Weise praktisch nichts gewonnen.

als die Oscillatorwellen, so dass jene noch andauern, nachdem der erregende, aus einigen wenigen Wellen bestehende primäre Wellenzug den Resonator schon gelassen hat. Ähnlich wie die Tasten eines Klaviers die Saiten zum Tönen erregen, wirken die stark gedämpften primären Wellen wie Stösse, welche jedoch, weil sie wellenartig ist, um so besser die Resonatorschwingungen zu erregen vermögen, je weniger ihre Schwingungsperiode sich von der Eigenperiode des Resonators unterscheidet. Wenn die Dämpfung des Resonators grösser als die des Oscillators ist, so werden hauptsächlich nur erzwungene Schwingungen im Resonator erregt, deren Periode mit der der primären Wellen übereinstimmt, und wenn schliesslich die Dämpfungen der beiden Instrumente von derselben Grössenordnung sind, werden sowohl erzwungene als freie Schwingungen im Resonator erzeugt. Nur in dem ersten dieser drei Fälle kann die Erscheinung der multiplen Resonanz auftreten. In dem zweiten Falle wird man zwei Systeme von stehenden Wellen, entsprechend den zwei verschiedenen Perioden, erhalten, und in dem letzten Falle sind es schliesslich nur die objektiv vorkommenden stehenden Wellen, welche in der Interferenzerscheinung hervortreten können. Alle diese drei Fälle werden von der *Poincaré-Bjerknes'schen* Theorie vorausgesehen, wogegen die *Sarasin-de la Rive'sche* Theorie in den beiden letzten Fällen auch qualitativ versagt.

Objektiv vorkommende stehende elektrische *Drahtwellen* sind von *Strindberg*¹⁾ und *Décombe*²⁾ experimentell nachgewiesen worden. *Strindberg* sagt selbst von seinem Versuche: „il n'est conforme à la loi des deux savants de Genève (*Sarasin* und *de la Rive*) que si, dans l'énoncé de cette loi, on transfère à l'excitateur le rôle du résonateur“. Dieser Widerspruch kann allerdings dadurch aufgehoben werden, dass man die Gültigkeit des *Sarasin-de la Rive'schen* Gesetzes, wenigstens insofern es sich um Drahtwellen handelt, auf den Fall beschränkt, dass der Resonator im Vergleich zum Erreger schwach gedämpft ist. Man hat jedoch mit Recht bemerkt, dass obwohl die *Strindberg'schen* Versuche die Gültigkeit dieses Gesetzes für Draht-

1) *N. Strindberg*, Compt. Rend. 122, p. 1403; 1896.

2) *Décombe*, Compt. Rend. 124, p. 1016; 1897.

wellen wesentlich einschränken, dies doch nicht für die freien Luftwellen der Fall zu sein braucht, weil die Verhältnisse hier so wesentlich anders liegen. In dem experimentellen Teil dieser Arbeit werde ich über Versuche berichten, durch welche es mir gelungen ist, die Umkehrung der multiplen Resonanz für freie elektrische Luftwellen nachzuweisen, so dass die Notwendigkeit der soeben erwähnten Einschränkung der Gültigkeit der *Sarasin-de la Rive'schen* Theorie nunmehr auch für Luftwellen experimentell bewiesen ist¹⁾. Wie aus den obigen Betrachtungen hervorgeht, finde ich aber noch, dass diese Theorie auch nicht in dem Falle, wo der Resonator im Vergleich zum Erreger schwach gedämpft ist, weder für Draht- noch für Luftwellen, aufrecht gehalten werden kann.

5. Wenn man von der Annahme ausgeht, dass die aus der Theorie der stehenden Drahtwellen geläufigen Vorstellungen sich ohne weiteres auf den Erreger selbst übertragen lassen, gelangt man, wie *Abraham*²⁾ gezeigt hat, zu einer approximativen, elementaren Theorie für die Erregerschwingungen, nach welcher nur eine Grundschwingung sowie ihre harmonischen Obertöne vorkommen. *Abraham* hebt jedoch hervor, dass eine solche Uebertragung nicht *a priori* berechtigt ist. Darum hat er auch das Problem unabhängig von der soeben genannten Annahme behandelt³⁾, indem er auf die *Maxwell'schen* Gleichungen zurückging und durch Integration derselben gleichzeitig das Feld und die Perioden und Dämpfungskoeffizienten der Eigenschwingungen eines stabförmigen Erregers berechnete. Es ergab sich dadurch die theoretische Möglichkeit einer gedämpften Grundschwingung und einer unendlichen Reihe gedämpfter, harmonischer Oberschwingungen, in erster Annäherung in Uebereinstimmung mit der elementaren Theorie.

Eine Reihe harmonischer Oberschwingungen wurden einige Jahre später von *Kiebitz*⁴⁾ durch Resonanzversuche mit

¹⁾ Die Bedeutung meiner Versuche erblicke ich jedoch nicht so sehr hierin, als in anderen Umständen, wovon später (p. 48—49) die Rede sein wird.

²⁾ *M. Abraham*, Theorie der Elektrizität, II, p. 297; 1905.

³⁾ *M. Abraham*, Ann. d. Phys. 66, p. 435; 1898.

⁴⁾ *F. Kiebitz*, Ann. d. Phys. 5, p. 872; 1901.

einem kreisförmigen mit Funkenstrecke versehenen Resonator experimentell nachgewiesen. Diese Oberschwingungen, deren Vorhandensein er feststellen konnte, waren sämtlich ungerader Ordnungszahl, während die geradzahligen fehlten. Es entspricht dies auch der angewandten Art der Erregung. Wegen der Funkenstrecke in der Mitte des Erregers können nämlich nur diejenigen Oberschwingungen ausgebildet werden, welche in der Mitte des Erregers einen Spannungsknoten, in den Enden dagegen einen Spannungsbauch haben. — Beinahe gleichzeitig habe ich ¹⁾ auch bei Verwendung eines geradligen mit Thermoelement versehenen Resonators ganz ähnliche Beobachtungen gemacht, d. h. das Vorhandensein mehrerer ungeradzahligter Oberschwingungen eines stabförmigen Hertz'schen Erregers konstatiert. Diese Oberschwingungen waren jedoch bei meinen Versuchen viel schwächer ausgebildet als bei den *Kiebitz'schen*, welches darauf beruhte, dass ich, im Gegensatz zu ihm, einen offenen, und also stärker gedämpften Resonator benützte.

Alle diese Versuche, durch welche das Vorhandensein harmonischer Oberschwingungen experimentell nachgewiesen worden sind, stehen in keinem direkten Widerspruch zu der *Sarasin-de la Rive'schen* Theorie. Stellen wir uns nämlich z. B. denjenigen Teil der Resonanzkurve vor, welcher durch seine Ausbuchtung vom Vorhandensein einer ersten ungeradzahligten Oberschwingung zeugt, so können wir die Sache so auffassen, dass das Maximum dieser Ausbuchtung von dem ersten ungeradzahligten Oberton der am stärksten ausgebildeten Grundschwingung herrühre, während jeder andere Punkt in der Nähe des erwähnten Maximums einer anderen, etwas schwächeren Grundschwingung in dem kontinuierlichen Spektrum der Oscillatorwellen entspreche. Bei den im Folgenden beschriebenen Versuchen, durch welche ich mittelst stehender Wellen einfache, harmonische Oberschwingungen zu einer bestimmten Grundschwingung nachgewiesen habe, leistet jedoch die *Sarasin-de la Rive'sche* Theorie keine Dienste.

¹⁾ *K. F. Lindman*: „Ueber stationäre elektrische Wellen“ (Helsingfors), p. 27; 1901.

6. Die Ansichten, welche ich in der obigen Diskussion über die multiple Resonanz verfochten habe, können in folgende Sätze zusammengefasst werden:

1:o. Nur die Poincaré-Bjerknes'sche Theorie vermag die Erscheinung der multiplen Resonanz und ihre Umkehrung befriedigend zu erklären.

2:o. Von der Sarasin-de la Rive'schen Theorie bleibt zwar die Hypothese einer komplexen, kontinuierlichen Erregerstrahlung in einem gewissen engen Sinne bestehen, aber die selektive Eigenschaft des Resonators vermag überhaupt nicht, wie diese Theorie fordert, die multiple Resonanz zu erklären. In dem Falle, wo sie eine qualitativ richtige Erklärung dieser Erscheinung zu geben scheint, ist diese Erklärung quantitativ nicht haltbar (vorausgesetzt, dass der Erreger eine einzige stark gedämpfte Grundschwingung aussendet, mit der das „kontinuierliche Spektrum“ äquivalent ist). Die Behauptung, dass diese beiden Theorien identisch seien, ist also nicht statthaft.

II. Plan der Versuche.

Durch Untersuchungen über sekundäre elektrische Schwingungen, womit ich mich schon mehrere Monate beschäftigt habe und die noch nicht ganz abgeschlossen sind, fand ich unter anderm, dass die Wellenlänge der von einem geradlinigen, drahtförmigen Sekundärleiter ausgestrahlten Schwingungen zwar in erster Linie von der Länge und also auch der Eigenperiode des Sekundärleiters abhing aber doch nicht völlig, indem ein deutlicher Einfluss der Periode des primären Erregers sich dabei merkbar machte. Ich sah mich dadurch veranlasst zu untersuchen, ob nicht die primären Wellen auch einen Einfluss auf die mit einem geradlinigen Resonator durch Interferenzversuche gemessene Wellenlänge ausübten. Ich stellte m. a. W. Versuche darüber an, in wieweit die von Sarasin und de la Rive mittels eines kreisförmigen Resonators entdeckte Erscheinung der multiplen Resonanz bei Versuchen mit einem offenen, geradlinigen Resonator sich geltend mache.

Die Beobachtungen stehen im Einklang mit dem eben erwähnten Ergebnis meiner früheren, noch nicht veröffentlichten Untersuchung über die Strahlung von Sekundärerregern.

Von speciellem Interesse war im Laufe der Untersuchung der Fall, wo die Länge des Resonators etwa $\frac{1}{3}$ von der halben Wellenlänge der Grundschiwingung war und wo es nicht als unmöglich erschien, dass die erste ungeradzahlige Oberschwingung des Erregers eine Einwirkung ausüben könnte. Wegen der äusserst geringen Ausbuchtung in der allgemeinen Resonanzkurve, durch welche diese Oberschwingung sich bei meinen früheren Versuchen¹⁾ bemerkbar gemacht hatte und die ich auch jetzt bei einem neuen Versuch kaum grösser fand, stellte ich allerdings im Anfang nur sehr geringe Verhoffnungen auf ein positives Resultat in dieser Beziehung, aber, wie aus dem Bericht über die Versuche hervorgeht, beobachtete ich einen sehr deutlichen Einfluss dieser Oberschwingung, der nicht nur in der Steilheit und Höhe der stehenden Wellen, sondern auch in einer Konstanz der mit verschiedenen langen Resonatoren gemessenen Wellenlänge hervortrat. Eine ähnliche, aber viel schwächere Wirkung der zweiten ungeradzahligen Oberschwingung konnte ich auch nachweisen.

Schliesslich gelang es mir (wie schon oben angedeutet) mittels eines Sekundärleiters, der so stark gedämpft war, dass er als ein indifferentes Instrument wirkte, die Kurve der objektiv vorkommenden stehenden elektrischen Luftwellen aufzunehmen.

Mit Bezug auf den Gegenstand der Untersuchung können die Versuche folgendermassen eingeteilt werden:

A. *Versuche über die Wellenlänge der Eigenschwingungen eines stabförmigen Sekundärleiters* (p. 22—27).

B. *Versuche über den Einfluss des Oscillators auf die mit einem stabförmigen, mit ihm nicht isokronen Sekundärleiter gemessene Wellenlänge* (p. 27—43).

C. *Versuche mit einem möglichst stark gedämpften Sekundärleiter* (p. 43—52).

¹⁾ K. F. Lindman, l. c.; p. 28.

Schliesslich habe ich in *D* (p. 52—54) die Hauptergebnisse und in *E* (p. 54—66) einige wichtigere Tabellen zusammengestellt.

III. Apparate und Messungsmethode.

1. In einer neulich gedruckten Arbeit¹⁾ habe ich eine allgemeine Messungsmethode für *Hertz'sche* Wellen beschrieben, deren ich mich bei dieser Untersuchung durchweg bedient habe. Zwei gegenüber einander aufgestellte höchst empfindliche Galvanometer, die in Verbindung mit je einem Thermo-element standen, wurden demnach gleichzeitig mit Hilfe einer zwischen ihnen geeignet orientierten, teilweise durchsichtigen Skala objektiv abgelesen. Diese Messungsmethode hat sich während der Zeit, die ich sie jetzt gebraucht habe, als auf einmal sehr bequem und zuverlässig erwiesen. Die im Folgenden beschriebenen Versuche hätte ich nicht nach anderen mir bekannten Methoden in derselben Zeit mit demselben Grade von Zuverlässigkeit ausführen können²⁾.

Falls der Unterbrecher des Induktoriums nicht *ganz* unregelmässig arbeitet, so ist bekanntlich die thermoelektrische Wirkung des Oscillators auf den Resonator während einer und derselben Erregungsperiode und also auch während eines und desselben Galvanometerauschlages ziemlich konstant, wogegen der Integraleffekt

$$\int i^2 dt$$

(wo *i* die Stromstärke im Resonator und *t* die Zeit bezeichnet) der Wellen sich von einem Ausschlage zu einem

¹⁾ *K. F. Lindman*, Öfversigt af Finska Vet.-Soc. Förh. LI 1908—1909 Afd. A. N:o 5.

²⁾ Zu den übrigen Uebelständen, die das Verwenden zweier verschiedener Beobachter zum gleichzeitigen Ablesen der beiden Galvanometer unpraktisch machen, tritt noch, wie ich mehrmals konstatiert habe, der hinzu, dass die blosse Anwesenheit einer zweiten Person im Arbeitszimmer die schon sonst vorkommenden Temperaturstörungen bedeutend vermehrt.

anderen bedeutend verändern kann. Ich habe überhaupt nur äusserst selten eine Störung des ruhigen Ganges der Galvanometerausschläge beobachtet, die nicht als eine Wirkung äusserer magnetischer Einflüsse erklärt werden könnte, und wenn ich versuchsweise die Erregung der Wellen so lange fortgesetzt habe, dass der Ausschlag des stärker gedämpften Galvanometers eine dauernde geworden ist, so habe ich diesen Ausschlag ziemlich konstant (manchmal während mehrerer Sekunden ganz konstant) gefunden. Es ist deshalb leicht zu verstehen, dass die für die Beobachtung nötige ganz minimale Zeitdifferenz (etwa 0,2 à 0,3 Sek.) der beiden sonst gleichzeitigen Galvanometerausschläge im allgemeinen keinen merklichen Fehler verursachen wird. Jede einzelne Messung wird natürlich mehrmals wiederholt und also auch genügend kontrolliert; es hat sich aber nicht als notwendig erwiesen einzelne Ablesungen zu verwerfen. Wie ich in meinem Bericht über diese Messungsmethode hervorgehoben habe, geht es aus den daselbst mitgeteilten Beobachtungen deutlich hervor, dass die Zeitdifferenz der Galvanometerausschläge neben den sonstigen Fehlern thatsächlich keine Rolle spielt¹⁾.

Es scheint mir übrigens innerhalb der Möglichkeit zu sein, diese Zeitdifferenz gänzlich zu beseitigen. Durch Vergrösserung der Dämpfung des einen Galvanometers, würde man es erreichen, dass wenn die Oscillatorwellen noch ein Augenblick nachdem der maximale Ausschlag erreicht ist fortwährend erregt werden, dieser Ausschlag während einer kurzen Zeit konstant bliebe. Man könnte dann den Magnet-systemen der beiden Galvanometer genau dieselbe Schwingungsdauer geben, indem man zuerst den Ausschlag des weniger gedämpften Galvanometers und gleich nächher den nunmehr konstanten Ausschlag des zweiten Galvanometers ablesen würde.

¹⁾ Ich hätte mich nicht hiermit aufgehalten, falls nicht eine besondere Veranlassung dazu vorgelegen hätte, indem der Nutzen dieser Messungsmethode hier von einer Seite her bezweifelt worden ist, weil unter anderm -- im Gegensatz zu den mitgeteilten Beobachtungen -- die Zeitdifferenz die Messungen unsicher machen müsste (!) Wenn dies -- unter den gegebenen Verhältnissen -- wirklich der Fall wäre, so würde es überhaupt unmöglich sein, den bisher fast immer mit nur *einem* Galvanometer auf diesem Gebiete ausgeführten Messungen irgend einen Grad von Zuverlässigkeit zuzuerkennen.

Das von mir gebrauchte *Broca*-Galvanometer hat in der That eine so starke Dämpfung, dass es nur sehr wenig fehlt um ein solches Verfahren beobachten zu können. Ich glaube jedoch nicht, dass ich auf diese Weise bessere Messungsergebnisse als jetzt bekommen würde.

Wegen der leider noch nicht beseitigten magnetischen Störungen des empfindlicheren, mit dem Messresonator gewöhnlich verbundenen Galvanometers, habe ich es in solchen Fällen, wo die Wirkung auf den Messresonator sehr klein ist, als vorteilhaft gefunden, die beiden Galvanometer mit einander zu vertauschen, d. h. den Standardindikator mit dem empfindlicheren, den Messresonator dagegen mit dem unempfindlicheren, aber gegen magnetische Störungen vollständig geschützten Galvanometer zu verbinden. Zwar giebt der Messresonator jetzt noch kleinere Ausschläge als vorher, aber diese sind von äusseren Störungen gänzlich befreit. In anderen Fällen, wo der Messresonator stärker erregt wird (bei Versuchen mit grösseren Wellen) ziehe ich aus verschiedenen Ursachen vor, die frühere, umgekehrte Anordnung zu benützen.

2. Den Oscillator und die Art seiner Erregung habe ich im Zusammenhang mit der hier besprochenen Messungsmethode schon früher, (l. c.) eingehend beschrieben. Wegen der Rolle, die der Messresonator im Folgenden spielt, gebe ich hier eine Beschreibung vom ihm:

R und R' (Fig. 2) sind zwei 16 mm lange und 1,2 mm weite Hohlcyliner aus dünnem Kupferblech, welche zusammen mit dem zwischen sie geschalteten Thermoelement den Sekundärleiter für die elektrischen Wellen bilden. Das Thermoelement besteht aus zwei 0,0208 mm dicken Drähten aus Platina¹⁾ bez. Constantan, welche zweimal um einander geschlungen und in den Punkten A und B an den Enden zweier isolierter Kupferdrähte K , K' (vgl. Fig. 3) gelötet sind. Ich habe früher noch dünnere Drähte benützt und dadurch eine stärkere Wirkung bekommen. Es dauerte aber dann sehr lange, ehe das mit dem Resonator durch die Drähte K , K' verbundene Galvanometer

¹⁾ Viele Forscher benützen Eisen statt Platina, aber wegen des Rostens des Eisens ziehe ich Platina vor.

seine Ruhelage nach den oft vorkommenden Temperaturstörungen des Resonators wieder eingenommen hatte. Die Drähte $K K'$ sind um einander gewickelt und von einem einige Decimeter langen, engen Metallrohr zum Schutz gegen äussere Induktionswirkungen umgeben. Dieser Schutz der Drähte und besonders ihre Wickelung um einander schon in der Nähe des Thermoelementes, welche Umstände bei den gewöhnlich angewandten „Thermoresonatoren“ nicht beobachtet werden, sind nach meinen Erfahrungen wesentliche Bedingungen für eine reine Wirkung (z. B. für die geradlinige Polarisation). Das zweimalige Umschlingen der beiden dünnen Drähte des Thermoelementes ist erforderlich, damit der Kontakt zwischen den Drähten nicht aufhören soll (es ist auf

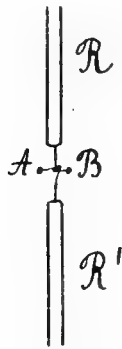


Fig. 2.

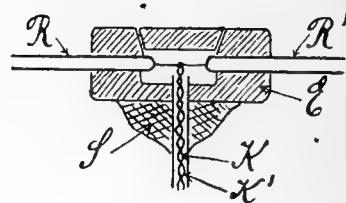


Fig. 3.

diese Weise gelungen, die beiden von *Klemencic* und anderen für das Anspannen der Drähte angewandten Federn zu entbehren, welche leicht einen Spielraum für äussere Störungen frei lassen). Wie der Resonator in dem hohlen Ebonitkörper E befestigt ist geht aus der Fig. 3 ohne weiteres hervor. Mittels Siegellack S sind die Drähte $K K'$ oder eigentlich das sie umschliessende Rohr fest mit dem Ebonitkörper verbunden. Die Länge des Resonators lässt sich durch Einschieben von Kupferdrähten in die Hohlcylinder R und R' beliebig vergrössern.

Die Beschaffenheit des „indifferenten“ Wellendetektors, mit der die objektiv vorkommenden stehenden Wellen nachgewiesen worden sind, werde ich später in Zusammenhang mit den Versuchen beschreiben.

3. Die ausgeführten Messungen bestanden meistens in einer Aufnahme von Interferenzkurven, namentlich von den Kurven der stehenden Wellen, die durch Reflexion von einem ebenen, genügend grossen Metallspiegel erzeugt wurden. In derselben Arbeit (l. c.), wo ich die Messungsmethode beschrieben habe, habe ich auch das bei der Aufnahme solcher Kurven beobachtete Verfahren an einem vollständig durchgeführten Beispiele erläutert. Auch wegen der Art, wie ich die Wellenlänge mit Hilfe solcher Kurven ermittelt habe, und der dabei im allgemeinen erreichten Genauigkeit mag auf die soeben erwähnte Abhandlung verwiesen werden. (Im Vorbeigehen mag hier bemerkt werden, dass der bei den zuletzt erwähnten früheren Versuchen benützte Resonator nicht derselbe war als der oben beschriebene).

IV. Gang und Ergebnisse der Untersuchung.

A. Wellenlänge der Eigenschwingungen eines stabförmigen Sekundärleiters.

1. Der stabförmige Oscillator hatte zuerst eine Länge von 19,5 cm und ein Durchmesser von 1,5 cm. Die Weite der primären Funkenstrecke betrug c:a 0,6 mm. Durch Resonanzversuche fand ich für die Länge des geradlinigen 1,2 mm dicken kupfernen Resonators, die der maximalen Wirkung entsprach, den Wert 23,0 cm (Vgl. die Tabelle I, p. 55). Die entsprechende nach der Methode der stehenden Wellen bei senkrechter Incidenz ermittelte halbe Wellenlänge war 24,2 cm. Es unterscheidet sich dieser Wert der halben Wellenlänge um nur 0,1 cm von demjenigen, den ich mit einem anderen gleichfalls auf maximales Ansprechen abgestimmten (22,5 cm langen) Resonator früher¹⁾ gefunden hatte. Diese gute Uebereinstimmung zwischen den durch zwei verschiedene Serien von Resonanz- und Interferenzversuchen ermittelten Werten der halben

¹⁾ K. F. Lindman, Öfvers. af Finska Vet. Soc. Förh. LI, 1908—1909 Afd. A. N:o 5, p. 24.

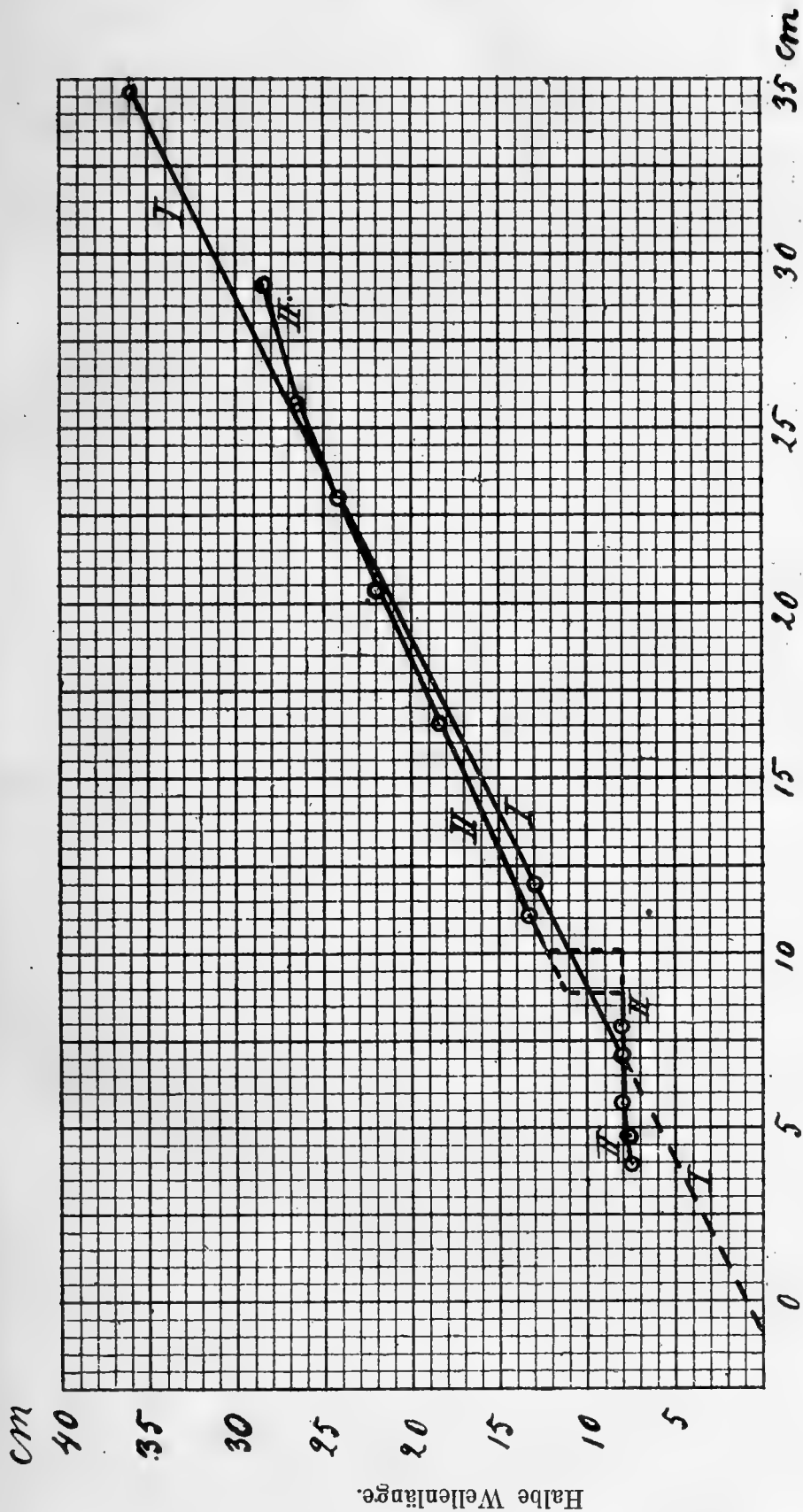
Wellenlänge kann als eine Probe der Genauigkeit betrachtet werden, die mit der angewandten Messungsmethode — trotz noch vorkommender magnetischer Störungen — erreicht wurde. Die Resonatorlänge, bei der die maximale Wirkung eintritt, unterscheidet sich zwar theoretisch ein wenig von der dem vollständigen Isokronismus entsprechenden Länge, aber wegen der Schwierigkeit einen sicheren Wert dieser letzteren Länge¹⁾ (bei diesen kurzen Wellen) zu erhalten, habe ich es unterlassen, die (sonst leicht auszuführende) Berechnung derselben aus der Resonanzkurve zu bewerkstelligen.

Ich wiederholte diese Resonanz- und Wellenlängenmessungen bei veränderter Länge des Oscillators. Die Ergebnisse aller dieser Versuche sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt:

Länge des Oscillators O	Länge des Resonators bei maximaler Wirkung R	Die halbe Wellenlänge $\frac{\lambda}{2}$	$\frac{\lambda}{2} - R$
30,8 cm	34,7 cm	36,0 cm	1,3 cm
19,5 "	23,0 "	24,2 "	1,2 "
10,4 "	12,0 "	13,0 "	1,0 "
5,4 "	7,1 "	8,0 "	0,9 "

Bei diesen Versuchen, wo der Resonator wenigstens angenähert in Resonanz mit dem Oscillator stand, können wir annehmen, dass der gemessene Wert $\frac{\lambda}{2}$ die halbe Wellenlänge für die *Eigenschwingungen des Resonators* richtig angiebt. Diese halbe Wellenlänge war, wie aus der Tabelle hervorgeht, stets etwas grösser als die Länge des Resonators. Der Unter-

¹⁾ Die Resonanzkurven geben, wenigstens bei kurzen Wellen, nur in ihrem allerobersten Teil einigermaßen übereinstimmende Werte für diese Isokronitätslänge (Vgl. z. B. meine Arbeit „Ueber stationäre elektrische Wellen, Helsingfors 1901; p. 24). Die Ursache dazu müsste noch untersucht werden.



Länge des Resonators.

Fig. 4.

schied $\frac{\lambda}{2} - R$ war aber nicht konstant, sondern nahm mit wachsender Wellenlänge regelmässig zu. Die Kurve I Fig. 4 stellt $\frac{\lambda}{2}$ als Funktion von R dar. Wir sehen, dass diese Kurve innerhalb dem untersuchten Intervall einen *geradlinigen* Verlauf hat, und dass ihre Verlängerung die Abscissenachse in einem Punkte links vom Anfangspunkt, aber ganz in der Nähe desselben, schneidet. Die Eigenschwingungsdauer des Resonators war also proportional zu der Länge des Resonators, vermehrt um c:a 9 mm, welche Korrektion vom Thermoelemente in der Mitte des Resonators und dem umgebenden Ebonitkörper herrühren dürfte.

2. Es ist von Interesse die für $\frac{\lambda}{2}$ erhaltenen Werte mit denjenigen zu vergleichen, die sich aus der Maxwell'schen Theorie ergeben. *Abraham* ¹⁾ findet, von den Maxwell'schen Grundgleichungen ausgehend, für die halbe Wellenlänge der Grundschiwingung eines stabförmigen Leiters, den Ausdruck

$$\text{Stablänge} \times (1 + 5,6 \epsilon^2)$$

wo

$$\epsilon = \frac{1}{4 \log \alpha}$$

ist, falls α das Verhältnis der Länge des Stabes zum Radius seines Querschnittes bedeutet. Um Uebereinstimmung zwischen Beobachtung und Theorie zu erreichen zeigt es sich nötig, ausser der theoretischen Korrektion $5,6 \epsilon^2$, die an der Einheit anzubringen ist, noch die früher erwähnte Korrektion von 0,9 cm zu dem so erhaltenen Werte zu addieren. Ich habe auf diese Weise die folgende Tabelle bekommen:

¹⁾ *M. Abraham*, Wied. Ann. 66, p. 435, 1898.

R	Berechnet $R (1 + 5,6 \varepsilon^2) + 0,9\text{cm}$	Beobachtet $\frac{\lambda}{2}$
34,7 cm	35,9 cm	36,0 cm
23,0 „	24,1 „	24,2 „
12,0 „	13,05 „	13,0 „
7,1 „	8,1 „	8,0 „

Es scheint also in der That als gerechtfertigt, die konstante Korrektion $+0,9$ cm der Ebonithülle¹⁾ und zum Teil wahrscheinlich auch den dünnen Drähten des Thermoelementes in der Mitte des Resonators zuzuschreiben. Wenn man die Wellenlänge des stabförmigen Erregers nach der *Abraham'schen* Formel berechnen wollte, würde man wahrscheinlich auch auf ähnliche Weise eine von dem Petroleumbehälter und der Funkenstrecke herrührende konstante Korrektion anzubringen haben.

B. Einfluss des Oscillators auf die mit einem stabförmigen, mit ihm nicht isokronen Sekundärleiter gemessene Wellenlänge.

1. Der Oscillator hatte in allen folgenden Versuchen, wenn anders nicht ausdrücklich gesagt wird, die Länge 19,5 cm. Bei den Resonanzversuchen und den bisher erwähnten Wellenlängenbestimmungen hatte ich den Oscillator ohne Reflektor benützt, wogegen der 19,5 cm lange Oscillator bei den Versuchen, die ich zunächst beschreibe, mit einem 40 cm weiten und c:a 70 cm hohen parabolischen Wellenreflektor von

¹⁾ Ich habe früher (vgl. meine Arbeit „Ueber stationäre elektrische Wellen“, Helsingfors 1901, p. 58) durch Versuche nachgewiesen, dass die Periode eines geradlinigen Resonators vergrößert wird, falls dieser mit einer nicht allzu dünnen Schicht eines Dielektrikums (z. B. Schellack) überzogen wird.

der Brennweite $12 \text{ cm} \left(= \frac{\lambda}{4} \right)$ versehen war. Die angegebene Höhe des Spiegels ist dadurch bedingt, dass, wie ich früher¹⁾ durch Versuche über die Phasenänderung durch Reflexion nachgewiesen habe, der parabolische Reflektor eines Oscillators nicht kürzer als die Wellenlänge sein darf, falls die Brennweite gleich einer viertel Wellenlänge ist.

Es mag schon hier bemerkt werden, dass die bei Benutzung des Reflektors ausgeführten Versuche nachher auch ohne Reflektor mit in qualitativer Hinsicht gleichem Ergebnis wiederholt wurden.

Durch eine grosse Menge von Interferenzversuchen bestimmte ich jetzt die Wellenlängen, welche bei der konstanten Oscillatorlänge $19,5 \text{ cm}$ verschiedenen Resonatorlängen entsprachen. Die so gewonnenen Werte sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt. Die halbe Wellenlänge der primären Wellen ist gleich derjenigen gesetzt, die der Resonator bei maximaler Wirkung ($R = 23,0 \text{ cm}$) ergab. Es bedeuten ferner R die Länge des geradlinigen Resonators, $\frac{\lambda'}{2}$ die entsprechende, jetzt gemessene halbe Wellenlänge und $\frac{\lambda}{2}$ die aus der Kurve I, Fig. 4 graphisch ermittelte halbe Wellenlänge der Eigenschwingungen des Resonators.

¹⁾ K. F. Lindman, „Ueber stationäre elektr. Wellen“ (Helsingfors 1901) p. 68.

Halbe Wellenlänge der primären Wellen = 24,2 cm.

R	$\frac{\lambda'}{2}$	$\frac{\lambda}{2}$	$\frac{\lambda'}{2} - \frac{\lambda}{2}$
29,2 cm	28,5 cm	30,3 cm	- 1,8 cm
25,7 "	26,5 "	26,9 "	- 0,4 "
23,0 "	24,2 "	24,2 "	0 "
20,4 "	22,0 "	21,4 "	+ 0,6 "
16,6 "	18,5 "	17,7 "	+ 0,8 "
11,1 "	13,2 "	12,1 "	+ 1,1 "
10,1 "	unbest. zw. 8 und 14	11,0 "	unbest.
8,8 "	" " 8 " 10	9,8 "	"
7,9 "	8,2 "	8,9 "	- 0,7 "
6,8 "	8,1 "	7,7 "	+ 0,4 "
5,7 "	8,0 "	6,6 "	+ 1,4 "
4,8 "	7,7 "	5,7 "	+ 2,0 "
4,0 "	7,5 "	4,9 "	+ 2,6 "

Der 85 cm hohe und 70 cm breite ebene Spiegel, der die stehenden Wellen erzeugte, stand bei allen diesen Messungen in der Entfernung 170 cm von Oscillator. Das Verschieben des Spiegels um ein viertel der gemessenen Wellenlängen veränderte die Lage der Maxima und Minima in keiner Weise, so dass man nicht zu befürchten brauchte, dass mehrmalige Reflexionen einen störenden Einfluss ausgeübt hätten.

Wenn das *Sarasin-de la Rive'sche* Gesetz der „multiplen Resonanz“ auch für einen offenen Resonator gelten würde, so müsste die Differenz $\frac{\lambda'}{2} - \frac{\lambda}{2}$ überall oder wenigstens innerhalb gewissen, nicht allzu engen Grenzen verschwinden. Wir sehen aber, dass dies gar nicht der Fall ist. Wenn der Resonator R grösser als bei Isokronismus mit dem Oscillator ($R_0 = 23,0$

cm) ist, so ist die Differenz $\frac{\lambda'}{2} - \frac{\lambda}{2}$ negativ und ihr absoluter Betrag nimmt mit wachsendem R zu. Ist aber $R < R_0$ ($= 23$ cm), so ist $\frac{\lambda'}{2} - \frac{\lambda}{2}$ innerhalb eines weiten Intervalles und zwar bis $R = c:a$ 11 cm positiv und nimmt mit abnehmendem Werte von R zu. Die Kurve II, Fig. 4 stellt $\frac{\lambda'}{2}$ als Funktion von R dar. Die Abweichung der Kurve II von der Kurve I veranschaulicht die Veränderung der Differenz $\frac{\lambda'}{2} - \frac{\lambda}{2}$. Den weiteren Verlauf dieser Veränderung von $\frac{\lambda'}{2} - \frac{\lambda}{2}$ wollen wir später diskutieren.

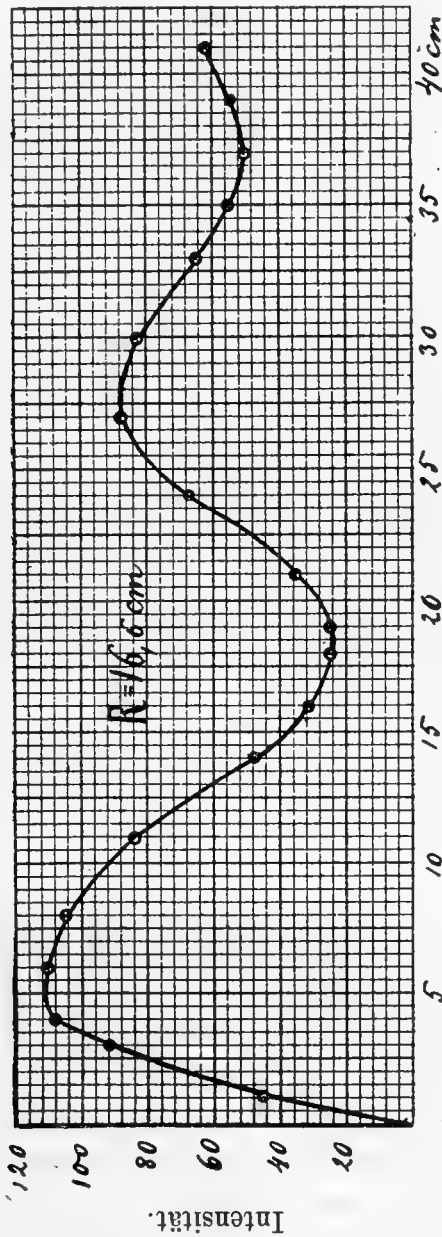
Der Oscillator übt also eine ganz deutliche Einwirkung auf die mit einem geradlinigen Resonator gemessene Wellenlänge aus. Wenn die Eigenperiode des Resonators grösser als die des Oscillators ist, so ist die Wellenlänge kleiner als die der freien Eigenschwingungen des Resonators und der Unterschied nimmt mit wachsender Eigenperiode zu. Ist aber die Eigenperiode des Resonators kleiner als die des Oscillators, so ist die Wellenlänge innerhalb eines weiten Intervalles grösser als die der freien Eigenschwingungen des Resonators und der Unterschied nimmt mit abnehmender Eigenperiode zu.

Zusammenfassend können wir sagen: Wenn ein geradliniger Resonator nicht isokron mit dem Oscillator schwingt, so wirkt der Oscillator auf die mit dem Resonator gemessene Wellenlänge im allgemeinen so ein, dass er diese Wellenlänge in nähere Uebereinstimmung mit der seiner eigenen Grundschwingung bringt, wobei diese Einwirkung mit wachsendem Unterschiede der Perioden der beiden Instrumente zunimmt.

2. Es fragt sich jetzt, wie diese Einwirkung der primären Wellen auf die gemessene Wellenlänge zu Stande kommt. Beim Messen der durch Reflexion erzeugten stehenden Wellen hat man nach der *Poincaré-Bjerknes'schen* Theorie ¹⁾ zwei Sys-

¹⁾ Vgl. V. Bjerknes, Wied. Ann. 44, p. 92; 1891.

teme solcher Wellen in Betracht zu ziehen. Das eine und zwar das objektiv vorkommende ist von der Periode der Oscillatorschwingungen, das andere von der Eigenperiode des Resonators bedingt. Man könnte also denken, dass die Er-



Abstand zw. Spiegel und Resonator.

Fig. 5.

scheinung, wovon hier die Rede ist, einfach durch eine Superposition dieser beiden Systeme von stehenden Wellen zu erklären sei. Die erhaltenen Interferenzkurven — innerhalb des bis jetzt betrachteten Intervalles — lassen aber nicht eine solche

Superposition zum Vorschein kommen, sondern zeigen im allgemeinen regelmässige und eindeutig bestimmte Maxima und Minima. Als Beispiele mögen die in den Figuren 5 und 6 aufgetragenen Kurven dienen. (Tabellen II und III p. 56—57).

Es ist schwer einzusehen, dass diese Kurven, und speziell die in Fig. 6, aus einer Superposition von dem subjektiven und dem hypothetischen, objektiv vorkommenden und jedenfalls aus viel längeren Wellen ($\frac{\lambda}{2} = 24 \text{ cm}$) bestehenden

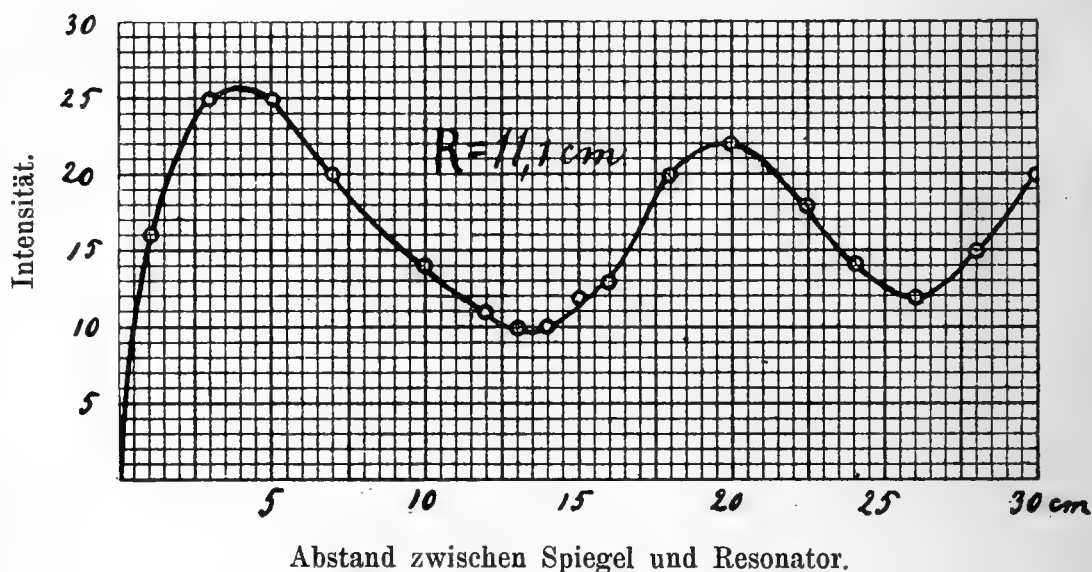


Fig. 6.

Wellensysteme hervorgegangen sein sollten. Die Verschiebung des ersten Maximums gegen den Spiegel, die, wie ich früher nachgewiesen habe¹⁾, von den vom Resonator ausgestrahlten Sekundärwellen herrührt, fällt hier ausser Betracht. Wenn nun das objektiv vorkommende und aller Wahrscheinlichkeit nach schwächer ausgebildete Wellensystem eine merkliche Verschiebung der sonst zu beobachtenden Maxima und Minima herbeiführen würde, so könnte jedoch die Verschiebung *aller* beobachteten Maxima und Minima (mit Ausnahme der des ersten Maximums) nicht gleichförmig sein. Wir sehen aber, dass das ganze

¹⁾ K. F. Lindman: „Ueber stationäre elektrische Wellen“ (Helsingfors 1901).

System der stehenden Wellen in einem konstanten Verhältnis in der Richtung gegen den Oscillator verschoben ist. Die Dämpfung des Resonators muss hier zwar kleiner als die des Oscillators sein, aber der Unterschied ist bei der offenen Form des Resonators nicht allzu gross. Die primären Wellen beeinflussen also die Resonatorschwingungen während eines grossen Teiles ihres übrigens sehr kurzen Daseins. Ohne hier näher auf den Mechanismus der so entstandenen „Schwebungen“ einzugehen, muss der totale Effekt derselbe sein, als ob die Eigenperiode des Resonators sich etwas verändert hätte. Wenn wir uns dieser Ausdrucksweise bedienen, so können wir demnach das obige experimentelle Ergebnis auch so ausdrücken:

Der Oscillator wirkt auf die Periode eines mit ihm nicht in Resonanz stehenden geradlinigen Sekundärleiters so ein, dass er diese Periode in etwas nähere Uebereinstimmung mit seiner Eigenperiode bringt, wobei diese Einwirkung mit wachsendem Unterschiede zwischen den beiden Perioden zunimmt.

3. Die stehenden Wellen in dem betrachteten Intervalle ($R = 29,2$ cm bis $R = 11,1$ cm) waren am schärfsten ausgebildet, als der Resonator isokron mit dem Oscillator war, d. h. die Schwingungen des Resonators waren dann, scheint es, am wenigsten gedämpft. Mit wachsendem Unterschiede zwischen den Perioden der beiden Instrumente nahm die Steilheit der Interferenzkurven ab und also wahrscheinlich auch die Dämpfung der Resonatorschwingungen zu. Dies geht zum Teil schon aus den in Figg. 5 und 6 aufgetragenen Kurven hervor. Als ein relatives Mass für die Steilheit oder „Höhe“ der stehenden Wellen mag hier das Verhältnis zwischen der Ordinate des zweiten Maximums und dem Mittel der Ordinaten der beiden ersten Minima benutzt werden. In der folgenden Tabelle sind einige Werte dieser Grösse, die mit Q bezeichnet ist, zusammengestellt. R bedeutet, wie früher, die Länge des Resonators.

R	Q
29,2 cm	2,2
25,7 "	3,4
23,0 "	3,8
20,4 "	3,5
16,6 "	2,5
11,1 "	2,0

Ausser dem schon Gesagten geht es noch aus der Tabelle hervor, dass die Höhe der stehenden Wellen schneller abnimmt, wenn der Resonator über die Isokronitätslänge (23,0 cm) hinaus wächst, als wenn er von dieser Länge ab verkleinert wird. Ich habe dies Ergebnis noch mit einem anderen kürzeren Erreger, der ohne parabolischen Reflektor benutzt wurde, geprüft und bestätigt gefunden.

Durch Resonanzversuche mit einem kreisförmigen Sekundärleiter ist *Kiebitz*¹⁾ zu dem Ergebnisse gekommen, „dass die Resonanzkurve um so steiler wird, je grösser die Entfernung zwischen Erreger und Empfänger ist, d. h. dass die mittlere Dämpfung vom Erreger und Empfänger um so bedeutender ist, je näher dieselben einander kommen“. Bei allen bisher erwähnten Versuchen (mit Ausnahme der Kontrollversuche) mit dem 19,5 cm langen Oscillator war zwar der Abstand zwischen Spiegel und Oscillator unverändert gleich 170 cm, aber die verschieden langen Resonatoren standen bei den Messungen in sehr verschiedenen Abständen vom Erreger. Um zu sehen, ob die Entfernung vom Erreger irgend einen Einfluss auf die Höhe der stehenden Wellen ausüben würde, hatte ich schon früher einige Interferenzkurven bei sehr verschiedenen Abständen zwischen Spiegel und Erreger aufgenommen. Bei Verwen-

¹⁾ *F. Kiebitz*: „Ueber die elektr. schwingungen eines stabförmigen Leiter (Inaug. Dissert.) p. 29, 1901.

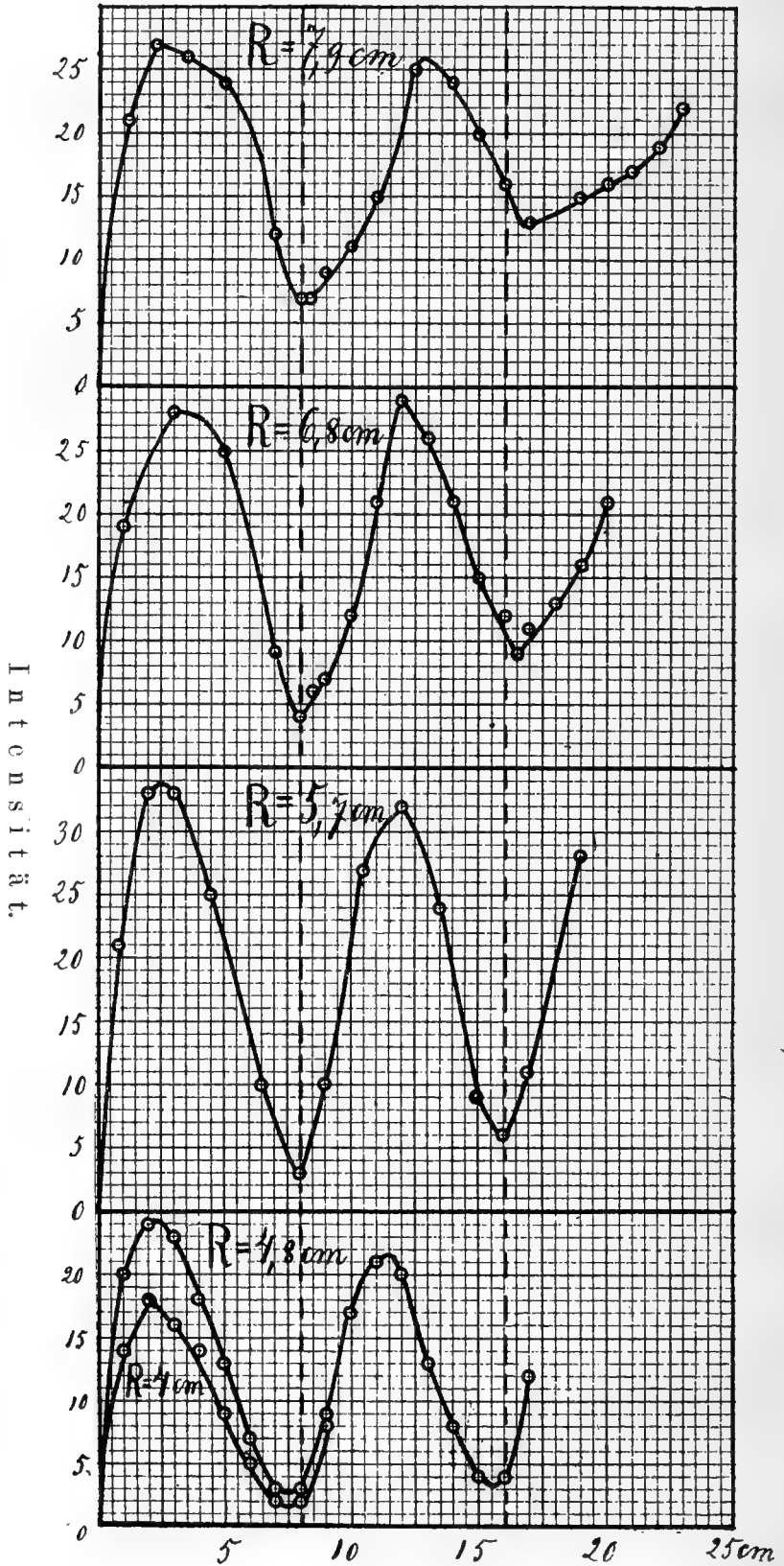
derung des 10,4 cm langen Oscillators und des entsprechenden 12 cm langen Resonators fand ich für die mit Q bezeichnete Grösse die Werte 2,38 und 2,40 bei den Abständen 90 cm und 164 cm resp. zwischen Spiegel und Oscillator. *Der Abstand zwischen Spiegel und Oscillator übt also, wenigstens wenn er nicht sehr klein ist, keinen Einfluss auf die Steilheit oder Höhe der stehenden Wellen aus.*

4. Wir kehren jetzt zu der aus der Tabelle p. 29 gewonnenen Kurve II in Fig. 4 p. 25 zurück, um ihren weiteren Verlauf zu diskutieren. Wir sehen, dass diese Kurve zwischen $R=10,1$ cm und $R=8,8$ cm von der einen Seite der Kurve I zu der anderen diskontinuierlich übergeht, um dann, die Kurve I schneidend, im Intervalle $R=8,8$ cm bis $R=5$ cm horizontal zu verlaufen. Die Ursache zu dem Sprunge wird uns klar werden, wenn wir zuerst das horizontale Stück der Kurve betrachten. In diesem Intervalle ist die halbe Wellenlänge *unabhängig von der Länge des Resonators* und zwar $= 8$ cm, d. h. ziemlich genau $= \frac{1}{3}$ von der halben Wellenlänge der Grundschiwingung (24,2 cm). Es kann also wohl nicht bezweifelt werden, dass dieser konstante Wert 8 cm der halben Wellenlänge von *der ersten ungeradzahligem Oberschiwingung der Oscillatorwellen* herrührt.

Nach der Theorie von Abraham¹⁾ haben die Oberschiwingungen eine geringere Dämpfung als die Grundschiwingung. Mit abnehmender Länge hat die Dämpfung des Resonators stetig zugenommen, so dass sie, sobald die Eigenperiode des Resonators in die Nähe von der Oberschiwingung des Oscillators kommt, kleiner als die Dämpfung der Oberschiwingung ist. Für die gemessene Wellenlänge ist dann innerhalb gewisser Grenzen nur die Periode der Oberschiwingung massgebend.

Diese Auffassung wird noch dadurch gestützt, dass die stehenden Wellen, welche noch bei der Resonatorlänge 11,1 cm ziemlich flach waren (vgl. Fig. 6, p. 32), jetzt sehr steil, ja sogar steiler als bei der der Grundschiwingung entsprechen-

¹⁾ M. Abraham l. c.



Abstand zwischen Spiegel und Resonator.

Fig. 7.

den Isokronitätslänge $R = 23,0$ cm werden. In Fig. 7 sind mit Benutzung gleicher Intensitätsskala einige dieser Kurven aufgetragen ¹⁾.

Man sollte erwarten, dass der Resonator $R = 6,8$ cm, dessen Eigenperiode ($\frac{\lambda}{2} = 7,7$ cm) am nächsten mit der der Oberschwingung ($\frac{\lambda}{2} = 8$ cm) übereinstimmt, die am schärfsten ausgebildete Interferenzkurve geben würde. Aus der Figur 7 geht aber hervor, dass dies nicht der Fall ist, sondern dass der Resonator $R = 5,7$ cm eine noch schärfere Interferenzwirkung

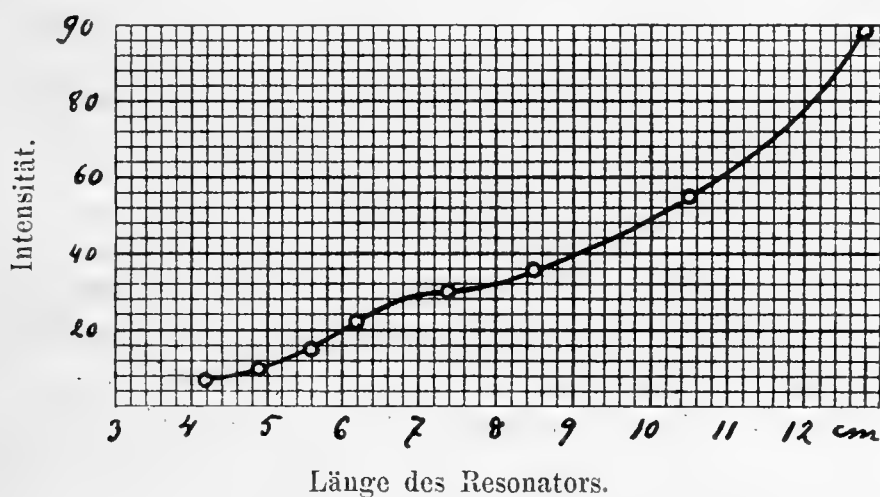


Fig. 8.

giebt. Dies rührt vielleicht von einer Einwirkung der Grundschwingung des Oscillators her. Denn durch Extrapolation aus den früheren Ergebnissen finden wir leicht, dass dieser Resonator unter alleiniger Einwirkung der Grundschwingung eine halbe Wellenlänge von ca 8 cm geben würde, während dem längeren Resonator $R = 6,8$ cm eine halbe Wellenlänge von etwa 9 cm entspräche. Es ist dann erklärlich, dass die ste-

¹⁾ Die in der Tabelle p. 29 angegebenen Werte der entsprechenden halben Wellenlängen sind nicht nur mit Hilfe dieser Kurven sondern mehrerer derselben Art bestimmt worden (vgl. p. 54). Aus der Gestalt der Kurven erkennt man, dass die Eigenperiode des Resonators nicht ganz ohne Einfluss auf die Wellenlänge ist und dass sie besonders auf die Symmetrie der Kurven mit Bezug auf die gestrichelten vertikalen Linien einwirkt.

henden Wellen am steilsten sind, wenn die durch die Grundschiwingung bedingte Periode mit der der Oberschiwingung übereinstimmt.

Hiermit hängt vielleicht auch der Umstand zusammen, dass, wie schon oben (p. 18) bemerkt wurde, die erste Oberschiwingung nur eine sehr schwache Ausbuchtung (vgl. Fig. 8) in der allgemeinen Resonanzkurve erzeugt. Als der Resonator 7,1 cm lang ist, stimmt zwar seine Eigenperiode mit der der Oberschiwingung überein, aber, wie wir gesehen haben, wirkt die Grundschiwingung des Erregers auf ihn so ein, als ob sie die freien Eigenschwiungen des Resonators verzögerten, so dass kein vollständiger Isokronismus zu Stande kommt. Bei der Länge 5,7 cm würde allerdings die durch die Grundschiwingung verzögerte Periode des Resonators mit der der Oberschiwingung übereinstimmen, aber diese beiden Schwiungen (Grundschiwingung und Oberschiwingung) wirken dann verzögernd auf die freien Eigenschwiungen ein, so dass eine grössere Zunahme der Intensität nicht zu erwarten ist, und zwar vollführt der Resonator in diesem Falle, wie aus den Wellenlängenmessungen hervorgeht, hauptsächlich nur erzwungene Schwiungen. Wenn der Resonator noch kürzer gemacht wird, so nimmt der Einfluss der Grundschiwingung immer mehr und mehr ab, so dass die höheren und noch weniger gedämpften Oberschiwingungen sich in der Resonanzkurve besser merkbar machen können. Dass die höheren Oberschiwingungen in der That schärfere Ausbuchtungen in der Resonanzkurve bewirken, habe ich früher¹⁾ beobachtet.

Wenn wir die erste der in Fig. 7 vorkommenden Kurven ($R = 7,9$ cm) näher betrachten, so finden wir, dass die Minima nicht ganz symmetrisch ausgebildet sind. Unter alleiniger Einwirkung der Grundschiwingung des Oscillators, würde dieser Resonator für die halbe Wellenlänge einen Wert von 10 cm gegeben haben. Aus der Gestalt der Kurve ($R = 7,9$ cm) erkennen wir in der That leicht den Einfluss dieser grösseren Periode.

¹⁾ Vgl. K. F. Lindman, „Ueber stat. elektr. Wellen (Helsingfors 1901); Fig. 5, p. 28.

In der Fig. 9 finden wir eine Interferenzkurve von recht eigentümlicher Form (Vgl. die Tabelle IX). Die Minima sind nämlich ganz unbestimmt, indem die Intensität in den Intervallen $R = 8$ cm bis $R = 10,5$ cm und $R = 17$ cm bis $R = 23$ cm ganz konstant ist. Diese Kurve scheint durch eine Superposition von zwei Systemen stehender Wellen von ziemlich gleicher Stärke ($\frac{\lambda_1}{2} = 8$ cm und $\frac{\lambda_2}{2} = 11$ cm) entstanden zu sein, d. h. in diesem Falle ist 8 cm ein ebenso berechtigter Wert für die halbe Wellenlänge als etwa 10 oder 11 cm.

Noch als der Resonator 10,1 cm lang ist, hat die gemessene halbe Wellenlänge einen unbestimmten Wert zwischen

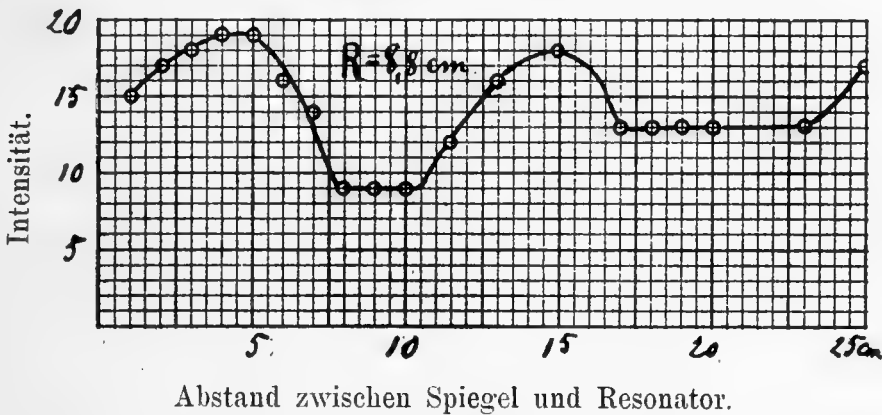


Fig. 9.

8 und 14 cm (Vergleiche die Tabelle p. 29). Auch dies kann durch eine Superposition von zwei Wellensystemen ($\frac{\lambda_1}{2} = 8$ cm und $\frac{\lambda_2}{2} = 12$ cm resp.) erklärt werden. Aber schon wenn der Resonator 11,1 cm lang ist, macht sich nur das System der längeren Wellen ($\frac{\lambda_2}{2} = 13$ cm) geltend.

5. Bei den bisher beschriebenen Versuchen war der Oscillator mit parabolischem Reflektor versehen. Nachher wurden die meisten dieser Versuche bei Benutzung desselben Oscillators ohne Reflektor wiederholt und zwar, wie schon oben (p. 28) angedeutet wurde, mit in qualitativer Hinsicht gleichem Ergebnisse. In der folgenden Tabelle habe

ich einige dieser Beobachtungsergebnisse mit den entsprechenden früheren zusammengestellt:

Länge des Resonators R	Halbe Wellenlänge der freien Eigenschwingungen des Resonators $\frac{\lambda}{2}$	Halbe Wellenlänge der von dem 19,5 cm langen Oscillator erzeugten Schwingungen		$\frac{\lambda'}{2} - \frac{\lambda}{2}$	$\frac{\lambda_0'}{2} - \frac{\lambda}{2}$	$\frac{\lambda'}{2} - \frac{\lambda_0'}{2}$
		Oscillator mit Reflektor	Oscillator ohne Reflektor			
		$\frac{\lambda'}{2}$	$\frac{\lambda_0'}{2}$			
23,0 cm	24,2 cm	24,2 cm	24,2 cm	—	—	—
16,6 "	17,7 "	18,5 "	18,1 "	0,8 cm	0,4 cm	0,4 cm
11,1 "	12,1 "	13,2 "	12,7 "	1,1 "	0,6 "	0,5 "
6,8 "	7,7 "	8,1 "	8,2 "	0,4 "	0,5 "	-0,1 "
5,7 "	6,6 "	8,0 "	8,0 "	1,4 "	1,4 "	—

Man sieht, dass so lange als der Resonator länger als etwa 11 cm ist, der Einfluss des ohne Reflektor benutzten Oscillators auf die gemessene Wellenlänge zwar von ganz derselben Art aber von *geringerer Grösse* ist, als wenn der Oscillator mit parabolischem Reflektor versehen ist. Liegt aber die Länge des Resonators in dem Wirkungsbereiche der Oberschwingung des Erregers, so verschwindet der Unterschied in dieser Beziehung auch quantitativ. — Der erwähnte Einfluss des parabolischen Reflektors erklärt sich dadurch, dass der in der Richtung gegen den Resonator *direkt* fortgepflanzte primäre Wellenzug durch die vom Reflektor reflektierten, weniger stark zerstreuten Wellen verstärkt und *verlängert* wird.

6. Der konstante und ziemlich scharf definierte Wert 8 cm für die halbe Wellenlänge der Oberschwingung zeugt vom Vorhandensein einer einfachen Oberschwingung der betreffenden Ordnungszahl und also auch von einer einfachen entsprechenden

Grundschwingung, die mit der gemessenen $\left(\frac{\lambda}{2} = 24,2 \text{ cm}\right)$ thatsächlich übereinstimmt. Wegen ihrer Dämpfung können diese Schwingungen zwar in je ihr Spektrum von ungedämpften Schwingungen zerlegt werden, aber jedes dieser Spektra besteht praktisch nur aus einem einzigen Streifen, von denen der der Oberschwingung noch schmaler ist als der der Grundschwingung.

Nach den von *Abraham* durchgeführten theoretischen Berechnungen sind zwar die Wellenlängen der Oberschwingungen eines stabförmigen Leiters immer etwas kleiner, als einer vollkommenen Harmonie mit der Grundschwingung entsprechen würde, aber die betreffende Korrektion ist so gering, dass sie in unserem Falle keine Rolle spielt (sie würde hier thatsächlich eine noch bessere Uebereinstimmung herbeiführen). In erster Annäherung sieht auch *Abraham* von diesen Abweichungen gänzlich ab. Der Wert 24,2 cm, den wir hier gleich der halben Wellenlänge der Grundschwingung gesetzt haben, wurde mit dem Resonator erhalten, der der maximalen Wirkung oder dem obersten Punkte der Resonanzkurve entsprach (vgl. p. 23). Wegen der guten Uebereinstimmung mit dem Werte der halben Wellenlänge der Oberschwingung, kann der so begangene Fehler nur sehr gering sein¹⁾. *Es ergiebt sich hieraus die Möglichkeit auf eine einfache Weise und zwar ohne alle Resonanzversuche die Wellenlänge eines stabförmigen Erregers (wenigstens wenn er von der hier vorkommenden Grössenordnung ist) zu bestimmen.* Man braucht nämlich nur dem Resonator eine Länge von ungefähr $\frac{1}{3}$ der Länge des Oscillators zu geben und die entsprechende Wellenlänge zu bestimmen, wonach man, der Kontrolle wegen, die Lage des ersten Minimums der stehenden Wellen noch mit einem etwas kürzeren Resonator bestimmen kann. Wenn die beiden so erhaltenen Werte für die halbe Wellenlänge mit einander übereinstimmen, so beträgt dieser Wert $\frac{1}{3}$ von der halben Wellenlänge der Grundschwingung.

¹⁾ Wenn man die Resonanzkurve (Tabelle I, p. 55) konstruiert, so findet man auch, dass sie in der Umgebung des Maximums sehr symmetrisch ist.

Auf diese Weise bestimmte ich in der That zuerst die halbe Wellenlänge der ersten ungeradzahligem Oberschwingung des 30,8 cm langen Oscillators zu 11,8 cm. Die halbe Wellenlänge der Grundschwingung würde demnach 35,4 cm sein. Durch Resonanzversuche und gewöhnliche Wellenlängenmessung erhielt ich nachher den Wert 36,0 cm (vgl. die Tabelle p. 29). In diesem Falle waren jedoch die stehenden Wellen, die den Wert 11,8 cm für die halbe Wellenlänge der Oberschwingung ergaben, nicht so scharf ausgebildet als bei den früheren entsprechenden Versuchen mit dem 19,5 cm langen Erreger (vgl. unten p. 43).

7. Zwischen $R = 5$ cm und $R = 4$ cm fängt die Kurve II in Fig. 4 (p. 25) an zu sinken, und es wäre von grossem Interesse gewesen, die Kurve noch weiter nach links zu verfolgen. Der Resonator konnte aber nicht weiter gekürzt werden, und falls ich einen neuen, kürzeren gemacht haben würde, so hätte ich auch die vorigen Messungen wiederholen müssen. Ich zog deshalb vor, die wichtigsten der bisherigen Versuche mit einem längeren Oscillator zu wiederholen, wobei ich mit Hilfe des alten Resonators die bisher gemachten Beobachtungen weiter ausdehnen konnte. Der Oscillator erhielt also jetzt die Länge 30,8 cm und wurde sowohl bei der eben beschriebenen Bestimmung seiner Wellenlänge als bei den anderen mit ihm ausgeführten Versuchen ohne parabolischen Reflektor benutzt. Die so erhaltene, der Kurve II, Fig. 4 entsprechende neue Kurve hatte einen ganz ähnlichen Verlauf wie die alte mit den 19,5 cm langen Erreger erhaltene Kurve. In dem Intervalle $R = 13$ cm bis $R =$ etwa 9 cm verlief sie horizontal mit einer der ersten ungeradzahligem Oberschwingung entsprechenden Ordinate von nicht ganz 12 cm. Als ich den Resonator noch weiter gekürzte, erhielt ich wieder in dem noch übrig bleibenden Intervalle einen konstanten Wert von $c:a$ 7 cm für die halbe Wellenlänge, entsprechend der *zweiten ungeradzahligem Oberschwingung* des Oscillators.

Die Interferenzkurven, durch welche die zweite ungeradzahlige Oberschwingung zum Vorschein kann, war aber sehr schwach ausgebildet. Die Galvanometerausschläge betrug, als der Resonator sich in den Maximipunkten befand, nur 3

bis 4 mm, wobei diese Maxima sehr flach waren. Beim Abstände 7 cm zwischen Spiegel und Resonator war aber der Ausschlag um c:a 1 mm kleiner als bei den naheliegenden Abständen 6 und 8 cm. Wegen dieser schwachen Wirkung habe ich diese Versuche mehrmals wiederholt und bin dabei immer zu demselben Ergebnis gekommen.

Die erste ungeradzahlige Oberschwingung $\left(\frac{1}{3} \times \frac{\lambda}{2} = 12 \text{ cm}\right)$, die zwar viel deutlicher hervortrat, machte sich aber auch in der Steilheit der Interferenzkurven nicht ganz so viel geltend, als dies bei den Versuchen mit dem 19,5 langen Erreger (sowohl mit als ohne Reflektor) der Fall war. Die Ursache hierzu liegt vielleicht, wenigstens zum Teil, in der Verschiedenheit der Dämpfungsverhältnisse des Erregers und des Resonators. Bei zunehmender Länge und Periode nimmt zwar die Dämpfung beider Instrumente ab, aber nicht in demselben Grade bei beiden, sondern, wegen des grösseren Querschnittes und der Funkenstrecke, erheblich langsamer bei dem Erreger. Ist der Resonator z. B. 12 cm lang, so ist seine Dämpfung im Verhältnis zu der der entsprechenden Oberschwingung des 30,8 cm langen Erregers nicht so gering, als die Dämpfung des 8 cm langen Resonators im Verhältnis zu der der Oberschwingung des 19,5 cm langen Erregers. Folglich kann auch die Eigenperiode des Resonators sich in jenem Falle mehr geltend machen als in diesem.

C. Versuche mit einem möglichst stark gedämpften Resonator.

1. Die Dämpfung des angewandten geradlinigen Resonators ist hauptsächlich durch seine Ausstrahlung von „Sekundärwellen“ bedingt. Nur in seiner Mitte wird ausserdem ein Teil der von ihm aufgefangenen Energie von dem Thermoelemente konsumiert. Ich habe schon bei einer früheren Gelegenheit¹⁾ die Dämpfung eines geradlinigen Resonators dadurch

¹ K. F. Lindman, „Ueber Stationäre elektrische Wellen“ (Helsingfors, 1901) p. 38.

in hohem Grade steigern können, dass ich sehr dünne Platindrähte in den Sekundärleiter einschaltete. Es war zu erwarten, dass ein solcher stark gedämpfter Resonator eine noch grössere Abweichung der Kurve II (Fig. 4, p. 25) von der Kurve I bewirken sollte.

Um unter Beibehaltung einer messbaren Stromstärke eine möglichst grosse Dämpfung zu erzielen, schaltete ich in die beiden, in die dünnen Hohlcylinder des Resonators einschiebbaren Kupferdrähte je einen c:a 41 mm langen und 0,0208 mm dicken Eisendraht ein (Eisendrähte bewirken nämlich, wie ich konstatiert habe, eine bedeutend grössere Dämpfung als gleich dicke Platinadrähte). Dies konnte leicht so bewerkstelligt wer-

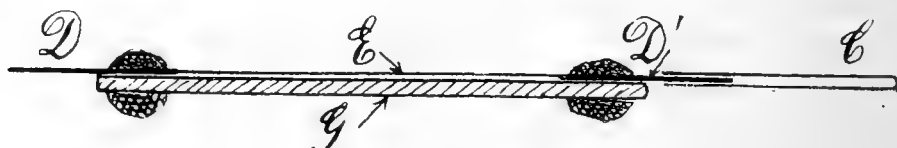


Fig. 10.

den, dass die beiden 1,2 mm dicken Kupferdrähte D, D' (Fig. 10), die der dünne an ihren Enden gelötete Eisendraht E vereinigte, mittels Siegelack an einen dünnem Glasstab G befestigt wurden. Das freie Ende des Drahtes D wurde in den einen Hohlcylinder des Resonators eingeschoben, während verschieden lange Rohre (C) aus dünnem Kupferbleche über das freie Ende des Drahtes D' geschoben werden konnten. Der andere Hohlcylinder des Resonators wurde mit einem ganz ähnlichen Leiter versehen. Ohne die Zusatzröhre C hatte der Resonator dann eine Länge von 22 cm.

2. Mit diesem 22 cm langen Resonator nahm ich zuerst die von den 19,5 cm langen Oscillator $\left(\frac{\lambda}{2} = 24,2 \text{ cm}\right)$ erregten stehenden Wellen auf. Der Oscillator war dabei mit Reflektor versehen und stand c:a 150 cm von dem ebenen Spiegel entfernt. Die so erhaltene Interferenzkurve (I; Fig. 11) hat eine sehr regelmässige Form. Die Minima steigen jedoch ziemlich schnell in die Höhe und das früher (p. 33) definierte Verhält-

niszahl Q beträgt nur 2,3 (gegen 3,8 mit dem gewöhnlichen, weniger gedämpften 23 cm langen Resonator). Wegen der grossen inneren Dämpfung des Resonators sind die von ihm ausgestrahlten Sekundärschwingungen jetzt so schwach, dass die früher beobachtete Verschiebung des ersten Maximums gegen den Spiegel jetzt fast ganz aufgehoben ist. Für die halbe Wellenlänge giebt die Kurve einen Wert von c:a 25 cm, also einen nur wenig grösseren Wert als die halbe Wellenlänge der Grundschwingung des Oscillators.

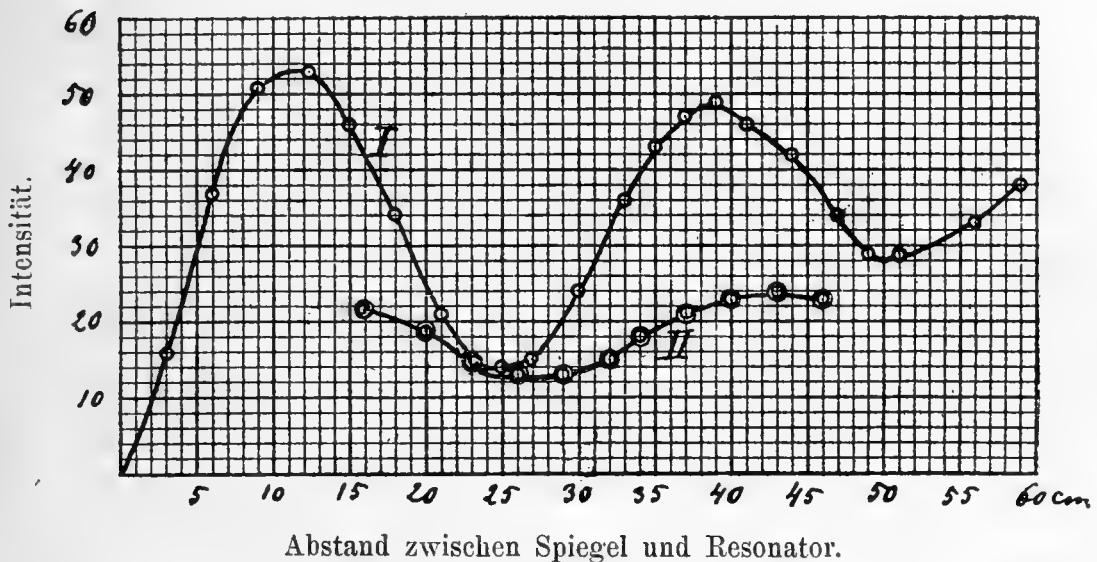


Fig. 11.

Mittels Zusatzrohre machte ich dann den Resonator 27 cm lang und erhielt so die Kurve II in Fig. 11. Wir sehen, wenn wir sie mit der Kurve I vergleichen, dass sowohl die gemessene Intensität als die Schärfe der Interferenzerscheinung in ausserordentlich hohem Grade herabgesetzt ist. Es schien mir auch aus diesem Grunde keinen besonderen Wert zu haben, die Kurve vollständig aufzunehmen, da ich eigentlich nur den Abstand des ersten Minimums vom Spiegel bestimmen wollte. Die Kurve ergiebt für diesen Abstand, h. h. für die halbe Wellenlänge, einen Wert von c:a 27 cm.

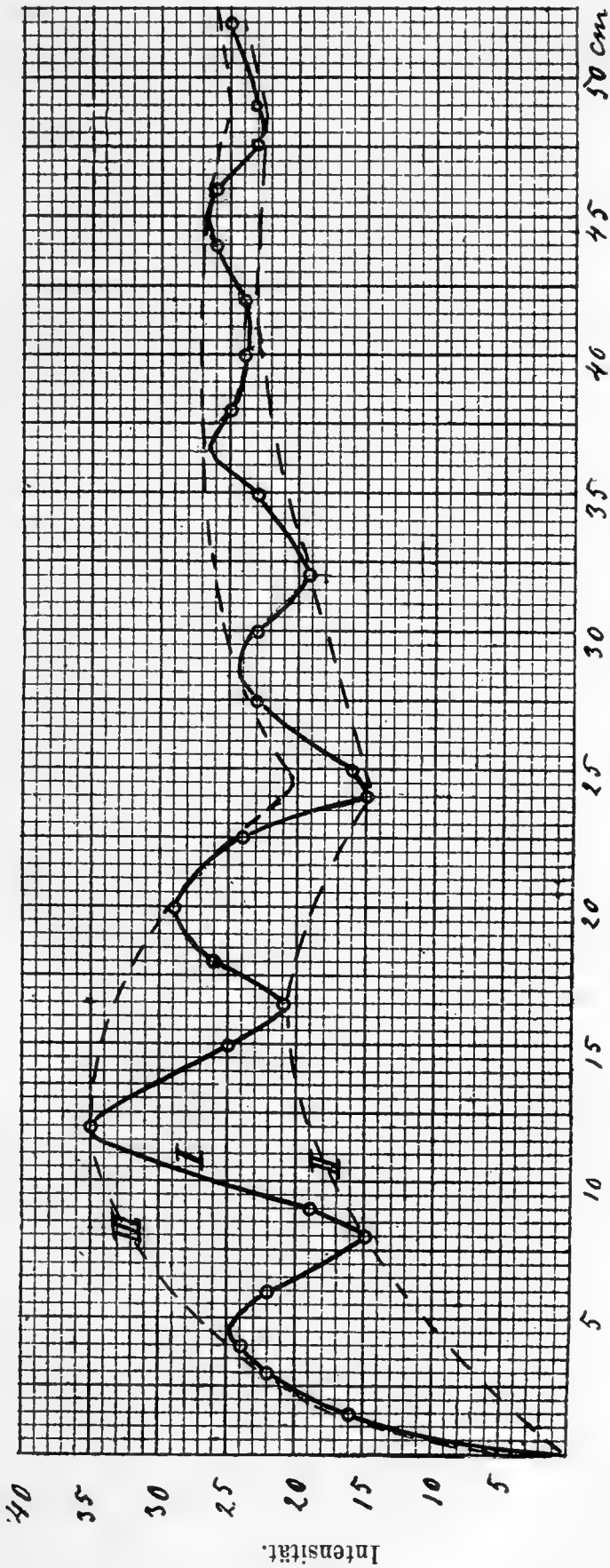
Sogar bei diesem stark gedämpften Resonator übt die Eigenperiode also noch einen, obwohl ziemlich geringen Ein-

fluss aus. *Die gemessene Wellenlänge hängt jetzt mehr vom Oscillator als vom Resonator ab, d. h. die Erscheinung ist die umgekehrte zu der in dieser Arbeit früher (p. 27—33) untersuchten.*

3. Weil schon der 27 cm lange Resonator eine sehr schwach ausgebildete Interferenzwirkung gab, schien es mir ziemlich aussichtslos, irgend welche deutliche Interferenzerscheinungen bei Verwendung von noch grösseren Resonatorlängen zu erhalten. Der Vollständigkeit halber machte ich jedoch in diesem Zusammenhange einen Versuch in dieser Richtung.

Ich gab dem Resonator eine Länge von 33,5 cm und nahm wieder die Kurve der stehenden Wellen auf. Während der Messung war ich über die „Unregelmässigkeit“ der Interferenzerscheinung überrascht, indem ich über die Ursache dazu ganz im Unklaren war. Nachdem ich der angewandten Messungsmethode gemäss die Quotienten der Galvanometer ausschläge ausgerechnet hatte, erhielt ich die sehr deutliche und regelmässige Kurve I in Fig. 12.

Das tiefste Minimum entspricht genau der halben Wellenlänge (24,2 cm) des Oscillators. Zwischen diesem Minimum und dem Spiegel liegen zwei andere Minima, nämlich in den Entfernungen 8 cm und 16 cm vom Spiegel, und zwischen den Minima ganz regelmässige Maxima, von denen das am stärksten ausgebildete 12 cm vom Spiegel entfernt ist. Auch in grösseren Entfernungen vom Spiegel sehen wir abwechselnd Maxima und Minima von derselben Art, obwohl sie immer schwächer und schwächer werden, um bald unmerklich zu werden. Alle diese Maxima und Minima, deren gegenseitiger Abstand 8 cm beträgt, können nur von der ersten schon früher auf eine ganz andere Weise beobachteten ungeradzahligen Oberschwingung des Oscillators herrühren. Gleichzeitig mit dieser Oberschwingung tritt aber auch die Grundschiwingung recht deutlich in dem ganzen Verlauf der Kurve hervor. Wenn die Grundschiwingung allein vorhanden wäre, so würde die von ihr erzeugte Kurve der stehenden Wellen zwischen den gestrichelten Kurven II und III liegen und eine ähnliche Gestalt wie diese haben. Dass die stehenden Wellen der Oberschwingung schärfer ausgebildet sind als die der Grundschiwingung, be-



Abstand zwischen Spiegel und Resonator.

Fig. 12.

weist, dass in Uebereinstimmung mit der Theorie und den früheren Ergebnissen dieser Untersuchung jene Schwingungen weniger gedämpft sind als diese.

Ich wiederholte diesen Versuch mit der Veränderung, dass ich den Resonator 36 cm lang machte und den Abstand zwischen Spiegel und Erreger um 12 cm ($=\frac{1}{4}$ Wellenlänge der Grundschiwingung) vergrösserte. Die vorher beobachtete Interferenzerscheinung veränderte sich aber in keiner Weise (Vgl. die Tabelle XIII, p. 66), indem ich ganz dieselben Maxima und Minima wie vorher in unveränderter Entfernung von einander und vom Spiegel beobachtete.

Es ist also deutlich, dass *die objektiv vorkommenden stehenden Wellen, die sich bei der Reflexion Hertz'scher Wellen von einem ebenen Metallspiegel bilden, durch diese Versuche nachgewiesen und durch die erhaltenen Interferenzkurven so zu sagen direkt fixiert worden sind*¹⁾.

Noch in der Nähe der Isokronitätzlänge hatte, wie wir gesehen haben, der stark gedämpfte Resonator eine, obwohl sehr schwach ausgebildete Eigenperiode, während er jetzt bei den grösseren Längen als ein *indifferent* Indikator wirkte. Es hängt dies offenbar mit der früher (p. 34 und 45) erwähnten Beobachtung zusammen, dass die Steilheit der stehenden Wellen oder die Schärfe der ganzen Interferenzerscheinung sehr schnell abnimmt, falls die Eigenperiode des Resonators über die des Oscillators hinaus wächst.

4. Ich brauche hier kaum darauf hinzuweisen, dass die objektiv vorkommenden stehenden Wellen nicht mit den durch die Eigenschwingungen des Resonators bedingten identisch sind, die von *Hertz* entdeckt und von *Sarasin* und *de la Rive* näher untersucht wurden und welche in Wirklichkeit keine stehenden Wellen sind²⁾. Dass stehende elektrische

¹⁾ Unregelmässigkeiten in den von einigen Forschern erhaltenen Interferenzkurven haben zwar auf das Vorhandensein solcher Wellen in Luft hingewiesen; aber diese Wellen selbst sind nicht früher, soviel ich weiss, nachgewiesen worden.

²⁾ Es waren die Hertz'schen Versuche über die Reflexion der elektrischen Wellen von einem ebenen Metallspiegel, die meinen ehemaligen, hoch-

Wellen sich in Wirklichkeit oder objektiv ausbilden, wenn die von einem Hertz'schen Erreger in den freien Luftraum ausgesandte elektromagnetische Störung von einem Metallspiegel reflektiert wird, folgt aus der Natur dieser Störung, die man durch Resonanzversuche — mit grosser Wahrscheinlichkeit — als wellenartig erkannt hat. *Aus den objektiv nachgewiesenen stehenden elektrischen Wellen geht diese wellenartige Form der durch die Luft fortgepflanzten Störung **direkt** hervor*, d. h. ohne jede Zuhilfenahme der Hypothesen, auf die die Theorie der Resonanz sich stützt. *Ebenso geben diese Versuche einen direkten und deutlichen Einblick in die starke Dämpfung dieser Wellen und in ihre Zusammensetzung aus einer Grundschiwingung nebst deren ungeradzahligem Obertönen.* In der Kurve I Fig. 12 kommen zwar nur die Grundschiwingung und ihre erste

verehrten Lehrer Prof. O. Wiener zu seinen berühmten Versuchen über *stehende Lichtwellen* inspirierte (Vgl. O. Wiener, Wied. Ann. 40, p. 203). Die Analogie zwischen diesen elektrischen und optischen Versuchen ist jedoch keine vollständige, weil die von Wiener nachgewiesenen Lichtwellen (auf die eine Farbenphotographie sich gründet) objektiv vorkommende waren, die von Hertz nachgewiesenen elektrischen dagegen nicht. Die hier nachgewiesenen, objektiv im Luftraume vorkommenden stehenden elektrischen Wellen bilden dagegen ein möglichst vollkommenes elektrisches Analogon zu den stehenden Lichtwellen, von denen jene sich nur durch die Dämpfung und die grössere Wellenlänge unterscheiden.

Die von Hertz nachgewiesenen stehenden elektrischen Luftwellen haben ihre grosse Bedeutung darin, dass sie die Endlichkeit der Fortpflanzungsgeschwindigkeit der elektrischen Kraft im Luftraume und den oscillatorischen Charakter der im Resonator erregten Störungen beweisen. Aber auch ohne eine wellenartige Natur würde die vom Erreger ausgehende Störung als ein momentan wirkender Stoss den Resonator in Schwingungen versetzen und die subjektiven, von Hertz beobachteten stehenden Wellen erzeugen können, die nie identisch mit den objektiv vorkommenden sind. (Der oscillatorische Charakter der Vorgänge im Erreger ist bekanntlich von Hagenbach und Zehnder [Wied. Ann. 43, p. 610; 1891] bezweifelt worden, indem diese Forscher meinten, dass die primären Entladungen im Gegensatz zu den sekundären intermittierend und stets gleichgerichtet seien und dass auch die Erscheinung der Resonanz auf eine Zerlegung des primären Funkens in Partialentladungen zurückzuführen sei. — Die durch Versuche mit stehenden Drahtwellen gewonnenen Vorstellungen über die Vorgänge in den Drähten dürfen auch nicht ohne weiteres auf den Erreger selbst und noch weniger auf das elektromagnetische Feld um ihn übertragen werden [vgl. oben p. 15]).

ungeradzahlige Oberschwingung zum Vorschein, aber ich bezweifle nicht, dass wenn man den Versuch in grösserem Massstabe wiederholen würde, auch weitere harmonische Obertöne sich durch kleine Unebenheiten in der Kurve sichtbar machen würden.

5. Der Oscillator war, wie schon oben gesagt, bei diesen Versuchen mit Reflektor versehen. Die direkten Wellen, welche bei denselben Versuchen wirksam waren, hatten also einen Vorsprung um eine halbe Wellenlänge vor den von dem parabolischen Reflektor reflektierten, d. h. sie verlängerten den Zug dieser Wellen um eine halbe Welle. Um die direkten Wellen allein untersuchen zu können, entfernte ich noch

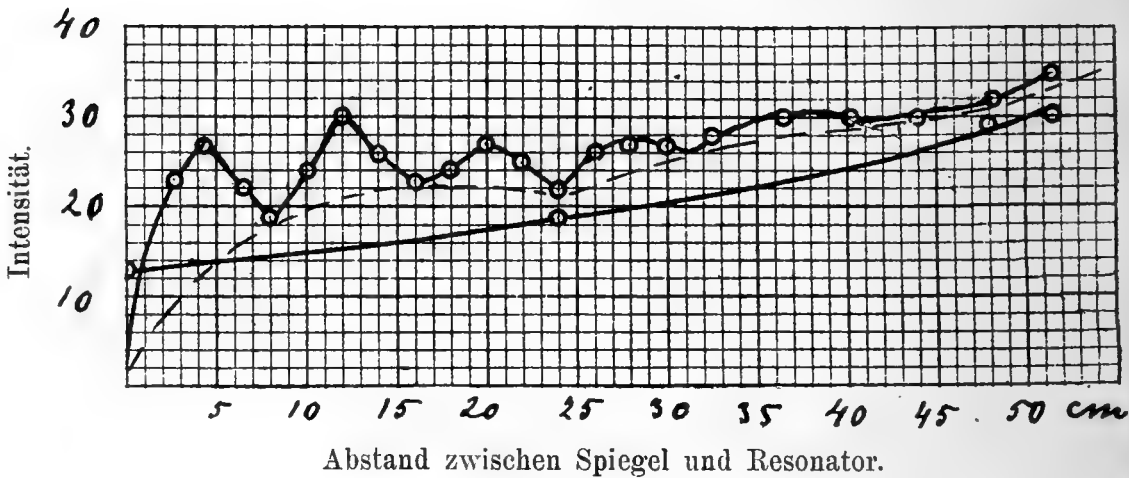


Fig. 13.

den Reflektor und erhielt dabei mit dem 33,5 cm langen stark gedämpften Resonator die in Fig. 13 wiedergegebenen stehenden Wellen (die obere Kurve).

Das charakteristische der Erscheinung hatte sich also auch jetzt bewahrt, obwohl die Wellen jetzt naturgemäss noch etwas mehr gedämpft als vorher erschienen. Schon in einer Entfernung von etwa einer Wellenlänge vom Spiegel ist die Interferenzerscheinung sehr undeutlich. *Der Wellenzug, der vom Oscillator ausging, bestand also aus kaum mehr als zwei deut-*

lich ausgebildeten „Grundwellen“ nebst einer entsprechenden grösseren Zahl von harmonischen „Oberwellen“ ungerader Ordnung.

6. Die untere ausgezogene Kurve in Fig. 13 stellt die in Abwesenheit des reflektierenden Spiegels gemessene Intensität der direkten Wellen dar. Durch Vergleich mit der Interferenzkurve findet man, dass sogar das tiefste Minimum (dessen Abstand vom Spiegel gleich einer halben Wellenlänge der Grundschwingung ist) oberhalb der Kurve der direkten Wellen liegt, d. h. die resultierende Intensität ist sogar in diesem Minimum grösser als die der direkten Wellen in diesem Punkte. Bei ihren Versuchen über die multiple Resonanz (bei denen sie Resonatoren mit Funkenstrecke verwendeten) haben bekanntlich *Sarasin* und *de la Rive* eine ganz ähnliche Beobachtung gemacht, von der *Poincaré*¹⁾ jedoch sagt, dass sie nicht mit der Hypothese verträglich ist, dass die elektrische Kraft in einer zum Spiegel parallelen Ebene eine Funktion der Zeit allein und dass das sekundäre Funkenpotential eine Summenwirkung der einfallenden und der reflektierten Wellen sei. In allen meinen früheren Versuchen über stehende Wellen, bei denen ich jedoch nicht Funkenmikrometer sondern Thermoelemente in den Resonatoren verwendete, habe ich thatsächlich in den Minima eine *Schwächung* der direkten Wellen beobachtet²⁾. Dass nun dies bei den zuletzt nachgewiesenen, objektiv vorkommenden stehenden Wellen (Fig. 13) nicht der Fall ist, findet leicht seine Erklärung in der „aperiodischen“ Dämpfung des hier angewandten Resonators. Jeder vom Erreger ausgehende Wellenzug trifft den Resonator vor und nach der Reflexion. Weil nun dieser Wellenzug sehr kurz ist, d. h. aus sehr stark gedämpften Wellen besteht, so wird in einem Minimum nur ein kleiner Teil der Amplitude der reflektierten Wellen durch Interferenz mit den noch wirkenden direkten Wellen aufgehoben, d. h. die Wirkung der reflektierten Wellen addiert sich gros-

¹⁾ *H. Poincaré*, Les Oscillations électriques, p. 274; 1894.

²⁾ Vgl. z. B. *K. F. Lindman*, Öfvers. af Finska Vet.-Soc. Förh LI 1908. Afd. A. N:o 5; p. 25.

senteils zu der direkten. In einer etwas grösseren Entfernung vom Spiegel hört infolgedessen die Interferenzwirkung gänzlich auf. Wenn aber der Resonator nicht als ein indifferenter Indikator wirkt, sondern Eigenschwingungen vollführt, liegt die Sache ganz anders, obwohl die Interferenzerscheinung auch dann mit wachsendem Abstände vom Spiegel allmählich schlechter wird, um schliesslich gänzlich aufzuhören. In den *Sarasin-de la Rive*'schen Versuchen hatte der Resonator eine sehr deutliche Eigenperiode, die für die Lage der Minima massgebend war. Die hier diskutierte Beobachtung ist also keine Bestätigung der *Sarasin-de la Rive*'schen, zeigt aber jedoch, dass unter gewissen Umständen die resultierende Intensität in einem Minimum der stehenden Wellen *grösser sein kann* als die der direkten Wellen in demselben Punkte.

D. Zusammenfassung.

Die wichtigsten Ergebnisse des experimentellen Teiles dieser Arbeit sind folgende:

1:o. *Die halbe Wellenlänge der elektrischen Eigenschwingungen eines stabförmigen Sekundärleiters von konstantem Querschnitt, der in seiner Mitte ein Thermoelement trägt, ist gleich der Länge des Sekundärleiters + einer von Abraham theoretisch angegebenen Korrektur + einem konstanten, von der Länge des Leiters unabhängigen Betrag, der wahrscheinlich vom Thermoelemente und seiner dielektrischen Hülle bedingt ist.*

2:o. *Wenn ein stabförmiger Sekundärleiter nicht isokron mit dem Oscillator schwingt, so wirkt innerhalb eines weiten Intervalles der Oscillator auf die mit dem Sekundärleiter gemessene Wellenlänge so ein, dass er diese Wellenlänge in ein wenig nähere Uebereinstimmung mit der seiner eigenen Grundschwingung bringt, wobei diese Einwirkung mit wachsendem Unterschiede der Perioden der beiden Instrumente allmählich zunimmt.*

3:o. Ein stabförmiger Oscillator sendet (in Uebereinstimmung mit der Theorie und früheren auf andere Weise gemachten Erfahrungen) ausser einer stark gedämpften Grundschwingung eine harmonische Reihe von weniger gedämpften Oberschwingungen ungerader Ordnung in den Luftraum aus.

4:o. Wenn die Länge eines gerädlinigen Sekundärleiters verkleinert wird bis die Eigenperiode des Leiters in die Nähe der Periode der ersten ungeradzahligen Oberschwingung des Oscillators kommt, so geht die mit ihm gemessene Wellenlänge über in die der Oberschwingung und bleibt dann **konstant** bis die Eigenperiode des Sekundärleiters in die Nähe der zweiten ungeradzahligen Oberschwingung des Oscillators kommt, wo eine ähnliche Veränderung der gemessenen Wellenlänge wieder eintritt.

5:o. Wenn man die Dämpfung eines Sekundärleiters, der von der Grössenordnung des Oscillators ist, durch Einschaltung dünner Eisendrähte vergrössert, so wächst der im Moment 2:o erwähnte Einfluss des Oscillators auf die mit dem Sekundärleiter gemessene Wellenlänge, so dass diese bei genügend starker Dämpfung des Sekundärleiters in erster Linie vom Oscillator abhängt.

6:o. Wenn man einen solchen stark gedämpften Sekundärleiter über die Isokronitätslänge hinaus passend verlängert, so erhält man in ihm einen **indifferenten Detektor** für die primären Wellen. Mit Hilfe eines solchen Sekundärleiters gelang es, die Kurve objektiv im Luftraume vorkommender stehender elektrischer Wellen nachzuweisen, und dadurch also ein möglichst vollkommenes elektrisches Analogon zu den stehenden Lichtwellen zu erhalten.

7:o. Die objektiv vorkommenden stehenden elektrischen Luftwellen zeigen **direkt** die wellenartige Natur und starke Dämpfung der von einem Hertz'schen Oscillator erregten und durch die Luft fortgepflanzten elektromagnetischen Störungen. Sowohl die Grundschwingung des Oscillators als ihre erste ungeradzahlige Oberschwingung treten in den aufgenommenen

Kurven deutlich hervor, und es ergibt sich, dass die Oberschwingung wesentlich schwächer gedämpft ist als die Grundschwingung.

E. Tabellen.

Da es zu weit führen würde das ganze Beobachtungsmaterial vorzubringen, beschränke ich mich darauf, nur diejenigen Tabellen wiederzugeben, die zu den oben vorgekommenen Kurven gehören oder auf welche im Texte ausdrücklich Bezug genommen worden ist. Die Wellenlängenbestimmungen (also auch die Tabelle auf p. 29) stützen sich im allgemeinen nicht auf eine einzige Aufnahme der entsprechenden Interferenzkurven, sondern auf mehrere Kontrollmessungen bezüglich der Lage der Maxima und Minima. Weil das erste Minimum der stehenden Wellen (vom Spiegel gerechnet) in der Regel das am schärfsten ausgebildete ist und die Intensität der reflektierten Wellen sich in diesem Minimum am wenigsten von der der direkten Wellen unterscheidet, so habe ich diesem Punkte bei den Wellenlängenbestimmungen das grösste „Gewicht“ beigelegt¹⁾.

Die aus verschiedenen Messungsserien erhaltenen Werte für die halb Wellenlänge stimmen im allgemeinen sehr gut mit einander überein, so dass nur ausnahmsweise die Abweichungen mehr als 1 mm betragen. Jeder Punkt einer Kurve ist durch wenigstens drei, aber manchmal auch fünf Doppelablesungen (d. h. 6 bis 10 einfachen Ablesungen) der beiden Galvanometer bestimmt worden. Im Folgenden bezeichnet a den Ausschlag des mit dem beweglichen Resonator verbundenen Galvanometers und b den gleichzeitigen Ausschlag des zweiten, mit dem Standardindikator verbundenen Galvanometers, obwohl ich nur den Wert des Ausdruckes $100 \times \frac{a}{b}$, d. h. den Ausschlag a im Procent des Ausschlages b , angegeben habe.

¹⁾ Vgl. K. F. Lindman, Öfvers. af Finska Vet. Soc. Förh. LI 1908—1909. Afd. A. N:o 5; p. 24.

Gleich wie die oben aufgetragenen Kurven, beziehen sich auch die folgenden Tabellen nur auf die mit dem 19,5 cm langen Oscillator ($\frac{\lambda}{2} = c:a$ 24 cm) ausgeführten Versuche. Die Länge des Messresonators ist, wie früher, mit R , die des Oscillators mit O bezeichnet worden.

Tabelle I. Resonanzkurve ($O = 19,5$ cm)

Abstand zw. Oscillator und Resonator in cm	Länge des Resonators in cm	$100 \times \frac{a}{b}$			Mittelwert.
88	28,5	42	41	42	42
„	26,7	49	49	49	49
„	25,4	54	54	55	54
„	24,0	59	62	61	61
„	23,1	65	65	65	65
„	22,0	62	59	61	61
„	20,5	53	51	55	53
„	16,0	34	34	33	34
„	12,8	20	19	21	20
39 ¹⁾	12,8	90	89	89	89
„	10,5	56	54	55	55
„	8,5	38	36	34	36
„	7,4	30	30	31	30
„	6,2	22	22	22	22
„	5,6	15	15	15	15
„	4,9	10	10	10	10
„	4,2	7	6	7	7

¹⁾ Siehe Fig. 8 p. 37.

Tabelle II. $O = 19,5$ cm; $R = 16,6$ cm (Fig. 5, p. 31).

Abstand zw. Spiegel und Resonator in cm	$100 \times \frac{a}{b}$			Mittelwert.
1,1	45	46	44	45
3	93	90	90	91
4	107	107	109	108
6	109	112	111	111
8	106	104	105	105
11	82	82	87	84
14	47	49	49	48
16	32	32	32	32
18	25	24	26	25
19	26	25	25	25
21	36	35	37	36
54	68	69	67	68
27	86	88	91	88
30	85	82	83	83
33	66	64	65	65
35	55	56	55	55
37	51	51	51	51
39	54	53	55	54
41	62	60	63	62

Tabelle III. $O = 19,5$ cm; $R = 11,1$ cm (Fig. 6, p. 32).

Abstand zw. Spiegel und Resonator in cm	$100 \times \frac{a}{b}$			Mittelwert.
1,1	15	17	15	16
3	24	27	24	25
5	24	26	25	25
7	20	20	20	20
10	15	14	13	14
12	12	11	11	11
13	10	11	10	10
14	10	9	10	10
15	13	12	12	12
16	13	14	13	13
18	20	20	20	20
20	21	23	22	22
22	17	18	19	18
24	15	14	13	14
26	12	12	12	12
28	15	14	16	15
30	20	21	20	20

Tabelle IV. $O = 19,5$ cm; $R = 7,9$ cm (Fig. 7, p. 36).

Abstand zw. Spiegel und Resonator in cm	$100 \times \frac{a}{b}$			Mittelwert
1,2	20	21	21	21
2,3	27	28	26	27
3,5	26	25	27	26
5	24	23	25	24
7	11	12	13	12
8	7	8	7	7
8,4	7	7	7	7
9	9	9	9	9
10	10	13	11	11
11	15	15	15	15
12,5	25	25	24	25
14	24	24	24	24
15	20	19	21	20
16	16	17	16	16
17	12	13	14	13
19	15	15	16	15
20	17	15	15	16
21	17	17	17	17
22	18	20	19	19
23	22	22	21	22

Tabelle V. $O = 19,5$ cm; $R = 6,8$ cm (Fig. 7, p. 36).

Abstand zw. Spiegel und Resonator in cm	$100 \times \frac{a}{b}$			Mittelwert.
1	19	19	19	19
3	28	29	28	28
5	26	24	25	25
7	9	9	9	9
8	4	4	4	4
9	7	7	7	7
10	11	12	14	12
11	19	21	22	21
12	31	29	28	29
13	26	27	26	26
14	21	21	21	21
15	14	16	15	15
16	13	12	11	12
17	10	10	12	11
18	13	13	12	13
19	15	17	16	16
20	20	21	21	21
16,5	10	10	8	9
8,5	6	7	6	6
8	4	5	4	4

Tabelle VI. $O = 19,5$ cm; $R = 5,7$ cm (Fig. 7, p. 36).

Abstand zw. Spiegel und Resonator in cm	$100 \times \frac{a}{b}$			Mittelwert
0,9	21	21	21	21
2	33	32	33	33
3	33	33	33	33
4,5	25	25	26	25
6,5	10	10	9	10
8	3	3	3	3
9	10	10	10	10
10,5	27	27	26	27
12	32	31	32	32
13	24	24	24	24
15	9	9	9	9
16	7	6	5	6
17	11	11	11	11
19	28	27	28	28

Tabelle VII. $O = 19,5$ cm; $R = 4,8$ cm (Fig. 7, p. 36).

Abstand zw. Spiegel und Resonator in cm	$100 \times \frac{a}{b}$						Mittelwert
1	20	20	20	—	—	20	
2	24	22	25	26	24	24	
3	23	22	24	—	—	23	
4	17	17	20	—	—	18	
5	13	13	13	—	—	13	
6	7	7	8	—	—	7	
7	3	3	2	3	3	3	
8	3	4	3	3	4	3	
9	9	9	9	8	9	9	
10	16	17	18	—	—	17	
11	21	20	21	—	—	21	
12	22	18	19	—	—	20	
13	13	13	13	—	—	13	
14	5	4	4	—	—	4	
16	4	4	4	—	—	4	
17	12	12	13	—	—	12	

Tabelle VIII. $O = 19,5$ cm; $R = 4,0$ cm (Fig. 7, p. 36).

Abstand zw. Spiegel und Resonator in cm	$100 \times \frac{a}{b}$				Mittelwert
1	14	14	14	14	14
2	18	17	18	18	18
3	16	16	16	16	16
4	14	14	14	14	14
5	10	9	8	9	9
6	5	5	6	5	5
7	2	2	2	2	2
8	2	2	2,5	2	2
9	8	8	8	8	8

Tabelle IX. $O = 19,5$ cm; $R = 8,8$ cm (Fig. 9; p. 39).

Abstand zw. Spiegel und Resonator in cm	$100 \times \frac{a}{b}$			Mittelwert
1	15	16	15	15
2	17	17	16	17
3	16	19	18	18
4	20	19	19	19
5	20	19	19	19
6	16	16	15	16
7	15	14	14	14
8	8	9	10	9
9	8	9	9	9
10	10	8	10	9
11,5	13	12	12	12
13	17	17	15	16
15	18	18	17	18
17	13	13	13	13
18	14	13	12	13
19	12	13	13	13
20	13	13	13	13
21	13	12	13	13
23	13	12	13	13
25	18	16	16	17

Tabelle X. $O = 19,5$ cm; R_D ¹⁾ = 22 cm (Kurve I, Fig. 11; p. 45).

Abstand zw. Oscillator und Resonator in cm	$100 \times \frac{a}{b}$			Mittelwert
3	15	16	16	16
6	36	35	39	37
9	53	50	51	51
12,3	53	53	54	53
15	45	47	46	46
18	35	34	33	34
21	21	21	22	21
23,2	15	14	15	15
25	14	14	13	14
27	15	15	15	15
30	24	23	25	24
33	35	37	36	36
35	43	42	43	43
37	47	47	47	47
39	50	47	50	49
41	46	46	47	46
44	42	40	43	42
47	35	34	34	34
49	28	29	31	29
51	28	30	30	29
56	33	33	33	33
59	38	37	39	38

¹⁾ R_D bezeichnet den mittels Eisendrähten stark gedämpften Resonator (vgl. p. 44).

Tabelle XI. $O = 19,5$ cm; $R_D = 27$ cm (Kurve II, Fig. 11; p. 45).

Abstand zw. Oscillator und Resonator in cm	$100 \times \frac{a}{b}$			Mittelwert
16	23	22	22	22
20	19	20	19	19
23	15	14	15	15
26	14	13	13	13
29	13	13	13	13
30	13	14	13	13
32	15	15	16	15
34	18	18	17	18
37	21	20	23	21
40	22	23	24	23
43	24	24	23	24
46	23	22	25	23

Tabelle XII. $O = 19,5$ cm; $R = 33,5$ cm (Kurve I, Fig. 12; p. 47).

Abstand zw. Spiegel und Resonator in cm	$100 \times \frac{a}{b}$			Mittelwert.
1,5	15	15	17	16
3	23	22	22	22
4	25	24	24	24
6	22	23	21	22
8	15	15	14	15
9	19	20	18	19
12	36	35	34	35
15	24	26	25	25
16,5	22	20	21	21
18	26	27	26	26
20	29	29	29	29
22,5	24	24	24	24
24	15	15	16	15
25	17	16	15	16
27,5	23	22	24	23
30	23	23	23	23
32	19	18	19	19
35	23	24	23	23
38	25	26	25	25
40	26	22	24	24
42	22	25	25	24
44	25	26	26	26
46	26	27	25	26
47,6	23	23	23	23
49	23	24	23	23
52	25	24	25	25
54	29	26	28	28

Tabelle XIII. $O = 19,5$ cm; $R_D = 36$ cm.

Abstand zw. Spiegel und Resonator in cm	$100 \times \frac{a}{b}$			Mittelwert
2,4	21	22	22	22
4	26	27	25	26
5,5	24	25	23	24
7	19	20	21	20
8	16	15	16	16
9	20	19	18	19
11	30	29	30	30
13	29	31	31	30
15	23	22	22	22
17	19	18	19	19
20	26	25	26	26
22	23	23	24	23
24	15	14	14	14
26	16	15	15	15
27	18	17	17	17

Tabelle XIV. $O = 19,5$ cm; $R_D = 33,5$ cm (Die obere Kurve
Fig. 13; p. 50).

Abstand zw. Spiegel und Resonator in cm	$100 \times \frac{a}{b}$			Mittelwert
2,8	22	23	23	23
4,3	26	29	26	27
6,5	22	22	23	22
8	18	21	18	19
10	24	23	24	24
12	29	30	30	30
14	26	26	26	26
18	26	23	23	24
16	22	23	23	23
20	28	28	26	27
22	25	25	26	25
24	22	23	22	22
26	28	24	26	26
28	28	26	27	27
30,1	27	26	28	27
32,5	28	28	28	28
36,5	30	29	30	30
40,4	30	32	28	30
44	30	30	29	30
48,2	32	33	31	32
51,7	35	36	35	35

Tabelle XV. $O = 19,5$ cm; $R = 33,5$ cm (Die untere Kurve Fig. 13; p. 50).

Abstand des Resonators von der Ebene des (weggenom.) Spiegels in cm	$100 \times \frac{a}{b}$			Mittelwert
51,7	29	32	29	30
48	30	27	30	29
24	19	20	19	19
0	13	14	13	13

Helsingfors, Physikalisches Laboratorium der Universität,
Februar 1909.

Ad cognitionem
Reduviidarum palaearticularum
fragmenta.

Scriptis

O. M. REUTER.

Quae hoc opusculo edentur descriptiones, eas primo cogitaveram inserere operi meo, quod inscribitur „Hemiptera Gymnocerata Europae“. Cuius operis qui adhuc divulgati sunt tomi V, omnes Capsidarum familiae sunt dediti. Iam cum caecitatis infortunio sim adflictus, vel eo contentus ero, si aliis auxiliantibus omnem illam absolvere potero familiam, quae et plurimas omnium species continet et prae ceteris summa accuratione et crisi recensenda fuit.

Ad alias etiam familias futuris in voluminibus describendas volventibus annis materiam collegi atque eam ob rem haud paucas descripsi species, quae quamquam notae sunt, collectoribus parum patent rarissimae in museis, quorum collectiones ut examinarem mihi contigit. Quae species quoniam non omnes satis plenè descriptae sunt et in libris iam iam raris tractantur, meas quoque utile visum est divulgare descriptiones, quae ex ipsis typis auctorum saepius sunt factae. Eas igitur descriptiones, quae ad *Pentatomidarum* et *Coreidarum* familias pertinent, inserui opusculo quod inscripsi „Heteroptera nova et minus cognita“. Reduviidas quasdam antea descriptas, sed minus tamen cognitatas, a me denuo examinatas publici iuris

facere cogitaveram in eo opusculo, quod scripturus eram de hac familia, cuius multae et novae species in Museo Universitatis Helsingforsiensis exstant. Id tamen ne facerem, eodem illo infortunio impeditus, nunc descriptiones illas tantum collegi, entomologis fore utiles sperans. D. Helsingforsiae d. 22 m. Febr. MCMIX.

Ischnonyctes Stål.

Corpus lineare, laeve; capite cum oculis parvulis parte apicali pronoti haud vel vix latiore, parte post-oculari ejus latitudine sua longiore, lateribus retrorsum haud vel levissime angustata, ipsa basi subito rotundato-coarctata, parte ante-oculari inter antennas in spinam porrectam producta, cetero inermi, clypeo apice deorsum spinoso-producto; rostri articulo primo secundo longiore; antennis pedibusque posterioribus gracilibus, femoribus posticis apicem abdominis ad summum attingentibus, anticis inferne ante medium spina longa armatis, ante hanc inermibus, pone hanc dense spinosulis, spinis majoribus intermixtis.

Stål, En. Hem. IV, p. 94.

Species hujus generis in subregione mediterranea occurrunt.

Corpus lineare, laeve, glabrum. Caput lateribus subparallelis. Rostrum articulo secundo versus apicem nonnihil acuminato, tertio gracili, longo. Antennae gracillimae, articulo primo longo. Thorax totus detectus. Pronotum apicem versus levius dilatatum, margine apicali sinuato-truncato, angulis anticis tantum a latere distinguendis, lobato-productis. Abdomen segmentis longitudine aequalibus, sexto tamen brevior. Prosternum versus basin sensim altius et lateribus distincte ampliatum, basi inter coxas anticulas sulculo apicem rostri recipiente sat profundo, utrinque carinato-marginato, instructo. Coxae anticae longissimae, posteriores brevissimae, in lateribus pectoris insertae.

Ischnonyctes pallipes n. sp.

Pallidissime flavescens, vitta laterali capitis in latera prothoracis continuata apiceque metathoracis fuscis; tibiis anticis apice fusco, pedibus cetero totis pallidis, unicoloribus; spina clypei sat longa, gracili, deorsum vergente, ultra apicem spinae frontalis haud prominente; femoribus anticis spina prima longa, reliquis saltem triplo longiore. Long. ♂ 19 mm.

Sicilia (Palermo), D. Grohmann (Mus. Vindob.).

Colore *I. barbaro* (Luc.) simillimus, articulo primo antennarum, ima basi excepta, pallido, femoribus anticis aliter spinulosus tibiisque posticis femoribus longioribus distinctus videtur; ab *I. corcisensi* (Scott) colore valde divergens.

Corpus lineare, glabrum, pallidissime flavescens. Caput pallidissime testaceum, pronoto circiter $\frac{1}{3}$ brevius, parte ante-oculari a latere visa post-oculari longiore, hac spatio partis ante-ocularis inter oculos et bases antennarum vix longiore, a supero visa lateribus versus basin levissime subsinuata et latitudine basali fere dimidio longiore; spina apicali porrecta, spatio inter marginem anticum oculi et basin antennarum longitudine subaequali; spina clypei deorsum vergente gracili et acuta, ultra apicem spinae frontalis haud prominente, his spinis albidis; lateribus capitis vitta per oculos ducta percurrente fusca. Rostrum totum flavescens articulo primo parte ante-oculari capitis vix brevior et secundo fere $\frac{3}{4}$ longiore, tertio primo aequae longo. Antennae gracillimae, articulo primo capiti et thoraci usque ad coxas posticas aequae longo, toto albido, solum ipsa basi angustissime fusco. Pronotum, annulo basali excepto, mesonoto fere $\frac{2}{3}$ longius, versus basin sensim angustatum, disco planiusculum, lateribus convexiusculis, margine apicali medio truncato-emarginato, angulis anticis lobato-productis fuscis, ab illis vitta brevi laterali fusca continuata; disco postice lineola longitudinali subtilissime impressa. Meso- et metanota aequae longa, disco plana, margine laterali leviter carinato-elevato, metanotum apice levissime fuscescens. Pectus linea tenui longitudinali meso- et metasterni apicibusque laterum eorum fusciscentibus. Abdomen totum sordide albicanti-flavescens, ventre linea tenuissima longitudinali, segmento maris primo genitali profunde angulariter exciso, seg-

mento sexto dorsali quinto aequae longo, pone marginem connexivi sat longe producto, in parte fere tertia apicali (ad apicem marginum connexivi) transversim impresso, apice rotundato; segmento dorsali genitali acuminato, segmentum primum ventrale genitale longe superante. Coxae anticae prothoraci dimidioque metathoraci longitudine subaequales et femoribus trochanteribusque anticis simul sumtis circiter $\frac{2}{5}$ breviores, unicoloriter pallide flavescens. Femora antica versus apicem pone spinam maximam ante mediam positam externe spinis quatuor majoribus, 7—9 mediocribus plurimisque minutis, interne spinis 5—6 majoribus nonnullisque minutis; postica apicem abdominis (σ^7) attingentia. Tibiae anticae femoribus ab apice horum usque ad spinulam secundam majorem (ab apice enumeratam) longitudine aequales, posticae femoribus longiores.

Ischnonyctes annulipes n. sp.

Pallidissime flavescens, oculis, vitta laterali capitis et prothoracis, meso- et metasternis vittaque lata laterali utrinque ventris, coxis anticis inferne versus apicem, vittula inferiore interiore punctoque inferiore femorum anticorum apiceque tibiarum anticarum fuscis; pedibus posterioribus annulo femorum ante apicem duobusque basalibus tibiarum fuscescentibus. Long. $20\frac{1}{2}$ mm.

Africa borealis, Tanger, D. Schousbue (Mus. Havn.).

Ab *I. barbaro* (Luc.) pedibus distincte fusco annulatis mox distinguendus, etiam ab *I. corsicensi* (Scott.) jam colore bene distinctus videtur.

Corpus lineare, sublaeve, glabrum, pallidissime flavescens. Caput pronoto fere $\frac{1}{3}$ brevius, partibus ante- et post-ocularibus longitudine subaequalibus, hac parte versus basin levissime subsinuato-angustata et latitudine basali circiter dimidio longiore; spina apicali partis ante-ocularis spatio inter marginem anticum oculi et basin antennae longitudine aequali; clypeo breviter spinoso-producto. Rostrum articulo primo parte ante-oculari capitis vix brevior et secundo circiter dimidio longiore, tertio gracili primo longitudine aequali. Antennae gracillimae, articulo primo capiti thoracique usque ad coxas po-

sticas longitudine aequali. Pronotum mesonoto circiter dimidio longius, versus basin sensim levius angustatum, transversim convexum, margine apicali medio truncato-emarginato, angulis anticis antrorsum lobato-productis. Meso- et metanotum fere aequae longa, hoc apice utrinque tuberculo parvo instructum. Venter longitudinaliter carinato-compressus, segmento primo lateribusque infuscatis; segmentorum marginibus apicalibus utrinque linea fusca notatis. Coxae anticae pronoto nonnihil longiores et femoribus trochanteribusque anticis simul sumtis circiter $\frac{2}{5}$ breviores. Femora antica versus apicem pone spinam maximam ante mediam positam externe spinulis tribus majoribus, octo mediocribus et plurimis minutis, interne spinis circiter quinque sat magnis et duabus vel tribus minoribus; postica apicem abdominis (♀) haud attingentia. Tibiae anticae femoribus ab apice horum usque ad spinulam secundam (ab apice enumeratam) majorem longitudine aequales, posticae femoribus longiores.

Polytoxus Spin.

Corpus elongatum, angustum; capite spatio interoculari lato; oculis parum prominulis; rostro articulo primo pone oculos haud vel levissime extenso; antennarum articulo primo longo, capiti et pronoto simul sumtis saltem aequae longo; pronoto latitudine longiore, angulis anticis in tuberculum productis, lobo antico subelevato, anterieus posticeque utrinque subtuberculato, antice subito declivi, lobo postico fere in medio marginum lateralium spina armato; scutello brevi, obtuso, postice rodundato, spina erecta vel suberecta armato, postscutello longe pone scutellum producto, acuto, apice reflexo vel spinigero; vena membranae externa areolae exterioris versus basin magis minusve fortiter curvata; femoribus anticis apice subcurvatis, tibiis anticis femoribus cum trochanteribus longitudine subaequalibus vel his fere longioribus, basin versus curvatis.

Spin. Insett. arthrod. p. 47. *Acanthothorax* Costa, Exerc. acad. d. aspir. Natur. 1840, p. 137.

Polytoxus siculus (Costa).

Sordide flavescens, pronoto vitta media in verticem et scutellum continuata fusca; apicibus femorum interdum ferrugineis; apice venarum corii, basi venae interioris areae externae suturaque tota membranae purpureis. Long. ♂ ♀ 7 mm.

Acanthothorax siculus Costa. Ann. Soc. Ent. France 1841, p. 302, t. 6, f. 9.

Specimina e Dalmatia, D. Dahl (Mus. Vindob.) descripsi.

Corpus elongatum, pallide flavescens vel antrorsum levissime in fuscescentem vergens. Caput testaceum, parte post-oculare vitta media superiore aliaque infra medium laterum fuscescentibus, parte ante-oculari cum oculis parti post-oculari longitudine aequali, hac lateribus rotundato-tumida, sed spatium interoculari vix $\frac{1}{3}$ latiore, postice medio impressa; gula setis brevibus quatuor spiniformibus, duabus subapicalibus, duabus mox pone medium. Oculi fusci. Rostrum pallido-flavescens, articulo primo duobus reliquis simul sumtis aequae longo, inferne medio fortiter constricto, secundo basi tumido, inferne setis duabus longioribus spiniformibus instructo, ultimo valde acuminato, tenui. Antennae articulo primo flavo-testaceo, apice fuscescente, reliquis fuscescentibus, illo capiti et pronoto simul sumtis longitudine aequali, secundo primo $\frac{3}{5}$ brevior, tertio secundo $\frac{3}{4}$ longior. Pronotum latitudine basali dimidio longius, angulis apicalibus acute tuberculatis, tuberculo spinae-formi oblique extrorsum deorsum et antrorsum vergente; lobo postico margine utroque laterali mox ante medium spina longa valida antrorsum vergente armato; testaceum, vitta media magis minusve distincta fuscescente. Scutellum testaceum vel fuscescens, apice spina suberecta, retrorsum nonnihil vergente longa armatum. Postscutellum apice in spinulam minus longam, sed acutam, suberectam productum. Hemielytra abdominis longitudine, pallide flavescens, venis corii versus apicem, vena interiore areae externae membranae basi suturaque tota membranae medio excurvata pulchre sanguineis; membrana pallida, vitta media percurrente in clavum continuata nigricante; vena exteriori areae externae versus basin ante medium fortius sed obtuse incurvata, parte ejus inter sinum et suturam membranae

obliqua, angulo basali externo obtuso. Pectus testaceum, utrinque vitta laterali vel mesostethio interdum lateribus toto fuscescente. Abdomen sordide pallido-flavescens; segmento sexto ventrali margine apicali rotundato (σ^7) vel angulariter emarginato (σ^8). Pedes pallide flavescens, femoribus apice ferrugineis vel versus apicem sensim fusco-testaceis; tibiis basi et apice tarsisque fuscescentibus; trochanteribus anticis inferne tuberculis duobus acutiusculis armatis, femoribus anticis inferne inter pilas molles pilis rigidis spinas simulantibus instructis; tibiis anticis femoribus cum trochanteribus aequae longis, margine interiore $\frac{2}{3}$ basalibus dense rigido-setosis, setis spinas simulantibus, parte tertia apicali versus apicem incrassata; femoribus posticis abdomen haud superantibus.

Pygolampis prolixa Stål.

Fusco-testacea, articulo primo antennarum pronoto capitique usque ad ocellos simul sumtis longitudine aequali, parte ante-oculari capitis inferne tota inermi. Long. σ^7 15 $\frac{1}{2}$ mm.

Stål, Öfv. Vet. Ak. Förh. 1859, p. 379, 1. En. Hem. IV, p. 85, 3.

Rossia meridionalis, D. Boeber (Mus. Berol.).

P. bifurcata multo magis elongata, partibus omnibus longior, statura generi *Sastrapadae* valde similis, longitudine articuli primi antennarum mox distincta. Corpus elongatum, fusco-testaceum, opacum. Caput pronoto circiter $\frac{1}{5}$ brevius, parte ante-oculari post-oculari solum nonnihil longiore, superne versus apicem levissime declivi, inferne tota inermi, post-oculari lateribus inferne spinis ramosis exsertis, margine basali superne spinulis horizontalibus duabus sat crassis retrorsum vergentibus et etiam lateribus tota altitudine spinulis gracilioribus retrorsum vergentibus pallidis cingulato; cetero fuscum, gula pallide flavescens. Rostrum testaceo-flavescens, marginem posticum oculi attingens, articulo secundo basi nonnihil tumido. Antennae fuscae, articulo primo fusco-testaceo, pronoto capitique usque ad ocellos simul longitudine aequali, secundo primo circiter $\frac{1}{4}$ longiore, tertio quarto $\frac{1}{3}$ brevior. Pronotum lati-

tudine basali fere duplo longius, sulco medio sat profundo, impressione basali ad angulos latiuscula et breviuscula. Hemielytra unicolora, basin segmenti sexti dorsalis paullo superantia. Dorsum sordide testaceum, vitta media fusca, segmento sexto maris latitudine basali paullo longiore, apice angulato-emarginato, angulis apicalibus distinctissime acutis. Connexivum fuscescens, punctis marginalibus pallide flavescentibus. Pectus pallidius testaceum, medio fuscum. Venter fusco-testaceus, vittis duabus fuscis, apertura genitali segmento ultimo ventrali paullo brevior, segmento primo genitali medio secundo circiter $4\frac{1}{2}$ brevior, apice late emarginato, hoc segmento valde convexo, apice medio rotundato utrinque sinuato. Pedes pallidius testacei, femoribus versus apicem fusco-conspersis, tibiis basi, anterioribus etiam apice et annulo medio, intermediorum obsoletiore, fusciscentibus; femoribus anticis pronoto et dimidio capiti longitudine aequalibus.

Oncocephalus acutangulus Reut.

Mon. Gen. Oncoc., p. 25, 12, T. I, f. 12.

Femina hactenus ignota: Caput fuscum, apice, lineis tribus partis anticae, duabus partis posticae gulaque luridis; parte ante-oculari post-oculari et oculo saltem dimidio longiore; spatio inter-oculari gulae oculo ab infero viso aequae lato. Articulus etiam primus rostri ad maximam partem nigro-fuscus. Antennae lurido-testaceae, articulo secundo apice fusco, primo parti ante-oculari capitis fere aequae longo, secundo primo circiter duplo longiore, apice secundi et duobus ultimis pilosis. Pronotum formae brachypterae latitudine basali longius, fusciscenti-luridum, carinis dilutioribus, lobo antico in sulcis nigro-fusco. Hemielytra scutello vix duplo longiora. Venter segmento quinto ad medium fisso, sexto apice late sinuato, segmentis genitalibus simul sumtis quinto ventrali fere dimidio brevioribus, primo secundo aequae longo. Femora antica pronoto dimidioque capitis aequae longa, altitudine maxima parum magis quam triplo longiora. Ceteris ut ♂ brachypterus.

Tunisia (Ain Draham, m. junii), D. Sedillot, comm. D. Dr Puton.

Variat mas articulo primo antennarum, basi ipsoque apice exceptis, nigro-fusco, vitta areae exterioris membranae lineari.

Oncocephalus curtipennis Reut.

Mon. gen. Oncoc., p. 51, 36.

Femina hactenus ignota: Caput spatio gulari intra-oculari oculo ab infero viso paullo angustiore. Antennae articulo primo parti ante-oculari capitis inter marginem anticum oculo-rem et apices dentium jugarum fere aequae longo vel breviorae, secundo primo duplo longiore, apice secundi et duobus ultimis pilosis. (Variat pronoto nigro-fusco, angulis tuberculisque lateralibus testaceis, scutello solum apice testaceo, abdomine toto nigro-fusco, solum maculis connexivi ad incisuras segmentorum maculisque ventris sat obsoletis quadri-seriatis testaceis.) Hemielytra scutello paullulum longiora, apice rotundata, interne magis minusve late infuscata. Venter segmento quinto ventrali fere usque ad quartam basalem partem fisso, sexto medio secundo duplo longiore, apice medio truncato; duobus genitalibus simul sumtis medio quinti ventralis fere dimidio brevioribus, primo secundo aequae longo. Trochanteres antici spinulis duabus spinulis femorum aequae validis. Femora antica altitudine maxima vix triplo longiora, sinu basali obsoleto. Ceteris cum descriptione congruit.

Tunisia (Ain Draham d. 14 junii) D. Sedillot, comm. D. Dr Puton.

Variat pallidior, parum signatus. Caput ut in descriptione loco supra citato. Antennae interdum articulis duobus primis pallidius testaceis (♀). Pronotum nigro-fuscum, carinis lateribusque magis minusve pallide ochraceis. Pectus et venter ad maximam partem pallide ochracea, venter autem plerumque apice vittisque quatuor discoidalibus fusco-conspurcatis; connexivo ut in diagnosi; dorso fere innotato pallido (♂) vel medio latissime obscure fusco-conspurcato, vitta media percurrente fusca in utroque segmento macula ochracea notata (♀). Pedes pallide ochracei, femoribus solum ante

apicem annulo fuscescente obsoleto, interdum etiam alio medio adhuc tamen obsoletiore, annulis tiliarum valde obsoletis.

Tunisia (Lekel, ♂, Sahara, ♀), D. Sedillot, comm. D. Dr Puton.

Obs. Tubercula parva in femoribus anticis hic illic adspersa sat acuta et bene distincta.

Holotrichius putoni Reut. n. sp.

Mas: Capite thoraceque ferrugineis, longe pallido-setosis, abdomine nigro, dorso glabro, ventre parce sat longe pallido-pubescente, nitido, segmentis connexivi dimidio apicali pallide flavescentibus; antennis pedibusque nigro-piceis, longe pallido-setosis et -pilosus, tibiis lividis, basi et apice piceis; capite pronoto circiter $\frac{1}{3}$ brevior, spatio interoculari superiore oculo fere duplo latiore, inferiore sat lato, basi rostri saltem aequae lato; oculis nigris, pallido-setosis, granulatis; rostro toto piceo; antennis sub angulo recto longe griseo-pilosus, setis longissimis his pilis circiter duplo longioribus parcius immixtis, articulo primo capiti cum collo aequae longo, secundo pronoto parum brevior, tertio primo longitudine subaequali; pronoto basi longitudini aequae lato, angulis apicalibus vix prominentibus, spatio inter eos capiti mox pone oculos fere aequae lato, lobo antico postico inter angulos saltem dimidio angustiore, lateribus late rotundato, lobo postico antico longiore, crebre granuloso, vix ruguloso, medio antice obtuse sulcato, margine basali late rotundato, angulis subrectis ultra marginem corii leviter prominulis; scutello dense longe setoso, ipso apice levissime reflexo; hemielytris abdomen paullo superantibus, pilis adpressis flavescentibus instructis, fusco-nigricantibus, corio tamen basin versus dilutius fuscescenti ferrugineis vel castaneis; pectore fuscescenti-ferrugineo, pleuris granulosis, meso- et metapleuris transversim strigosis; abdomine oblongo-ovali, ventre transversim aciculato et granulis minutis adperso; pedibus anticis sat longe pilosis, posticis setis longissimis semi-erectis aliisque magis nutantibus illis dimidio brevioribus pilosis. Long. $16\frac{2}{3}$ mm.

Syria: Akbès, D. Dr Puton.

H. aptero Jak. affinis, oculis paullo minoribus, spatiis capitis interocularibus sat multo latioribus, colore antennarum nigro-piceo, hemielytris obscurioribus, segmentis connexivi dimidio basali nigro-piceis divergens.

Mecistocoris Reut.

Corpus lineare; capite pronoto longiore, a supero vel a latere viso ubique aequo crasso, basi haud coarctato, lobo medio producto, capite superne parteque anteriore pronoti granulis breviter setiferis instructis illo inferne mutico, tantum granulis minutis quatuor longius setiferis praedito; antennis prope apicem capitis insertis, articulo primo capite et pronoto simul sumtis longiore; oculis minoribus, a latere visis subrotundatis; ocellis distinctis, sed parvis; rostro articulo primo parte ante-oculari capitis fere brevioris, secundo hoc paululum magis quam duplo longiore; hemielytris abbreviatis, scutello paululum longioribus; femoribus anticis longis, modice incrassatis, inferne duplici serie spinosis, tibiis anticis femoribus vix brevioribus; segmento dorsali ultimo maris apice late emarginato.

Reut., Pet. nouv. ent. 2, p. 181.

Generi *Rhaphidosoma* A. et S. valde affinis, differt ocellis distinctis, hemielytrisque scutello paullo longioribus.

Mecistocoris lineatus Reut.

Sordide pallide flavus, dense griseoalbo-sericeus; capite superne et lateribus inferne, pronoto antice, articulo primo antennarum, femoribus lineisque percurrentibus pectoris et dorsi ventrisque abdominis nigro-fuscis; capite inferne, linea laterali capitis et pronoti, marginibus foveae prosterni et coxarum lineisque pallidis ventralibus albo-farinosi. Long. 13 mm. lat. max. 1½ mm.

Reut. l. c.

Turkestan (Taschkent), D. Fedtschenko (Mus. Helsingf. et Moscov.).

Amphibolus Klug.

Corpus sat robustum, totum inerme; capite parte post-oculari ante-oculari parum vel haud brevior et quam hanc parum magis elevato; antennis brevibus, articulo primo capite brevior — huic aequae longo; scutello apice haud producto; pedibus breviusculis, femoribus crassiusculis, anticis reliquis crassioribus, maris inferne pone medium tuberculo armatis; tarsorum unguiculis simplicibus.

Klug, Symb. phys. II, t. 19. Stål, Hem. Afr. III, p. 75.

Habitant species palaearticae in subregione mediterranea. Genus corpore sat robusto, pedibus antennisque breviusculis, capitis parte ocellifera vix elevata, unguiculis simplicibus mox distinguendum. Corpus ovale, sat robustum, pubescens. Caput pronoto sat multo brevius, totum inerme, parte post-oculari vix elevata et ante-oculari parum vel haud brevior. Oculi fere in medio capitis laterum positi, totam laterum altitudinem occupantes. Ocelli minusculi. Antennae breviusculae. Pronotum laeve, fere in medio constrictum, lobo antico postico parum brevior, medio longitudinaliter sulcato, lateribus obtuse rotundato, lobo postico antico parum elevatior, medio levius impresso, angulis lateralibus obtuse rotundatis, margine basali sat late leviter emarginato, angulis posticis haud productis, marginibus posticis lateralibus solum basin versus reflexis. Scutellum brevius triangulare, lateribus rotundatis. Mesopleura antice tuberculo destituta. Acetabula antica e margine postico prostethii excisa. Pedes breviusculi et validiusculi, femoribus anticis sat incrassatis et posticis longitudine aequalibus, tibiis spinis destitutis, tarsis articulo ultimo longissimo, unguiculis simplicibus.

Amphibolus venator Klug.

Nigro-fuscus, parce griseo-sericeus, capite pone oculos litura T-formi testacea; hemielytris basi ultra medium griseo-testaceis; connexivo maculis albido testaceis vel griseo-testa-

ceis; antennis, pronoto postice pedibusque colore nonnihil variante. Long. ♂ $9\frac{1}{2}$ ♀ 13 mm.

Reduvius (Amphibolus) venator Klug, Symb. Phys. II, t. XIX, f. 10. Stål, Hem. Afr. III, p. 75, 1.

Specimina ex Aegypto, D. Prof. Lovén; et ex Arabia petraea D. Klug (Mus. Holm.) descripsi. India orientalis (Mus. Havn.).

Corpus nigro-fuscum, parce griseo-sericeum. Caput fuscum, litura T-formi pone oculos interdumque linea partis ante-ocularis testaceis. Rostrum nigro-fuscum, articulis duobus primis longitudine subaequalibus, primo basin oculorum attingente. Antennae dilute griseo-flavescentes (♂) vel fuscae, articulo secundo primo brevior, tertio secundo aequae longo, quarto primo subaequali. Pronotum fuscum (♀) vel lobo postico vel toto disco in flavo-piceum vergente, marginibus lateralibus posticis pallide griseo-flavescentibus. Scutellum gutta basali flavo-picea. Hemielytra fusca fere tota vel a basi ultra medium pallide griseo-flavescentia, membrana fusca. Abdomen nigricans, segmentis dorsalibus interdum anguste testaceo-marginatis, segmento utroque macula anguli postici majore pallide testacea. Pedes fere toti fusci (♂) vel tibiis superne tarsisque sordide flavo-piceis, illis saepe annulo subbasali nigricante; femoribus anticis inferne versus apicem tuberculo distincto.

Amphibolus kerimi Reut. et Ferr.

Piceo-niger, cum pedibus griseo-sericeus et -pilosulus, capite linea longitudinali utrinque ad orbitas interiores oculorum, linea longitudinali media partis post-ocularis tribusque gulae, articulo primo rostri inferne, articulis duobus basalibus antennarum, pronoto, lobo antico angulisque lateralibus exceptis, carina longitudinali scutelli, hemielytris, apice corii excepto, maculis triangularibus marginalibus abdominis, epimeris pronoti, macula media excepta, maculis pectoris ad coxas, coxis inferne, femoribus anticis, lineis 2—3 longitudinalibus exceptis, tibiisque picescenti-testaceis vel luridis; articulo primo rostri secundo $\frac{1}{3}$ brevior; antennis articulo ultimo tertio secundoque simul sumtis longitudine subaequali, tertio secundo distincte longior; tuberculo femorum anticorum obtusissimo, sat obsoleto (♀). Long. ♀ $9\frac{1}{2}$ mm.

Ferr., Ann. Mus. Civ. Nat. Gen. 1884, p. 492.

Tunisia (Kairoan), D. Abdul Kerim (Mus. Gen.).

A. venatori Klug similis, brevior et robustior, structura rostri et antennarum, carina scutelli flavicante, pedibus longioribus praesertimque femoribus magis elongatis, tuberculo femorum anticorum obsolete nec non corpore cum pedibus pilosulo distinctus; ab *A. beduino* Put. colore mox distinguendus. Caput nigrum, nitidulum, griseo-pilosulum, linea longitudinali utrinque ad orbitam oculorum interiorem, linea longitudinali partis post-ocularis lineisque tribus longitudinalibus gulae testaceis. Rostrum piceo-nigrum, articulo primo medium oculi haud attingente et secundo circiter $\frac{1}{3}$ brevior, inferne fere ochraceo. Antennae articulis duobus primis testaceis, duobus ultimis fuscis; primo parti ante-oculari capitis aequae longo, secundo primo circiter $\frac{1}{3}$ brevior, tertio secundo distincte longior, quarto tertio et secundo simul sumtis longitudine subaequali et primo saltem $\frac{2}{5}$ longior. Pronotum sordide lurido-testaceum, griseo-pilosulum, lobo antico toto loboque postico ad angulos laterales nigro-piceis, sulcis lobi antichi flavicanti-sericeis. Scutellum nigrum, carina obtusa apicali longitudinali testacea. Hemielytra sordide lurido-testacea, subtiliter griseo-sericea, corio vena exteriori apiceque angustato picescentibus; membrana nigricante. Pectus nigricans, epimeris prothoracis testaceis, macula laterali media nigricante; meso- et metastethiis maculis majoribus testaceis ad coxas. Abdomen nigrum, marginibus apicalibus segmentorum dorsalium maculae majore triangulari apicali segmentorum connexivi testaceis; ventre nitido, griseo-pilosulo. Pedes lurido-ochracei, femoribus postice totis vel fere totis, antice lineis longitudinalibus, anteriorum 1—2, posteriorum 3 nigro-piceis; tibiis annulo subbasali picescente, apice tarsisque nigris; femoribus anterioribus inferne versus apicem tuberculo obtuso, sat obsolete.

Rhynocoris (Chirillus) bipustulatus (Fieb.),

Niger, cinereo-pilosulus, capite inferne, lineola post-oculari excepta, vittisque superioribus duabus orbitalibus postice in vittam inter-ocellarem convergentibus, articulo primo rostri ba-

sique secundi, xypho limboque omni prosterni, angulis anticis pronoti, punctis duobus posticis lobi antici levissime elevatis nec non margine omni laterali et postico lobi postici densissime fortiter rugoso-punctati, apice scutelli, basi costae corii, meso- et metasternis, coxis, posterioribus puncto externo exceptis, femoribus versus basin abdomineque rubris, hoc maculis nonnullis dorsalibus, fasciis angustis connexivi serieque utrinque laterali ventris macularum vel fasciarum nigris; articulo primo antennarum capitis longitudine; partibus hujus ante- et post-oculari aequae longis; angulis posticis pronoti obtusissime rotundatis nec productis. Long. ♂ ♀ 13 mm.

Harpacton bipustulatus Fieb., Eur. Hem. p. 153, 1. *Reduvius (Chirillus)* id. Stål. En. Hem. IV, p. 38, 15.

Graecia: insula Cyprus, D. Kotschy; Syria, D. Lederer (Mus. Vindob.). Specimen typicum descripsi.

R. violento Germ. ex Africa meridionali similis, sed magis nigro-pictus. Corpus oblongum, cinereo-pilosulum. Caput pronoto paullo brevius, parte post-oculari ante-oculari longitudine aequali, superne hujus altitudine, versus basin sensim angustata, lateribus omnino rectis; nigrum, inferne totum, solum lineola longitudinali post-oculari inferiore excepta, superne vitis inter oculos antrorsum divergentibus, postice in vittam inter-ocellarem conjunctis rubris. Rostrum articulo primo rubro, duobus ultimis piceis, secundo primo circiter $\frac{3}{4}$ longiore, tertio brevissimo. Antennae nigrae, articulo primo capite vix longiore, secundo et tertio simul sumtis primo parum longioribus, illo hoc circiter $\frac{1}{4}$ brevioribus. Pronotum latitudine basali parum longius, strictura transversa profunda, angulis anticis acutiusculis, haud tamen prominulis, lobo postico antico paullo longiore, hoc impressionibus tribus longitudinalibus, lateribus brevibus et obsoletioribus, illo tantum ad latera longitudinaliter impresso, dense rugoso-punctato; nigrum, angulis ipsis anticis, punctis duobus posticis laevibus levissime elevatis lobi antici, margine toto laterali posticoque lobi postici medio interdum fusciscentis rubris. Scutellum triangulare, lobo postico pronoti circiter $\frac{2}{5}$ brevius, nigrum, apice rubrum, disco carina obtusa V-formi instructum, ante ipsum apicem impressum. Hemielytra nigra, costa corii basi brevius sed latiuscule rubra; membrana nigro-fusca, nitente. Pectus pro-, meso-

et metasternis rubris, hoc medio saepe infuscato, lateribus pectoris nigris, margine lato laterali apicali prostethii rubro. Abdomen rubrum, dorso versus apicem maculis nonnullis nigris, segmentis connexivi basi fascia angusta nigra, ventre utrinque serie macularum vel fasciarum nigrarum. Coxae cum trochanteribus rubrae. Pedes nigri, femoribus basin versus rubris, parte rubra femorum posticorum angustiore, anteriorum latiore et saepe inferne et lateribus totam fere longitudinem femorum occupante.

Rhynocoris trochantericus (Reut.).

Valde oblongus, niger, supra sat opacus, fusco-pilosus, tantum gula, coxis anticis interne et postice, summo margine apicali coxarum omnium, trochanteribus, extrema basi hemelytrorum basisque marginis externi corii rufis; pronoto impressione lobi antici stricturam transversalem haud attingente, angulis posticis in lobum productis. Long. 19 mm.

Harpactor trochantericus Reut. Pet. nouv. ent. II, p. 181.

Var. β: Corio fusco. *Var. γ*: Corio fusco-ferrugineo, femoribus inferne extrema basi rufa.

Turkestan, D. Fedtschenko (Mus. Helsingf. et Moscov.).

Rh. kolenatii (Reut.) sat similis, sed major, angulis posticis pronoti in lobum breviorum et obtusiorum productis, margine inter lobos latiore, coloreque partis inferioris capitis, coxarum, trochanterum basisque hemelytrorum divergens.

Rhynocoris abramovii (Osh.).

Breviusculus, breviter pallido-pilosulus, femoribus anterioribus inferne dense tibiisque remotius pilis brevissimis asperis pallidis hirtulis; capite, lobo antico et fascia lobi postici pronoti, scutello, clavo, membrana, antennis, rostro, corpore inferne pedibusque nigris; puncto inter ocellos, lobo postico pronoti, corio, maculis triangularibus connexivi et laterum ventris, plaga magna media ventris basin haud attingente maculisque ad marginem externum coxarum rubris; apice scu-

telli luteo; capite parte post-oculari tumida, capite reliquo crassiore, apice ad oculos constricta, utrinque rotundata; pronoto impressione longitudinali lobi antici stricturam transversalem haud attingente, angulis posticis retrorsum in lobulum productis. Long. 10 mm.

Reduvius Abramovii Osh. Изв. О. И. Е. А. ЭТН. 8. № 1, p. 207.

Turkestan (provincia Sarafschanensis), D. Fedtschenko (Mus. Helsingf. et Moscov.). Specimina typica descripsi.

A. *Rh. iracundo* (Scop.) et affinibus corpore parvo, breviter pilosulo, angulis posticis pronoti brevius et obtusius productis pedibusque totis nigris distinctus, a *Rh. sordidulo* (Osh.), cujus varietati simillimus, corpore et pedibus brevius pilosis angulisque pronoti posticis retrorsum distinctius productis distinguendus. Corpus oblongum, nigro et rubro-variegatum, breviter et parcius pallido-pilosulum. Caput nigrum, parte post-oculari tumida, capite reliquo crassiore, apice ad oculos constricta, lateribus utrinque rotundata et breviter pallido-pilosula, parti ante-oculari longitudine subaequali; ocellis punctoque transversali inter ocellos rufo-testaceis; gula rufescente, medio fusciscente. Rostrum totum nigrum, articulo primo medium oculorum attingente. Antennae totae nigrae, articulo primo longitudine capitis, articulis secundo et tertio simul sumtis huic longitudine aequalibus, secundo tertio distincte longiore. Pronotum inter angulos laterales longitudini aequae latum, subglabrum, lobo antico nigro, angulis anticis subrectis, ne minime quidem prominentibus (♀), impressione longitudinali profunda, stricturam transversalem autem haud attingente, lobo postico rubro, fascia lata inter angulos laterales nigra, angulis posticis in lobulum brevem et obtusum productis, margine postico laterali margine postico inter-lobulari paullo longiore, disco medio antice levius lateribusque utrinque, ad angulum posticum profundius longitudinaliter impresso. Scutellum triangulare, nigrum, apice obtusiusculo, flavo-testaceo. Hemielytra rubra, clavo, ipsa basi excepta, membranaque nigro-fuscis, nitentibus. Pectus nigrum, limbo lato acetabulorum anticorum maculaque externa ad acetabula intermedia rubris. Abdomen nigrum, nitidum, inferne breviter remote et sat rigide pallido-pilosulum, maculis triangularibus connexivi et laterum ventris plagaque magna media

basin haud attingente rubris. Pedes nigri, breviter et sat rigide pallido-pilosi, adhuc femoribus anterioribus inferne dense tibiisque remotius pilis rigidis brevissimis pallidis hirtulis; tarsi rufescenti-piceis, apice ungviculisque piceo-nigris,

Rhynocoris sordidulus (Osh).

Niger, nitidus, griseo-pilosus, lineola transversali inter ocellos, apice scutelli, marginibus acetabulorum anticorum, clavo et corio sordide testaceis, his dense griseo-sericeis; lobo postico pronoti magis minusve testaceo; maculis triangularibus connexivi et laterum ventris flavo-rubris; antennis testaceis, basin versus picescentibus; capite parte post-oculari tumida, reliqua capitis parte altiore, apice ante oculos vix constricta et dein retrorsum sensim angustata; pronoto angulis anticis muticis, impressione longitudinali lobi antici stricturam transversalem haud attingente, angulis posticis leviter retrorsum prominentibus. Long. 8—9½ mm.

Reduvius sordidulus Osh. l. c. p. 207.

Var. α: Pronoti lobo postico nigro, tantum margine basali margineque antico laterali sordide testaceis.

Var. β: Pronoti lobo postico sordide testaceo, disco fascia lata medio interrupta nigra.

Turkestan (in provincia Sarafschanensi), D. Fedtschenko (Mus. Moscov. et Helsingf.). Specimina typica descripsi.

H. abramovii Osh. praesertim varietas *β* simillima, colore pallido magis in griseo-testaceum vergente, antennis testaceis, corpore longius piloso, lobo postico capitis apice multo obsoletius coarctato, angulis posticis pronoti retrorsum minus productis, hemielytris dense sericeis distinguenda. Inter species cognitae palaearticas minimus.

Sphedanolestes oshanini (Reut.).

Niger, nitidulus, griseo-pilosus; puncto inter ocellos testaceo; hemielytris, limbo connexivi marginibusque segmentorum

dorsalium abdominis ferrugineo-fuscis vel sordide testaceis, connexivo basi utriusque segmenti tantum macula minore fusca vel nigra; abdomine inferne medio fuscescente; venis hemielytrorum fuscescentibus; membrana leviter fumata; prosterno nigro; capite parte post-oculari tumida, reliquo capite altiore, apice ad oculos leviter constricta, dein posterius sensim angustata; pronoto angulis anticis submuticis, impressione longitudinali lobi antici stricturam transversalem attingente et paullo superante, in lobo postico tamen obsolete, angulis posticis non nisi leviter retrorsum prominentibus. Long. $10\frac{1}{2}$ —11 mm.

Harpactor Oschanini Reut. Pet. nouv. ent. 2, p. 181.

Turkestan, D. Fedtschenko (Mus. Moscov. et Helsingf.).

Sph. sanguineo Fabr. proximus et valde affinis, differt autem angulis pronoti anticis submuticis, hemielytris aliter coloratis, lateribus ventris margine angustius ferrugineis vel testaceis, minus determinatim fusco-vel nigro-maculatis, marginibus apicalibus segmentorum dorsalium abdominis discoloribus, ventre et prosterno aliter coloratis.

Sphedanolestes pulchellus (Klug).

Niger, nitidus, guttula inter ocellos, lobo postico pronoti vitta mediana, macula utrinque antica margineque laterali posteriore nec non apice calloso scutelli pallide flavis; dorso abdominis nigro, ventre lutescente, lateribus late rubris in segmentis omnibus fascia ante medium nigra signatis; femoribus late rubro-biannulatis; antennis articulo primo pronoto longitudine subaequali; capite parte posteriore anteriore minus quam duplo longiore, tumidiore, basin versus rotundato-angustato; impressione pronoti mediana percurrente, antice tenuiore. Long. 8 mm.

Reduvius pulchellus Klug, Symb. phys. dec. II, t. 19, f. 11. *Harpactor Hedenborgi* Stål, Öfv. Vet. Ak. Förh. 1855, p. 189, 2, *Sphedanolestes* id. Stål, En. Hem. IV, p. 33, 4.

Syria, D. Klug (Mus. Berol.) insula Rhodus, D. Hedenborg (Mus. Holm.). Specimina typica descripsi.

Corpus nigrum, nitidum, inferne cum pedibus breviter pilosulum, superne subglabrum. Caput pronoto parum brevius, parte ante-oculari post-oculari paullo minus quam dimidio brevi-

ore, hac tumidiore, versus basin rotundato-constricta, disco inter ocellos guttula pallide flava; gula pallida. Rostrum rufescens, ad insertiones articularum fuscens, articulo primo secundo fere aequo longo. Antennae nigrae, apicem versus fuscenscentes, articulo primo pronoto longitudine aequali, secundo primo magis quam dimidio et tertio circiter $\frac{1}{3}$ brevior, quarto tertio longior. Pronotum laeve, nigrum, angulis anticis, vitta mediana, macula utrinque antica nec non marginibus lateralibus posterioribus lobi postici pallide flaventibus; hoc lobo angulis posticis levissime productis, medio longitudinaliter impresso; impressione lobi antici percurrente, stricturam attingente, antice tenuiore; angulis anticis subprominulis. Scutellum apice rotundatum, callo apicali pallide flavo. Hemielytra dilute fusciscenti-pellucida et membrana vix obscuriora, abdomen paululum superantia. Pectus nigrum, marginibus acetabulorum maculisque lateralibus pallide flavis. Abdomen dorso nigro, nitido, lateribus late rubris in segmentis omnibus ante medium fascia nigra, ventre sordide livido. Pedes nigri, femoribus annulis duobus latis rubris.

Sphegolestes cingulatus (Fieb.).

Niger, subtiliter albido-pubescentis et -pilosus, antennis, rostro, coxis trochanteribusque concoloribus; femorum basi sat late annulisque duobus, annulo tibiatarum basali, vitta mediana ventris, segmentis genitalibus feminae inferne nec non connexivo rubris, segmentis hujus fascia basali sat lata nigra; hemielytris nigro-fuscis, venis validis crassis, clavo autem, basi excepta, corio interne areolaque discoidali cum membrana dilute fumato-hyalinis; sulco pronoti longitudinali in lobum posticum longius continuato. Long. ♀ 12 mm.

Harpactor cingulatus Fieb., Wien. ent. Monatschr. VIII, p. 321, 1.

Sicilia, D. Mann (Mus. Vindob.). Specimen typicum descripsi.

Ab omnibus reliquis speciebus pronoto toto nigro hemielytrisque nigricantibus insignibus femoribus rubro-annulatis mox distinguendus. *Rhynocori annulato* (Linn.) colore similis, notis

tamen genericis distinctus. Corpus oblongum, graciliusculum, nigrum, nitidum, subtiliter albido-pubescentis et pilosulum. Caput parte post-oculari ante-oculari aequae longae et hac vix convexiore, versus basin lateribus fortius angustata, his subrectis, solum ad oculos levius rotundatis; totum nigrum, linea longitudinali inter ocellos rufo-testacea. Rostrum totum nigrum, articulo secundo primo fere dimidio longiore. Antennae nigrae, articulo primo pronoti longitudine, secundo primo fere dimidio et tertio parum breviorae. Pronotum laeve, nigrum unicolor, nitidum, angulis posticis obtusis, disco sulco longitudinali in lobum posticum longius producto, basin versus latiore, impressione longitudinali utrinque prope angulos posticos sat profunda. Scutellum obtusum, apice latissime rotundatum, breve, disco carina V-formi. Hemielytra nigricanti-fusca, corio a vena interiore externe coriacea, inter hanc venam et suturam clavi autem ut etiam clavo cum membrana hyalinis, dilute fumatis, venis fuscis, basi clavi tamen coriacea, nigro-fusca. Abdomen nigrum, vitta media ventrali connexivoque rubris, hoc nigro-fasciato. Pedes cum coxis trochanteribusque nigri, femoribus annulis tribus, primo latiore basin occupante, tibiisque annulo angustiore paullo infra basin rubris.

Cosmolestes Stål.

Corpus elongato-ovatum, lateribus abdominis subparallelis; capite pronoto paullo breviorae, inermi; rostro articulo primo secundo distincte breviorae; antennis articulo primo longissimo, capiti et pronoto ad unum aequae longo; scutello parte apicali sat late et longiuscule foliaceo-producto; hemielytris vena aream interiorem membranae a corio separante calloso eburnea.

Stål, Öfv. Vet. Akad. Förh. 1866, p. 285.

Genus articulo antennarum primo longissimo scutelloque foliaceo-producto insigne. Corpus elongato-ovatum, totum inerme. Caput pronoto paullo brevius, parte ante-oculari post-oculari longitudine subaequali, hac parte basin versus sensim angustata, lateribus pone oculos leviter rotundatis. Rostrum articulo primo elongato, marginem posticum oculi subattingente,

secundo basin capitis superante. Antennae corpore paullo longiores, articulo primo capite duplo longiore, secundo et tertio longitudine subaequalibus, simul sumtis qvarto fere duplo brevioribus. Pronotum marginibus nec reflexis nec depressis, margine antico recto, angulis acutis prominentibus; lobo antico postico brevior, impressione ejus mediana percurrente; lobo postico angulis lateralibus obtuse rotundatis, haud prominulis, angulis posticis latius lobatis, emarginatura inter eos tertiae parti latitudinis maximae vix aequae lata. Scutellum parte apicali late et sat longe lobato-productum. Hemielytra abdomine paullo longiora, sutura membranae ad areolam anteriorem callosa. Pectus mesopleuris tuberculo destituto. Abdomen lateribus levissime rotundatis. Pedes inermes, femoribus anterioribus crassioribus, anticis intermediis paullo longioribus, posticis anum haud attingentibus, tarsis posticis articulo primo brevi, tertio duobus primis simul sumtis aequae longo, ungviculis dentatis.

Cosmolestes pictus (Klug.).

Eburneo-nigroque variegatim maculatus, vittatus et fasciatus; limbo laterali postico lobi postici pronoti, hemielytris, fascia lata mediana lineola eburnea ornata excepta, limbo abdominis nigro-fasciato femoribusque flavescenti-testaceis vel croceis, his annulis tribus albidis, annulo apicali annulo nigro signato, ipso apice femorum, tibiis tarsisque nigris vel tibiis magis minusve testaceis; capite superne nigro, gutta utrinque ad oculum guttaque inter ocellos eburneis. Long. 16 mm.

Reduvius pictus Klug, Symb. Phys. 2, t. 19, f. 12. Stål, Hem. Afr. III, p. 92, 35. *Cosmolestes* id. Stål, En. Hem. IV, p. 32, 2.

Aegyptus (sec Catal. P u t o n), N'Gami, Zanzibar, Guinea, Senegal (Mus. Holm.), Arabia deserta, D. Ehrenberg (Mus. Berol.).

Corpus subelongatum, superne griseo-puberulum. Caput nigrum, griseo-puberulum, superne gutta utrinque ante oculum, guttula inter ocellos guttisque utrinque duabus lateralibus pone oculos nec non parte inferiore eburneis. Rostrum fulvum, articulo primo nigro, lateribus eburneo. Antennae nigrae vel ad partem fulvae. Pronotum angulis anticis, lineis qvatuor lobi

antici, maculis tribus guttulaque apicali lobi postici eburneis, hoc lobo limbo laterali posteriore late fulvo. Scutellum vitta parteque dilatata eburneis. Hemielytra fulva, medio late nigricanti-fasciata, hac fascia lineola discoidali dimidioque interiore marginis corii apicalis eburneis, pone hanc lineam marginalem linea brevi nigricante, membrana venis fuscis. Pectus album, epimera thoracis nigra, maculis compluribus magnis eburneis. Abdomen superne fulvum, segmentis connexivi macula angulorum anticorum nigra; ventre eburneo, marginibus apicalibus segmentorum anguste nigris. Pedes femoribus fulvis, pallido-maculatis, apice nigro, inferne albo-semi-annulato, tibiis tarsisque nigris.

Coranus angulatus Stål.

Sordide griseo-flavescens vel griseo-ochraceus, pallido-pilosus, vittis duabus partis posterioris capitis, sulcis disci antici pronoti vel in brachypteris disco toto medio, lateribus scutelli, maculis angulorum anticorum segmentorum connexivi, vittis duabus vel maculis biseriatis apicalibus dorsi abdominis, vitta flava separatis, annulis et punctis femorum, annulo basali tibiaram lineolisque ventris in seriem medianam longitudinalem positus fusco-nigris; pectore ventreque lateribus magis minusve fusco-conspurcatis; capite ab oculis posterius sensim longe angustato-constricto; articulo rostri secundo primo dimidio longiore; angulis pronoti apicalibus prominulis, angulis lateralibus lobi postici distincte angulatis, prominulis. Long. $9\frac{1}{3}$ —10 mm.

Stål, En. Hem. IV, p. 20, 11.

Aegyptus, D. D. Lovén et Sandahl (Mus. Holm.); Abyssinia, D. Ehrenberg (Mus. Berol.). Specimen typicum Ståli descripsi.

C. subaptero De Geer affinis, statura brevior et latior, magnitudine minore, colore multo pallidior, structura rostri et pronoti bene distinctus. Corpus ovale (♀), griseo-ochraceum, capite, thorace ventreque (hoc brevius) pallido-pilosus. Caput pronoto paullulum vel formae brachypt. haud brevius, pone oculos sensim longe et fortius constrictum, parte ante-oculari post-oculari vix brevior; hac vittis duabus antice inter oculos

interdum prolongatis nigris. Rostrum stramineum, articulo secundo sat gracili, primo fere dimidio longiore, tertio nigro. Antennae articulo primo capite distincte brevior, secundo et tertio subaequalibus, quarto primo brevior. Pronotum f. macropterae inter angulos laterales lobi postici longitudine ne minime quidem, f. brachypterae autem paullo angustius, his angulis distinctissime angulatis et prominentibus, angulis etiam apicalibus distincte prominulis; lobo antico quam in *C. subaptero* altius elevato, sulcis profundioribus, lobo postico profundius punctato, emarginatura basali paullo angustiore et profundiore; sordide griseo-ochraceum, sulcis anticis nigris vel disco antico medio nigro. Scutellum nigrum vel fuscum, carina media in tuberculum recurvum excurrente flava. Hemelytra abdominis longitudine vel duo segmenta apicales haud tegentia, sordide griseo-ochracea, flavicanti-intricato-pubescentia, membrana fuscescente. Pectus griseo-ochraceum, lateribus nigricans. Abdomen flavo-ochraceum, connexivo angulis anticis segmentorum, dorso vittis duabus indeterminatis guttis mediis cuneatis separatis, ventre lineolis in seriem longitudinalem centralem dispositis nigris; lateribus ventris magis minusve fusco-conspurcatis. Pedes griseo-ochracei, pallido-pilosi, femoribus annulis saepe incompletis punctisque, tibiis annulo basali ipsoque apice nec non extremo apice tarsorum fuscis.

Coranus contrarius Reut.

Nigro-fuscus, cinereo-sericans, cinereo- et fusco-pilosus, capite linea media partis post-ocularis lineisque orbitalibus superiore et inferiore, antennis, lateribus pronoti, linea media scutelli connexivoque sordide testaceis, segmentis hujus fascia basali nigra; hemielytris griseis; abdomine dorso nigro, ventre (♀) testaceo, lateribus late et dense nigro-variegato, medio vittis tribus nigris; femoribus externe fasciis pallide testaceis, femorum anticorum obsoletis; tibiis fuscis, mox infra basin nigram annulo pallido, apice cum tarsis nigro-piceis; capite pone oculos retrorsum sensim angustato, parte ante-oculari post-oculari paullo brevior; rostro articulo secundo primo nonnihil

longiore; antennis articulo primo capite distincte brevior, secundo primo tantum $\frac{3}{7}$ brevior, tertio secundo circiter $\frac{1}{3}$ brevior, quarto primi longitudine. Long. ♀ 11 $\frac{2}{3}$ mm.

Reut., Berl. Ent. Zeitschr. 1881, p. 161 et 163.

Rossia meridionalis: Sarepta, D. Becker (Mus. Berol.), Orenburg.

C. subaptero (De Geer) simillimus, structura antennarum divergens. Corpus ovale (♀) vel oblongum (♂), nigro-fuscum, cinereo-sericans, cinereo- et fusco-pilosum. Caput pronoto paululum vel (f. brachypt.) haud brevius, pone oculos sensim longe constrictum, lateribus partis post-ocularis rectis, parte ante-oculari post-oculari paullo brevior; nigrum, linea media superiore partis post-ocularis lineisque orbitalibus superiore et inferiore testaceis. Rostrum totum nigrum, articulo primo secundo nonnihil brevior. Antennae fusco-testaceae, articulo primo capite distincte brevior, secundo primo $\frac{3}{7}$ vel fere solum $\frac{1}{3}$ brevior, tertio secundo circiter $\frac{1}{3}$ brevior, quarto duobus praecedentibus simul sumtis parum brevior. Pronotum nigrum, lobo postico autem fusco-ferrugineo, margine laterali anteriore pallidior, irregulariter obsolete punctato et irregulariter ruguloso, latitudine inter angulos rotundatos longitudini totius pronoti fere aequali vel hac circiter $\frac{1}{4}$ angustior; angulis anticis lobi antici parum convexi rectis. Scutellum linea testacea in apicem elevatum excurrente. Hemelytra fusca, cinereo-pubescentia, membrana fumata, venis fuscis, vitta externa juxta venam externam areae exterioris lineaque juxta suturam corii inter hac venam et marginem externum membranae hyalinis; hemelytra formae brachypterae (♀) valde abbreviata, scutello vix duplo longiora, margine interiore late distantia, membrana nulla. Pectus nigrum, marginibus prosterni maculisque exterioribus coxarum fusco-testaceis. Dorsum abdominis fusco-nigrum, subtiliter sericeum. Connexivum angustum, sordide testaceum, segmentis dimidio basali nigris. Venter testaceus, lateribus late et dense nigro-variegatis vel (♂) limbo marginali vittaque laterali nigris, disco (♂ ♀) vittis tribus longitudinalibus nigris. Femora nigra, externe fasciis testaceis. Tibiae fusco-testaceae, mox infra basin nigram annulo pallido. Tarsi fusco nigri.

Coranus tuberculifer Reut.

Niger, longius albido-pilosus, connexivo pallide albido-testaceo, fascia basali segmentorum nigra; femoribus posticis annulis tribus, tibiis, tarsis antennisque fusco-testaceis, his articulis ultimis annuloque tiliarum infra basin pallidis, articulo ultimo tarsorum nigro; antennis longioribus, articulo primo capiti longitudine aequali, secundo hoc paullo magis quam dimidio et tertio fere $\frac{1}{4}$ brevior; capite pone oculos retrorsum sensim longius subsinuato-constricto; lobo postico pronoti sat fortiter punctato, angulis lateralibus rotundatis; scutello versus apicem in tuberculum altum adscendente, hoc tuberculo margine postico perpendiculari, versus apicem cylindrico, apice nonnihil obtuso et linea antica pallide flavis. Long. ♀ $12\frac{1}{2}$ mm.

Reut., Berl. Ent. Zeitschr. 1881, p. 162 et 163.

Asia minor: Brussa, D. Thürk (Mus. Berol.).

Corpus oblongo-ovale, nigrum, nitidum, longius albido-villosum. Caput pronoto vix $\frac{1}{5}$ brevius, parte ante-oculari post-oculari circiter $\frac{1}{3}$ brevior, linea media disci postici lineisque orbitalibus superiore et inferiore obscure testaceis. Rostrum totum nigrum, articulo primo secundo distinctissime brevior. Antennae piceae, articulis 3 et 4 pallidis. Pronotum lobo postico obscure nigro-fusco, quam antico parum convexiore, crebre minus fortiter punctato, angulis lateralibus obtuse rotundatis, leviter prominulis, latitudine inter angulos longitudini totius pronoti fere aequali, lobo antico parum elevato, angulis anticis rectis. Scutellum linea media pallide flavescente in apicem alte elevatum excurrente. Hemielytra subtilius griseo-pubescentia, fusco-testacea, basin versus latius pallidiora; membrana venis nigro-fuscis. Pectus nigrum, saltem feminae marginibus prosterni maculisque exterioribus acetabulorum fusco-testaceis. Abdomen nigrum, dorso concolore, ventre saltem feminae lateribus maculis nonnullis obsolete fusco-testaceis, disco nigro, nitido. Pedes nigri, albo-pilosi, femoribus posticis annulis tribus tibiisque piceis, his annulo infra basin pallido, tarsorum articulo ultimo nigro.

Nagusta Stål.

Corpus elongatum, angustum; capite superne pone antennis utrinque spina armato, parte post-oculari ante-oculari distinctissime longiore; antennis articulo primo longo; articulo primo rostri parte ante-oculari capitis longiore, secundo hoc brevior; pronoto lateribus ab apice ad angulos laterales lobi postici subrectis, ante medium vix constrictis, lobo antico antice tuberculis duobus per parvis, postico punctato, angulis lateralibus spinoso-productis; scutello spina destituto; pedibus inermibus, femoribus haud nodulosis.

Stål, Öfv. Vet. Akad. Förh. 1859, p. 374; Hem. Afr. III, p. 59.

Habitant species hujus generis palaearticae in subregione mediterranea.

Corpus elongatum, angustum, vix nisi corpore inferne pedibusque pilosulis. Caput elongatum, superne utrinque paullo pone antennis spina acuta armatum, his spinis divergentibus, cetero iderme; lobo postico capitis antico distinctissime longiore, basin versus fortius angustato, a latere viso antice convexo, quam lobo antico tamen haud altiore, versus medium fortius declivi, dein usque ad basin subhorizontali. Rostrum articulo primo duobus apicalibus simul suntis longitudine aequali. Antennae articulo primo capite et thorace ad unum vix vel haud brevior. Pronotum lateribus ad apice usque in angulos laterales lobi postici subrectis, ante medium vix constrictum; lobo antico apice subemarginato ibique latitudine inter apices angulorum lateralium lobi postici magis quam $\frac{2}{3}$ capiteque ad oculos paullulum angustiore, mox ante apicem linea transversali impressa et pone hanc tuberculis per parvis duobus instructo; lobo postico distincte punctato, angulis lateralibus recte spinoso-productis, disco in europaeis tuberculis duobus, elevatis. Scutellum paullo longius quam latius, in spina haud productum, carina autem basin versus furcata instructum. Hemielytra apicem abdominis attingentia, abdomine vix angustiora; areolis membranae minus longis. Abdomen lateribus spinis destitutum. Pedes toti inermes, femoribus anticis elongatis, incrassatis et intermediis longioribus, posticis

apicem abdominis haud attingentibus; tibiis pilosis, muticis; tarsis articulo primo perparvo, tarsorum posteriorum vix distinguendo, articulo tertio duobus primis ad unum longiore. Segmentum genitale maris apice acute productum.

Nagusta goedelii (Kol.).

Flavo-testacea vel fusco-flavescens; antennis rufo-testaceis, articulo primo capiti et pronoto simul sumtis aequae longo, flavo-biannulato, secundo annulo flavo, ejus apice ultimisque fusciscentibus; femoribus posterioribus, apice excepto, flavis vel pedibus totis specimenorum pallidorum flavescens; pronoto margine basali sinuato, tuberis posticis sat acuminatis, sed apice obtusis, altitudine eorum latitudine basali brevioribus. Long. 14—15 mm.

Zelus goedelii Kol., Mel. Ent. VI, 41, p. 244, T. III, fig. 1. *Nagusta rugulosa* Stål, Öfv. Vet. Ak. Förh. 1859, p. 375, 1.

Specimina e Graecia, Dr. Krueper (Mus. Berol.) et Asia minore, Brussa, D. Thürk, nec non ad Bosphorum lecta, D. Hedenborg (Mus. Holm. spec. typ. Ståli) descripsi.

Corpus fusco-flavescens vel flavo-testaceum, pilosulum, superne cum pectore maculis minutissimis griseo-sericeis adpersum. Caput pronoto paullo brevius, spinis partis anticae altitudini oculi vix aequae longis; parte post-oculari anteo-oculari vix duplo longiore. Rostrum testaceo-flavescens, apice inferne fusciscente. Antennae corporis fere longitudine, articulo primo capite vix duplo longiore, rufo-testaceo, annulis duobus flavis ornato, secundo capitis longitudine, ante medium annulo flavo et ante annulum fusco, ultimis duobus fusciscentibus, quarto secundo longitudine subaequali, tertio paullo brevioribus. Pronotum lobo postico dense distinctissime punctato, margine basali sinuato, tuberis minus elevatis, sed apicem versus sat angustatis et latitudine basali haud altioribus; lobo antico postice sulculo medio instructo. Scutellum ruga V-formi distinctissima. Hemielytra membrana venis concoloribus. Abdomen retrorsum ultra medium sensim, maris parum, femi-

nae magis, ampliatum, dein versus apicemangu statum, superne limbo laterali fusco-maculatum. Pedes testacei vel ochracei, femoribus posterioribus, apice excepto, flavis.

Nagusta tuberosa Stål.

Sordide flavescenti-testacea vel fusco-testacea; rostro pedibusque pallide flavo-virescentibus, apice tibiaram, tarsis antennisque rufo-ferrugineis, articulo harum primo capite vix dimidio longiore, flavo-biannulato, secundo ante medium annulo flavo; hemielytris fuscis, interdum basin versus venisque flavescentibus, apice corii subsanguineo, membrana venis vittaque apicali fuscis; lateribus abdominis fusco- et testaceo-variegatis; lobo postico pronoti margine basali subtruncato, tuberculis latitudine basali altioribus, apice obtusis. Long. ♂ ♀ 8 1/2—10 mm.

Stål, En. Hem. IV, p. 15, 2.

Aegyptus (Mus. Holm.). Specimina typica descripsi.

A praecedente statura minore, colore obscuriore, articulo primo antennarum brevior, lobo postico pronoti minus distincte punctato tuberculisque multo altioribus, apice obtusioribus divergens. Corpus sordide flavescenti-testaceum vel fusco-testaceum. Caput margine laterali pronoti vix longius, spinis partis anticae altitudini oculi aequae longis, parte postoculari ante-oculari duplo longiore. Rostrum pallide virescenti-flavescentibus, apice fusco. Antennae rufo-ferrugineae, articulo primo capite vix dimidio longiore, secundo capite distincte brevior, illo articulo annulis duobus, hoc annulo uno flavis. Pronotum lobo postico obscurius colorato, margine basali subrecto, tuberculis altis apice obtusis. Scutellum fuscum. Hemielytra fusca vel basin versus pallidius testacea, venis testaceis, corio versus apicem colore in sanguineum vergente; membrana pallida, venis vittaque venam ab areola posteriore cingulante fuscis. Pectus sordide testaceum, fusco-maculatum. Abdomen testaceum, ventre interdum rubescens, feminae lateribus superne et inferne maculis marginalibus fuscis, ventre adhuc saepe lateribus latius infuscatis vittisque tribus fuscis, ad incisuras interruptis; maris angustius, retrorsum usque ad medium segmenti ultimi

sensim leviter ampliatur, segmento sexto pone medium subito angustatum, margine laterali abdominis inermi, integro; feminae latius, segmentis quarto quintoque conjunctim dilatatis et lobum obtusangulum formantibus, segmento sexto utrinque leviter rotundato-dilatato, segmento sexto ventrali truncato medio in angulum parvum prominulo. Pedes pallide flavo-virescentes, apicibus tiliarum tarsisque rufo-ferrugineis.

Contribution à la flore bryologique de la Nouvelle Calédonie II.

par

V. F. BROTHERUS.

Dicranaceae.

* *Trematodon* (*Eutrematodon*) *longifolius* Broth. et Par. n. sp.¹⁾

Autoicus; caespitosus, caespitibus laxis, lutescentibus; *caulis* 2 mm altus, erectus, basi radiculosus, dense foliosus, simplex; *folia* sicca crispata, humida flexuosulo-patentia, e basi late vaginante, oblonga subito lineari-subulata, canaliculata, obtusiuscula, superiora c. 3,5 mm longa, marginibus ubique erectis, summo apice tantum minute denticulatis, nervo latiusculo, infra summum apicem folii evanido, cellulis minutis, subquadratis, basilaribus elongatis, subrectangularibus; *bracteae perichaetii* foliis majores, altius vaginantes; seta 2 cm vel paulum ultra alta, flexuosula, tenuissima, straminea; *theca* e collo longissimo, angusto, arcuato, strumoso anguste oblonga, arcuatula, pallide lutescenti-fusca; *operculum* e basi conica longe et tenuissime subulatum, sporangii fere logitudinis; *calyptra* pallida, integra, laevissima.

Ad terram secus viam inter Bourail et Néméara (A. Le Rat).

Species a *T. acuto* C. Müll. aliisque affinibus foliis multo longioribus oculo nudo jam dignoscenda.

¹⁾ Les espèces neuves à la Nouvelle Calédonie sont indiquées par un astérisque.

Dicranella glauca Besch.

Mont Dzumac (A. Le Rat); ad ripas amnis Thi (idem); ad semitam inter Cui et Coindé (idem); Col d'Annieu (idem).

Holomitrium brevifolium Thér.

Mont Dzumac (A. Le Rat).

* **Dicranoloma calycinum** Broth. et Par. n. sp.

Dioicum; robustum, caespitosum, caespitibus densis, rigidis, fuscescenti-viridibus, aetate fuscescenti-lutescentibus, nitidiusculis; *caulis* ad 3 cm usque altus, erectus, fusco-tomentosus, dense foliosus, dichotome ramosus, ramis suberectis, simplicibus vel apice ramulosis; *folia* erecto-patentia, canaliculato-concava, e basi elongate oblonga sensim longè subulata, 8—10 mm longa, basi c. 0,8 mm lata, apice argute serrulata, nervo tenui, plus minusve longe excedente, superne dorso argute serrato, cellulis elongate linearibus, inter se porosis, apicalibus brevioribus, basilaribus internis aureis, marginalibus angustissimis, limbum hyalinum, pluriseriatum efformantibus, alaribus numerosis, hexagono-rotundatis, fuscis, omnibus laevissimis; *bractee perichaetii* thecam superantes, e basi longissime vaginante longe setaceo-subulatae, superne serrulatae; *seta* solitaria, c. 1 mm alta, stricta, lutea, laevissima; *theca* erecta, anguste cylindracea, deoperculata indistincte arcuatula, basi substrumulosa, fusca, laevis; operculum e basi conica longe subulatum. Caetera ignota.

In monte Dzumac, ad truncos arborum (A. Le Rat). Species distinctissima, bracteis perichaetii longissime vaginantibus, subula thecam superante prima fronte dignoscenda.

* **Dicranoloma perviride** Broth. et Par. n. sp.

Dioicum; robustum, caespitosum, caespitibus laxis, rigidis, viridibus, nitidiusculis; *caulis* ad 7 cm usque altus, erectus vel adscendens, fusco-tomentosus, densiuscule foliosus, simplex vel superne furcatus; *folia* falcato-patentia, canaliculato-concava, e basi elongate oblonga sensim longè subulata, 8—10 mm longa, basi c. 0,8 mm lata, apice argute serrulata, nervo tenui, plus minusve longe excedente, superne dorso argute serrato, cellulis elongate linearibus, inter se porosis, apicalibus

brevioribus, basilaribus internis aureis, marginalibus angustissimis, limbum hyalinum, pluriseriatum efformantibus, alaribus numerosis, hexagono-rotundatis, fuscis, omnibus laevissimis. Caetera ignota.

Dumbeu Koë, in paludosis montosis, inter *Juncos* et *Equisetia* (A. Le Rat).

Species foliorum structura praecedenti omnino similis, sed caule elato, foliis viridibus, falcato-patentibus primo visu dignoscenda.

* **Dicranoloma microcarpum** Broth. et Par. n. sp.

Robustiusculum, fuscescenti-lutescens, nitidum; *caulis* usque ad 2 cm altus, erectus, dense foliosus, furcatus; *folia* erecto-patentia, tubulosa, e basi anguste ovato-lanceolata longissime subulata, usque ad 12 mm longa, marginibus conniventibus, summo apice tantum minutissime serrulatis, nervo tenui, excedente, cellulis breviter rectangularibus vel subrhombeis, basin versus sensim longioribus, basilaribus elongatis, inter se valde porosis, infimis fusco-aureis, marginalibus angustissimis, limbum hyalinum, angustum efformantibus, alaribus numerosis, quadratis, hyalinis, ventricosis; *bractee perichaetii* internae e basi late vaginante, obtusa, crenulata subito setaceae integrae; seta 5 mm alta, tenuis, rubra; *theca* erecta, asymmetrica, estrumosa, obovata, c. 0,9 mm longa et c. 0,6 mm crassa, plicatula. Caetera ignota.

Mont Dzumac, ad arbores (A. Le Rat).

Species *D. Menziesii* (Tayl.) affinis, sed foliis nitidis, summo apice tantum minutissime serrulatis necnon theca obovata, minuta optime diversa.

Leucoloma tenuifolium Mitt.

Mont Mou, ad corticem arborum (A. Le Rat).

* **Campylopus (Palinocraspis II. Rigidi) Ludovicae** Broth. et Par. n. sp.

Dioicus; robustiusculus, caespitosus, caespitibus densis, fuscescenti-lutescentibus, nitidiusculis; *caulis* usque ad 4 cm altus, erectus, inferne fusco-tomentosus, dense foliosus, simplex vel dichotome ramosus, ramis erectis, fastigiatis; *folia* sicca

adpressa, humida erecto-patentia canaliculato-concava, oblongo-lanceolata, sensim breviter subulato-acuminata, 4—5 mm longa et c. 0,55 mm lata, marginibus incurvis, apice serrulatis, nervo basi dimidiam partem folii vel ultra occupante, partem folii supremam totam occupante, dorso sulcato, cellulis laminae rhombeis vel rhomboideis, basilaribus interioribus anguste rectangularibus, externis angustissimis, hyalinis, limbum pauciseriatum efformantibus, alaribus laxis, numerosis, fuscis, in ventrem distinctissimum, valde excavatum dispositis. Caetera ignota.

Mont Dzumac (A. Le Rat).

Species *C. polyantho* Besch. affinis, sed foliis latioribus et brevioribus oculo nudo jam dignoscenda.

Espèce dédiée à Madame Louise Le Rat, qui accompagne son mari dans toutes ses excursions, s'assoûe à ses récoltes, et escalade vaillamment avec lui les plus hautes montagnes de l'île.

* **Campylopus (Palinocraspis) rubricaulis** Broth. et Par. n. sp.

Dioicus; sat gracilis, caespitosus, caespitibus densis, viridibus, inferne fuscescentibus, nitidis; *caulis* usque ad 4 cm longus, erectus, tomento rubiginoso usque ad apicem vestitus, dense foliosus, simplex vel apice ramosus, ramis brevissimis, erectis; *folia* sicca laxè adpressa, humida erecto-patentia, canaliculato-concava, oblongo-lanceolata, sensim longe et anguste subulata, 8—9 mm longa, basi c. 0.66 mm lata, marginibus incurvis, in parte superiore subulae argute serrulatis, nervo basi dimidiam partem folii occupante, partem folii supremam totam occupante, dorso sulcato, cellulis laminae rhombeis vel rhomboideis, basilaribus interioribus laxis, breviter rectangularibus, marginalibus angustissimis, hyalinis, limbum distinctissimum, pluriseriatum, ad basin subulae desinentiam efformantibus, alaribus laxissimis, plerumque hyalinis, in ventrem parvum congestis. Caetera ignota.

In ditione noumeana, ad truncos arborum (A. Le Rat).

Species *C. polyantho* Besch. affinis, sed foliis superne argute serratis, inferne distinctissime limbatis faciliter dignoscenda.

* *Metzleria neocaledonica* Broth. et Par. n. sp.

Autoica; robusta, caespitosa, caespitibus densiusculis, rigidis, fusciscenti-viridibus, nitidiusculis; *caulis* vix ultra 5 mm longus, erectus, strictus, basi fusco-tomentosus, dense foliosus, basi innovando ramosus; *folia* erecto-patentia, sicca erectiora, rarius subsecunda, canaliculato-concava, e basi oblongo-lanceolata longe setacea usque ad 9 mm longa, marginibus summo apice parce serrulatis, nervo basi vix tertiam partem folii, sed totam partem supremam occupante, cellulis ubique elongatis, incrassatis, lumine angusto, basilaribus inter se valde porosis, fusco-aureis, alaribus sat numerosis, laxis, subquadratis, fuscis; *seta* 1,5—2,5 cm alta, tenuissima; *theca* erecta, minuta, oblonga, leptodermis, pallida, sicca plicatula; *operculum* e basi conica longe et tenuiter oblique rostratum. *Calyptra* ignota.

In monte Dzumac, ad truncos arborum in silvaticis, alt. 700—1000 m (A. L e R a t).

Species *M. longisetae* (Hook.) Broth. similis, sed foliorum cellulis ubique angustis thecaque minuta optime diversa.

Dienemonaceae.

* *Synodontia (Hypnopsis) falcata* Broth. et Par. n. sp.

Dioica; gracilis, caespitosa, caespitibus densis, rigidis, fusciscenti-lutescentibus, nitidis; *caulis* elongatus, repens, flexuosus, plus minusve radiculosus, densissime ramosus, ramis usque ad 1 cm vel paulum ultra longis, suberectis, densissime fasciculatim ramulosis, ramulis brevibus, arcuatis, dense foliosis; *folia* ramulina plus minusve falcata, canaliculato-concava, e basi ovali vel oblonga sensim lanceolato-acuminata, marginibus integerrimis, superne subconniventibus, enervia, cellulis elongatis, valde incrassatis, lumine angustissimo, basilaribus aureis, alaribus magnis, subquadratis, fuscis; *bractee perichaetii* internae longissime convolutae, setam totam obtegentes, subula brevi, thecam haud superante, obtusa; *seta* c. 1 cm alta; *theca* suberecta, asymmetrica, strumifera, sicca deoperculata sub ore valde constricta, pachydermis, badia. Caetera ignota.

In monte Dzumac, ad truncos putridos (A. L e R a t).

Species pulcherrima, foliis ramulinis falcatis primâ fronte dignoscenda.

Synodontia Pancheri Besch.

Mont Dzumac, ad corticem arborum (A. L e R a t).

* **Eucamptodon inflatus** (Hook. fil. et Wils.).

Col d'Annieu in catena centrali et Mont Mou, in cacumine (A. L e R a t).

Fissidentaceae.

* **Fissidens (Bryoidium) Compienei** Broth. et Par. n. sp.

Dioicus; robustiusculus, gregarie crescens, viridis, haud nitidus; *caulis* usque 12 mm altus, cum foliis 2—2,5 mm latus, siccitate arcuatulus, infima basi radiculosus, e basi jam laxiuscule foliosus, simplex vel furcatus; *folia* c. 22 juga, sicca falcatula, humida patentia, leniter subsecunda, infima minora, superiora oblonga, obtusiuscula, sed angulo brevissimo acuto terminata, apice minutissime serrulata, summo apice excepta ubique hyalino-limbata, lamina vera ad medium folii evanida, lamina dorsali basi angusta, breviter decurrente, nervo pallido, infra summum apicem folii evanido, cellulis hexagono-rotundatis, c. 0,010 mm, chlorophyllosis, laevissimis; *seta* c. 6 mm alta, terminalis, erecta, tenuis, lutescenti-rubella, laevissima; *theca* leniter inclinata, paulum asymmetrica, ovalis, pallida; *exostomii* dentes purpurei, dense papilloso, cruribus filiformibus, spiraliter incrassatis; spori c. 0,015 mm. *Operculum* ignotum.

Planta mascula humilior, flore terminali.

Koumac in parte septentrionali insulae, ad terram (C o m p i e n e); Païta, ad terram (L o u i s e L e R a t).

Species statura sat robusta, caule elongato foliorumque forma faciliter dignoscenda.

* **Fissidens (Bryoidium) affinis** Broth. et Par. n. sp.

Species dioica, praecedenti valde affinis, sed cellulis foliorum majoribus (0,012—0,015 mm), seta duplo brevior et theca multo minore ut videtur diversa.

Ad rivulum sub *Lantanas* pr. viam Magenta-sepulcretum
(A. L e R a t).

* **Fissidens (Heterocaulon) Ludovicae** Broth. et Par. n. sp.

Rhizautoicus; tenellus, caespitosus, caespitibus humilibus, saturate viridibus, haud nitidis; *caulis* plantae femineae vix ultra 0,3 mm altus, basi radiculosus, simplex; *folia* 2—3 juga, erecto-patentia, infima minuta, comalia subito multo majora, e lamina vera late vaginante, hyalino-limbata plus minusve subito linearia, acuta, integra, haud vel indistincte limbata, lamina dorsali basi angusta ad basin nervi vel ultra enata, nervo infra apicem folii evanido, cellulis hexagono-rotundatis, c. 0,007 mm, chlorophyllosis, laevissimis; *seta* terminalis, 3—5 mm alta, a basi plus minusve genuflexa, erecta, flexuosula, tenuis, lutescenti-rubra; *theca* minutissima, inclinata, paulum asymmetrica, ovalis, pallida; *exostomii* dentes purpurei, dense papillosoi, cruribus filiformibus, spiraliter incrassatis; *operculum* e basi conica breviter oblique rostratum. *Calyptra* ignota. *Caulis* plantae sterilis c. 3 mm altus, cum foliis c. 0,75 mm latus, laxiuscule foliosus, simplex; folia c. 7 juga, linearia.

Planta mascula perminuta, radiculis basi pl. foemineae affixa.

Yahoué, ad terram (A. L e R a t).

* **Fissidens (Heterocaulon) minusculus** Broth. et Par. n. sp.

Species rhizautoica, praecedenti valde similis, sed foliis breviter et anguste acuminatis, ubique distincte limbatis, nervo continuo dignoscenda.

In ditione noumeana, in monte Dzumac et ad Ouen Toro pr. Noumea (A. L e R a t); Païta (L o u i s e L e R a t); Col d'Annieu (M a r c. B u s o). Ubique ad terram argillosam.

* **F. (Semilimbidium) obscurirete** Broth. et Par. n. sp.

Species *F. rupicolae* Broth. et Par. simillima, sed foliis acutis, nervo excedente mucronata dignoscenda.

Yahoué, ad terram (A. L e R a t).

* **F. (Semilimbidium) Canalae** Broth. et Par. n. sp.

Species praecedenti foliorum forma et structura valde affinis, sed statura duplo majore diversa.

Ad semitam inter La Foa et Canala, ad terram (A. L e R a t).

F. rupicola Broth. et Par.

Inter Col d'Annieu et amnem Negropo (A. L e R a t).

F. subacutissimus Thér.

Inter Canala et Ciu ut etiam ad semitam inter Col d'Annieu et fl. Negropo, ad terram (A. L e R a t).

* **F. (Crenularia) perangustifolius** Broth. et Par. n. sp.

Dioicus? tenellus, gregarie crescens, pallide viridis, aetate fuscescens, haud nitidus; *caulis* brevissimus, basi radiculosus, simplex; *folia* 2—3 juga, erecto-patentia, comalia lineari-lanceolata, obtusiuscula, c. 1,25 mm longa et c. 0,12 mm lata, elimbata, marginibus ubique serrulatis, lamina vera lamina apicali brevior, lamina dorsali ad basin nervi enata ibidemque angusta, nervo crassiusculo, infra summum apicem folii evanido, cellulis hexagono-rotundatis, c. 0,006 mm, papilla media praeditis, plus minusve obscuris; *seta* terminalis, c. 3 mm alta, tenuis, rubra; *theca* erecta, minuta, ovalis; *calyptra* conica, operculum tantum obtegens.

Mont Koghi, ad terram (A. L e R a t).

Species *F. paucifolio* Besch. forsan proxima, sed notis supra datis certe diversa.

* **F. (Crenularia) Le Ratii** Broth. et Par. n. sp.

Species praecedenti affinis, sed major, foliis latoribus, nervo brevissime excedente mucronatulis, seta 5—6 mm alta et theca majore diversa.

Yahoué, ad terram (A. L e R a t).

F. arboreus Broth.

Mont Koghi et Mont Dzumac (A. L e R a t); Koumac in parte septentrionali insulae (C o m p i e n e). Ubique ad corticem arborum,

Leucobryaceae.

* **Leucobryum serrifolium** Broth. et Par. n. sp.

Dioicum; sat gracile, caespitosum, caespitibus densis, molli-
libus, glauco-viridibus, haud nitidis; *caulis* vix ultra 1 cm al-
tus, erectus, basi parce radiculosus, densissime foliosus, ramo-
sus, ramis brevibus, obtusis; *folia* erecto-patentia, profunde ca-
naliculata, e basi plus minusve late oblonga lineari-lanceolata,
acuta, usque ad 3 mm longa, 0,5—0,75 mm lata, sicca et hu-
mida dorso valde serrata, marginibus e medio folii involuta-
ceis, integerrimis, nervo e stratis cellularum aequalium duobus
composito, lamina pauciseriata, subcontinua; *bractee perichaetii*
late vaginantes, intimae dorso sublaeves, lamina basi plurise-
riata; *seta* terminalis, c. 1,5 cm alta, tenuissima, rubra; *theca*
horizontalis, minuta, asymmetrica, oblonga, strumulosa, plicata;
operculum longe subulatum.

Ins. dicta des Pines (P l a u d e).

Species pulchella, *L. brachyphylo* Hamp. ut videtur pro-
xima, sed foliis basi evidenter latioribus jam dignoscenda.

L. stenophyllum Besch.

Koumac in parte septentrionali insulae (C o m p i e n e).

L. substenophyllum Broth. et Par.

Ins. dicta des Pines (P l a u d e).

L. neocaledonicum Dub.

Mont Dzumac (A. L e R a t).

Arthrocormus Schimperi Doz. et Molk.

New Hebrides, Jangoa Santo (G. B o i v r e).

Calymperaceae.

* **Syrrhopodon** (**Eusyrrhopodon** II. **Tristichi**) **Kindelii** Broth.
et Par. n. sp.

Dioicus; sat gracilis, caespitosus, caespitibus densiusculis,
pallide viridibus, haud nitidis; *caulis* usque ad 4 cm altus, sub-

decumbens, parce radiculosus, laxiuscule foliosus, dichotome ramosus; *folia* tristicha, e basi vaginante, aequilata, usque ad 1,9 mm longa et c. 0,38 mm lata, albicante in laminam carinatam, rigidam, patulam, usque ad 5 mm longam, anguste lineari-lanceolatam sensim attenuata, marginibus incrassato-limbatis, limbo concolore, superne argute et saepe geminatim serrato, nervo crassiusculo, semitereti, subcontinuo, dorso superne remote serrulato, cellulis laminalibus minutis, subquadratis, incrassatis, minutissime papillois, basilaribus laxis, teneris, rectangularibus vel rhomboideis, inanibus; seta c. 4 mm, rubra; theca minuta, oblonga, fusco-rubra, Caetera ignota.

Pic des Sources inter m. Dzumac et la Plaine des Lacs, ad truncos arborum (K i n d e l).

Species inter *S. tristichum* Nees et *S. Graeffeanum* C. Müll. quasi intermedia, ab hac cellulis laminalibus papillois, ab illa statura minore et basi foliorum duplo angustiore jam dignoscenda.

* **Syrrhopodon** (**Eusyrrhopodon II. Tristichi**) **Le Ratii** Broth et Par. n. sp.

Dioicus; gracilis, gregarie crescens, pallidè viridis, haud nitidus; *caulis* 5 mm altus, erectus, basi rubro-tomentosus, laxiuscule foliosus, simplex vel furcatus; *folia* e basi vaginante, aequilata, usque ad 0,8 mm longa et c. 0,2 mm lata, albicante in laminam planiusculam, horride patulam, usque ad 1,5 mm longam, lanceolato-ligulatam sensim attenuata, obtusiuscula, rarius brevissime mucronata, marginibus hyalino-limbatis, integris, apice tantum minute et simpliciter denticulatis, nervo crassiusculo, infra summum apicem folii evanido dorso papillis elevatis, curvatulis oblecto, cellulis laminalibus minutis subquadratis, chlorophyllosis, sat pellucidis, grosse et elevate papillois, basilaribus laxis, teneris, rectangularibus vel rhomboideis, inanibus, in partem infimam laminae progredientibus. Caetera ignota.

In monte Dzumac, ad ligna putrida (A. L e R a t).

Species habitu *S. albovaginato* Schwaegr. valde similis, sed foliis summo apice tantum minute denticulatis jam dignoscenda.

* **Syrrhopodon** (**Eusyrrhopodon VII. Cavifolii**) **Ludovicae** Broth. et Par. n. sp.

Dioicus; sat gracilis, caespitosus, caespitibus densis, rigidiusculis, saturate viridibus, haud nitidis; *caulis* usque ad 1 cm altus, erectus, basi radiculosus, dense foliosus, simplex vel furcatus; *folia* sicca suberecta, flexuosula, humida erecto-patentia, strictiuscula, e basi latiore, oblonga, c. 0,4 mm lata linearia, obtusiuscula vel acutiuscula, mucronata, superiora c. 4 mm longa, anguste hyalino-limbata, marginibus summo apice et ad basin laminae denticulis nonnullis aculeiformibus, brevibus praeditis, nervo tenui, hyalino, continuo vel brevissime excedente, dorso ad apicem aculeato, cellulis laminalibus subrotundis, 0,007—0,010 mm, valde chlorophyllosis, elevato-verrucosis, basilaribus laxis, rectangularibus, teneris, inanibus. Caetera ignota.

In monte Koghi, ad terram (L o u i s e L e R a t).

Species cellulis laminae elevato-verrucosis ab omnibus speciebus affinibus jam dignoscenda.

* **Calymperes serratum** A. Braun.

Mont Dzumac et Mont Koghi, ad truncos arborum (A. L e R a t).

C. Novae Caledoniae Besch.

Ad arbores secus amnem Thi (A. L e R a t); Pic des Sources (K i n d e l).

Pottiaceae.

* **Hymenostomum** (**Kleioweisia**) **clausum** Broth. et Par. n. sp.

Autoicum? exiguum, gregarie crescens, viride, haud nitidum; *caulis* brevissimus, basi fusco-radiculosus, simplex; *folia* sicca crispatula, humida erecto-patentia, stricta, canaliculato-concava, inferiora minora, superiora lineari-lanceolata, mucronata, c. 1 mm longa, marginibus erectis, integerrimis, nervo crasso, in mucronem excedente, dorso laevi, cellulis minutissimis, dense papillois, obscuris, basilaribus breviter rectangula-

ribus, pellucidis, laevissimis; *seta* 1 mm vel paulum ultra alta, erecta, stricta, tenuissima; *theca* exserta, erecta ovalis, minutissima, leptodermis, clausa, operculo haud secedente, e basi conica breviter oblique rostrato; spori 0,020—0,022 mm, fusci, papilloso; *calyptra* cucullata.

Ad latera humida semitae ad Ouen Toro et ad Yahoué (A. L e R a t).

Species minutissima pulchella, theca exserta, clausa facillime dignoscenda.

H. aristatum Broth. et Par.

Mont Dzumac (A. L e R a t); Cól d'Annieu (M a r c B u s o); Site Marie pr. Noumea, ad semitam secus litus marinum (A. L e R a t).

H. Le Ratii Broth. et Par.

Koumac in parte septentrionali. insulae (C o m p i e n e).

Weisia flavipes Hook. fil. et Wils.

Yahoué (A. L e R a t).

* **Trichostomum verrucosum** Broth. et Par. n. sp.

Robustiusculum, caespitosum, caespitibus densis, fuscescenti-viridibus, haud nitidis; *caulis* erectus, usque ad 1 cm altus, fusco-radiculosus, dense foliosus, simplex; *folia* sicca circinato-crispula, humida strictiuscula, erecto-patentia, e basi subvaginante sensim linearia, acutiuscula, mucronata, c. 4 mm longa, basi usque ad 0,35 mm, superne vix 0,2 mm lata, marginibus erectis, integerrimis, nervo crassiusculo, breviter excedente, laevi, cellulis minutissimis, subquadratis, chlorophyllosis, dense verrucosis, basilaribus laxis, oblongo-hexagonis, teneris, hyalinis. Caetera ignota.

Ad ripam amnis Caricouie pr. Noumea et Mont Mou, in cacumine (A. L e R a t).

Species *T. Etlessei* Broth. et Par. habitu similis, sed foliis duplo fere longioribus, multo angustioribus, acutiusculis longe diversa.

* **T. mouense** Broth. et Par. n. sp.

Gracile, caespitosum, caespitibus densis, viridibus, aetate fuscescenti-viridibus, haud nitidis; *caulis* vix ultra 5 mm altus, erectus, basi dense fusco-radiculosus, inferne laxiuscule, superne dense foliosus, simplex vel subsimplex; *folia* inferiora minora, superiora sicca circinato-crispatula, humida erecto-patentia, e basi brevi, ovali sensim linearia, acuta vel obtusiuscula, mucronatula, c. 2 mm longa, basi usque ad 0,3 mm, superne vix 0,2 mm lata, marginibus erectis, integerrimis, nervo crassiusculo, subcontinuo vel brevissime excedente, cellulis minutis, subquadratis, chlorophyllosis, sublaevibus, basilaribus laxè oblongo-hexagonis, teneris hyalinis. Caetera ignota.

Mont Mou, in silvaticis (A. L e R a t).

Species praecedenti multo gracilior, foliis duplo brevioribus, cellulis sublaevibus dignoscenda.

* **Barbula orientalis** (Willd.) Broth.

Koumac in parte septentrionali insulae (C o m p i e n e).

Grimmiaceae.

* **Glyphomitrium neocaledonicum** Broth. et Par. n. sp.

Autoicum; robustum, caespitosum, caespitibus densis, dilabentibus, atroviridibus, haud nitidis; *caulis* usque ad 2 cm altus, erectus vel adscendens, basi fusco-radiculosus, dense foliosus, simplex vel furcatus; *folia* sicca circinato-incurva, humida stricta, erecto-patentia, carinato-concava, e basi vaginante, ovali lineari-lanceolata, acutiuscula vel plus minusve obtusa, usque ad 3 mm longa, basi 1—1,1 mm lata, marginibus erectis, integerrimis, nervo crassiusculo, continuo vel subcontinuo, cellulis minutis, rotundatis, valde chlorophyllosis, basilaribus breviter rectangularibus, pellucidis; *seta* c. 8 mm alta, tenuissima rubra; *theca* erecta, minuta, ovalis, deoperculata microstoma, fuscidula. Caetera ignota.

Ad viam inter Col d'Annieu et fl. Negropo (A. L e R a t);
Mont Dzumac (A. L e R a t).

Species *Gl. commutato* (C. Müll.) Broth. affinis, sed statura robusta nec non theca minuta, deoperculata microstoma oculo nudo jam dignoscenda.

Orthotrichaceae.

* *Leratia neocaledonica* Broth. et Par. n. gen. et sp.

Dioica; sat gracilis, caespitosa, caespitibus rigidis, fuscescentibus, superne viridibus vel lutescenti-viridibus, haud nitidis; *caulis* c. 1 cm altus, erectus, strictus, inferne fusco-tomentosus, dense foliosus, simplex; *folia* sicca arcte adpressa, flexuosula, comalia interdum leniter spiraliter contorta, humida erecto-patentia, carinato-concava, lineari-lanceolata, obtusiuscula vel obtusa, c. 3 mm longa, c. 0,6 mm lata, marginibus erectis, integerrimis, infima basi tantum fimbriis nonnullis longis praeditis, nervo crasso, infra summum apicem folii evanido, dorso valde prominente et dense verrucosó, cellulis minutis, incrasatis, lumine subrotundo, chlorophyllosis, dense verrucosis, basilaribus elongate rectangularibus, teneris, hyalinis, ad insertionem folii aureis, levissimis; *bractee perichaetii* foliis subsimiles; *seta* usque ad 2 cm alta, tenuis, stricta, lutea, laevis; *theca* erecta, elongate cylindracea, longicollis, leptodermis, fuscidula, laevis, stomatibus in collo tantum positus, phanero-poris; *peristomium* simplex; *exostomii* dentes infra orificium thecae oriundi, late lineares, obtusi, sicci erecti, humidi apice incurvi, fusco-lutei, minute papilloso, striolati; *spori* 0,025—0,040 mm, laeves; operculum e basi conica breviter crasse et oblique rostratum; *calyptra* cucullata, fere ad basin sporangii producta, albida, apice fusca, laevis. *Planta mascula* ignota.

Mont Dzumac, in silvaticis (A. Le Rat).

Genus novum insigne, *Macromitrio* proximum, sed notis supra datis optime diversum.

Genre dédié à M. A. Le Rat et Madame Louise Le Rat, les explorateurs zélés de l'île intéressante où ils demeurent.

* **Macromitrium (Goniostoma) leratioides** Broth. et Par. n. sp.

Autoicum? gracile, caespitosum, caespitibus densiusculis, lutescenti-vel fuscescenti-viridibus, vix nitidiusculis; *caulis* elongatus, repens, parce fusco-tomentosus, dense ramosus, ramis erectis, vix ultra 5 mm longis, dense foliosis, simplicibus vel superne subfasciculatim ramulosis obtusis; *folia* ramea sicca arcte flexuosulo-adpressa, humida subrecurvo-patula, carinato-concava, e basi oblonga lanceolato-acuminata, usque ad 1,5 mm longa et c. 0,28 mm lata, marginibus erectis, integerrimis, nervo sat tenui, lutescente, subcontinuo vel continuo, rarius brevissime excedente, laevi, cellulis minutis, incrassatis, rotundatis, laevibus, basilaribus elongatis, incrassatis, lumine angustissimo, semilunari, ad plicas parce elevato-papillosis; *bractee perichaetii* foliis subsimiles, latiores; paraphyses copiosi, longissime exserti; *seta* c. 1,5 cm alta, tenuis, stricta, sicca dextrum versus spiraliter contorta, rubella, laevis; *theca* erecta, oblongo-cylindrica, microstoma, ore plicato, fuscescenti-rubra, laevis; *peristomium* simplex; exostomii dentes lanceolato-lineares, truncati, albidi, dense papilloso, obscuri; *spori* 0,025—0,030 mm, virides, papilloso. Caetera ignota.

Mont Dzumac, ad arbores (A. L e R a t).

Species distinctissima, ex affinitate *M. pacifici* Besch. sed foliis basi ad plicas papillosis et praesertim thecae forma, unde nomen, longe diversa. Inflorescentia verosimiliter autoica, quamvis androecia haud visa.

* **M. (Goniostoma) perminutum** Broth. et Par. n. sp.

Autoicum; gracile, caespitosum, caespitibus mollibus, densiusculis, depressis, fuscescenti-viridibus, haud nitidis; *caulis* elongatus, repens, substrato arcte adhaerens, fusco-radiculosus, dense ramosus, ramis erectis, vix ultra 2 mm longis, dense foliosis, simplicibus vel furcatis, obtusis; *folia* ramea sicca circinato-incurva, humida erecto-patentia, apice incurva, lanceolato-linearia, obtusiuscula vel obtusa, usque ad 1,5 mm longa et c. 0,24 mm lata, marginibus erectis vel uno latere inferne angustissime recurvis, integerrimis, nervo crassiusculo, lutescente, infra summum apicem folii evanido, laevi, cellulis subquadratis, c. 0,010 mm, haud incrassatis, pellucidis, sublaevibus, basilaribus internis ovalibus vel oblongis, haud

incrassatis, laevibus, infimis aureis; *bractee perichaetii* foliis subsimiles; *seta* 5 mm alta, tenuis, strictiuscula, rubella, laevis; *theca* erecta, oblonga, laevis, fuscidula, ore minuto, rubro plicata; *peristomium* 0; *spori* 0,018—0,020 mm, virides, papilloso; *operculum* recte rostratum; *calyptra* maximam partem thecae obtogens, plicata, inferne pallida, apice fuscidula, glabra.

L'Hermitage pr. Noumea, ad corticem arborum (A. L e R a t).

Species pulchella, minuta, folii cellulis basilaribus laevibus ab affinibus (*Goniostoma* K. in Engler-Prantl p. 484) jam diversa.

M. pacificum Besch.

In summo m. Mou (A. L e R a t).

M. villosum (Besch.) Broth.

Mont Dzumac (A. L e R a t).

* **M. subvillosum** Broth. et Par. n. sp.

Dioicum? robustiusculum, rigidissimum, fuscescens, haud nitidum; *caulis* longissime repens, hic illic fusco-tomentosus, densissime ramosus, ramis adscendentibus vel suberectis, vix ultra 5 mm longis, versus apicem caulis sensim decrescentibus, dense foliosis, simplicibus, acutiusculis; *folia* ramea sicca horride spiraliter contorta, humida erecto-patentia, carinato-concava, e basi breviter oblonga lanceolato-acuminata, acutiuscula vel acuta, c. 1,3 mm longa et c. 0,28 mm lata, marginibus inferne anguste recurvis integris, nervo crassiusculo, lutescente, subcontinuo, rarius brevissime excedente, cellulis subrotundis, c. 0,010 mm, papilloso, basilaribus elongatis, valde incrassatis, lumine lineari, ad plicas elevato-papilloso; *bractee perichaetii* internae foliis longiores et latiores; paraphyses numerosi, longe exserti; *seta* c. 1 cm, tenuis, sicca dextrorsum torta, rubra, tenuis; *calyptra* (junior) longe pilosa. Caetera ignota.

Mont Dzumac (A. L e R a t).

Species praecedenti affinis, sed rigiditate, foliis angustius acuminatis, acutis, cellulis duplo majoribus facillime dignoscenda.

M. pulchrum Besch.

In summo m. Mou (A. L e R a t).

M. brevicaule Besch.

Païta, ad corticem arborum (A. L e R a t). A forma typica cellulis laminalibus distincte papillosis differt.

* **M. (Leiostoma) subsessile** Broth. et Par. n. sp.

Dioicum? gracile, caespitosum, caespitibus densiusculis, rigidis, depressis, fuscescentibus, haud nitidis; *caulis* elongatus, repens, plus minusve fusco-tomentosus, dense ramosus, ramis erectis, vix ultra 5 mm longis, versus apicem caulis decrescentibus, dense foliosis, simplicibus, obtusis; *folia ramea* sicca arcte imbricata, comalia rarius subspiraliter contorta, humida subrecurvo-patula, carinato-concava, oblongo-ligulata, obtusiuscula vel obtusa, raro angulo acuto terminata, c. 1,14 mm longa et c. 0,28 mm lata, marginibus erectis, integerrimis, nervo crassiusculo subcontinuo, raro brevissime excedente, laevi, cellulis minutis, subrotundis, chlorophyllosis, haud incrassatis, superioribus c. 0,006 mm, basin versus sensim majoribus, basilaribus internis ovalibus, laevibus; *bractee perichaetii* foliis subsimiles; *seta* vix ultra 1 mm alta, stricta, tenuis, laevis; *theca* erecta, oblonga, fusco-rubra, laevis; *peristomium* simplex; *exostomii* dentes humidi incurvi, breves, truncati, minutissime papilloso et striolati. Caetera ignota.

Mont Dzumac, ad corticem arborum (A. L e R a t).

Species distinctissima, pulchella, ramis brevibus, erectis, foliis siccitate arcte adpressis, cellulis minutis necnon seta per brevi primo intuitu dignoscenda.

M. Le Ratii Broth. et Par.

Inter Col`d'Annieu et fl. Negropo (A. L e R a t).

M. ptychomitrioides Besch.

In summo m. Mou (A. L e R a t); ins Pinorum (P l a u d e).

Schlotheimia densifolia Thér.

Mont Dzumac (A. L e R a t).

S. Baileyi Broth.

Mont Dzumac (A. L e R a t).

Funariaceae.

* **Nanomitrium brisbanicum** (Broth. sub. *Archidio*).

Latera humida semitae ad Ouen Toro (A. L e R a t).

Funaria (Enthostodon) kanakensis Broth. et Par. n. sp.

Gracilis, gregarie crescens, pallide lutescenti-viridis; *caulis* vix ultra 2 mm altus, basi fusco-radiculosus, inferne nudus, superne dense foliosus, simplex; *folia* patula, concaviuscula, e basi spathulata late ovalia, c. 1,5 mm longa et c. 0,7 mm lata, marginibus erectis, superne minutissime et obtuse denticulatis, nervo tenui, longe infra apicem folii evanido, cellulis ovali-vel oblongo-hexagonis, 0,05—0,06 mm longis et c. 0,025 mm latis, basilaribus rectangularibus, marginalibus anguste rhomboideis, limbum uniseriatum efformantibus; *seta* 5 mm alta, strictiuscula, tenuis, rubella, laevissima; *theca* suberecta, leniter asymmetrica, turgide pyriformis, c. 1,5 mm alta et c. 0,6 mm crassa, laevis, fusca; *peristomium* simplex; *exostomii* dentes lanceolati, obliquuli, c. 0,2 mm longi et c. 0,04 mm lati, rubri, striolati. Caetera ignota.

Ad semitam inter la Foa et Canala parcissime (A. L e R a t).

Species theca leniter asymmetrica, peristomio bene evoluto raptim dignoscenda.

F. calvescens Schwaegr.

In ditione noumeana (A. L e R a t); ins. dicta des Pines (P l a u d e).

Bryaceae.

Brachymenium indicum (Doz. et Molk.) Bryol. jav.

var. **corrugatum** Besch.

Ad viam inter Col d'Annieu et Noumea (A. L e R a t).

Bryum coronatum Schwaegr.

Ad semitam inter Col d'Annieu et Negropo (A. L e R a t); Koumac in parte septentrionali insulae (C o m p i e n e).

* **B. Erythopus** Fleisch.

Ad semitam inter Col d'Annieu et Negropo (A. L e R a t).

B. leptothecium Tayl.

Ad viam inter Canala et la Foa (A. L e R a t); Koumac in parte septentrionali insulae (C o m p i e n e); ins. Pinorum (P l a u d e).

B. Pancheri Par.

Col d'Annieu, ad terram (M a r c. B u s o).

Rhizogoniaceae.

* **Mesochaete?** *crenulata* Broth. et Par. n. sp.

Dioica; sat gracilis, caespitosum, caespitibus densis, palide fusciscenti-viridibus, haud nitidis; *caulis* procumbens, usque ad 3 cm longus, inferne fusco-radiculosus, dense et complanate foliosus, cum foliis 2—2,5 mm latus, subfasciculatim ramosus, ramis fastigiatis, obtusis; *folia* disticha, planiuscula, lateralia erecto-patentia, ovalia, obtusiuscula, apiculo acuto terminata, 1,1—1,3 mm longa et c. 0,5 mm lata, elimbata, marginibus erectis, minutissime crenulatis, nervo sat tenui, superne tenuiore, flexuosulo, infra summum apicem folii evanido, dorso laevi, cellulis incrassatis, lumine subrotundo, 0,005—0,007 mm, papilla media vix conspicua, basilaribus internis lumine lineari; *folia dorsalia* et *ventralia* oblique adpressa, minora, caeterum lateralibus subsimilia; *flores masculi* gemmiformes, minuti, secus caulem dispositi. *Planta foeminea* ignota.

In monte Dzumac, ad corticem arborum (A. L e R a t).
Species valde peculiaris, forsan typus novi generis.

Rhizogonium Novae Caledoniae Besch.

Mont Dzumac (A. L e R a t).

R. medium Besch.

Ins. Pinorum (P l a u d e).

Bartramiaceae.

* **Philonotis (Philonotula) Etessei** Broth. et Par. n. sp.

Dioica; gracilis, rigida, caespitosa, viridis, aetate fuscescenti-viridis, haud nitida; *caulis* plantae foemineae 1—2 cm altus, erectus, fusco-tomentosus, apice ramosus, ramis 4—5, curvatulis, patulis, vix ultra 5 mm longis, dense foliosis; *folia* sicca imbricata, homomalla, humida erecto-patentia, carinato-concaviuscula, ovato-lanceolata, acuta, c. 0,85 mm longa et c. 0,22 mm lata, marginibus erectis vel suberectis, inferne simpliciter, superne duplicato-serratis, nervo lutescente, breviter excedente, dorso serrato, cellulis laxiusculis, oblongis, minute papillosis, apicalibus paulum angustioribus; *seta* usque ad 2 cm alta, flexuosula, tenuis, rubra; *theca* subhorizontalis, oblongo-globosa, plicata fusca. Caetera ignota.

Tipendje, ad rupes (E t e s s e).

Species *Ph. imbricatulae* Mitt. ut videtur proxima, sed foliis brevius aristatis cellulisque laxioribus dignoscenda.

* **Ph. (Philonotula) praemollis** Broth. et Par. n. sp.

Dioica; robustiuscula, caespitosa, caespitibus densis, mollioribus, pallide viridibus, vix nitidiusculis; *caulis* plantae sterilis usque ad 2 cm, foemineae 5 mm altus, erectus, fusco-tomentosus, apice ramosus, ramis 3—4, strictiusculis, erecto-patentibus, c. 5 mm longis, densiuscule foliosis; *folia* sicca laxè imbricata, vix homomalla, humida erecto-patentia, carinato-concaviuscula, lanceolata, anguste acuminata, usque ad 1,9 mm longa et usque ad 0,3 mm lata, marginibus erectis, inferne simpliciter, superne duplicato-serratis, nervo crassiusculo, breviter excedente, dorso serrato, cellulis elongate rectangularibus, minute papillosis, apicalibus densioribus; *seta* 2—2,5 cm alta, flexuosa, tenuis, rubra; *theca* subhorizontalis, subgloboso-ovalis, plicata, fusca. Caetera ignota.

Mont Dzumac, ad terram (A. L e R a t).

Species *Ph. angustissimae* (C. Müll.) valde affinis, sed statura robustiore, caule densius folioso oculo nudo jam dignoscenda.

Ph. angustissima (C. Müll.).

Ad viam inter Bourail et Houailon pr. cataractam Gouh et ad ripas amnis Thi (A. L e R a t); Col d'Annieu (M a r c B u s o).

Weberaceae.

* **Webera aristatula** Broth. et. Par. n. sp.

Dioica? robusta, caespitosa, caespitibus laxis, atro-viridibus, haud nitidis; *caulis* brevissimus, basi radiculosus, dense foliosus, simplex; *folia* sicca flexuosula vel apice incurva, humida plus minusve patentia, carinato-concava, e basi brevi, ovali spathulato-loriformia, obtusiuscula, aristatula, 5—6 mm longa et c. 0,75 mm lata, marginibus erectis, integerrimis, incrassatis, nervo crassiusculo, rufescente, infra summum apicem folii evanido, cellulis laminalibus minutis, incrassatis, lumine subrotundo, basilaribus laxis, oblongo-hexagonis, teneris, hyalinis, omnibus laevissimis; *bractee perichaetii* erectae, internae, lanceolato-subulatae, longe aristatae, integerrimae, nervo crasso, longissime excedente, integro, cellulis hyalinis alte productis. *Sporogonia* immatura tantum visa.

Mont Koghi, in fissuris rupium humidissimarum, alt. 600 m (A. L e R a t).

Species *W. auriculatae* (Besch.) Broth. ut videtur proxima, sed foliis aristatulis bracteisque perichaetii haud auriculatis dignoscenda.

Polytrichaceae.

Pogonatum circinatum Besch.

Ad margines semitae inter Canala et la Foa (A. L e R a t).

Spiridentaceae.

Spiridens Vieillardii Schimp.

Inter Col d'Annieu et amnem Negropo (A. L e R a t).

Cryphaeaceae.

Cryphidium fasciculatum (Dub.) Broth.

Ad truncos et ad radices arborum secus amnem Caricoué, Col d'Annieu ut etiam ad radices m. „Table Unio“ (f. fol. distinctius serrulatis) (A. L e R a t).

Cyrtopodaceae.

Bescherellea elegantissima Dub.

In ditione noumeana (A. L e R a t); Pic des Sources inter Mont Dzumac et „Plaine du Lac“ (K i n d e l).

Echinodiaceae.

Echinodium hispidum (Hook. fil. et Wils.).

Mont Koghi, ad rupes (A. L e R a t).

E. falcatum Broth. et Par.

Inter Col d'Annieu et Negropo (A. L e R a t).

Ptychomniaceae.

* **Hampeella Kurzii** C. Müll.

Col d'Annieu (A. L e R a t).

Neckeraceae.

* **Euptychium papillosum** Broth. et Par. n. sp.

Dioicum; sat gracile, fuscescenti-lutescens, nitidiusculum; *caulis* secundarius usque ad 11 cm altus, flexuosus, dense foliosus, complanatus, simplex, obtusus; *folia* patula, concaviuscula, profunde plicata, oblongo-ovalia, sensim breviter et

anguste acuminata, acumine saepe semitorto, c. 3 mm longa et c. 0,75 mm lata, marginibus erectis, superne minute serrulatis, enervia, cellulis elongatis, angustis, incrassatis, lumine angustissimo, serpentino, superioribus dorso papillis minutis singulis, ad plicas setulis tenuibus praeditis, basilaribus infimis brevioribus et laxioribus, alaribus paucis, ovalibus minutis. Caetera ignota.

In monte Dzumac et in m. Koghi, ad truncos arborum (A. L e R a t).

Species *E. spiculoso* (Broth. et Par.) Thér. valde affinis, sed foliis erectioribus, multo brevius acuminatis oculo nudo jam dignoscenda.

E. dumosum (Besch.) Broth.

Mont Koghi (A. L e R a t).

Floribundaria floribunda (Doz. et Molk.) Fleisch.

Koumac in parte septentrionali insulae, ad ramulos arborum (C o m p i e n e).

Orthorrhynchium cymbifolium C. Müll.

Mont Dzumac (A. L e R a t); in silva inter Canala et Ciu (Idem).

* **O. cylindricum** (Lindb.) Broth.

Koumac in parte septentrionali insulae (C o m p i e n e).
Ins. Loyalty, Lifou (R o u s s e a u).

Calyptothecium subhumile Broth.

In ditione noumeana (A. L e R a t).

Neckera Lepineana Mont.

Col d'Annieu (A. L e R a t); Koumac in parte septentrionali insulae (C o m p i e n e).

Ins. Loyalty, Lifou (R o u s s e a u).

* **Homaliodendron scaepellifolium** (Mitt.) Fleisch.

Koumac in parte septentrionali insulae (C o m p i e n e);
Mont Dzumac, alt. 300 m. (A. L e R a t).

* **H. gracile** Broth. et Par. n. sp.

Gracile, pallide viride, nitidiusculum; *caulis* secundarius c. 10 cm longus, cum foliis 1—1,5 mm latus, dense et valde complanate foliosus, remote ramosus, ramis patentibus, plerumque vix ultra 5 mm longis, obtusis, raro usque ad 1,5 cm longis, subsimplicibus, rarissime flagelliformibus; *folia* disticha, patula, planiuscula, asymmetrica, suboblonga, ad apicem latum plus minusve grosse sinuato-dentata, nervo tenui, ad medium laminae evanido, cellulis late rhombeis, basin versus sensim longioribus, laevissimis. Caetera ignota.

Koumac in parte septentrionali insulae (C o m p i e n e).

Species caule secundario elongato, remotissime ramoso, ramis perbrevis, plerumque simplicibus ab omnibus congeneribus valde diversa.

* **Pinnatella (Urocladium) subalopecuroides** Broth. et Par. n. sp.

Dioica; sat gracilis, gregarie crescens, viridissima, haud nitida; *caulis primarius* longe repens; *caules secundarii* remote dispositi, usque ad 4 cm longi, basi simplices, deinde pinnatim ramosi, ramis haud complanatis, densiuscule foliosis, c. 5 mm longis, simplicibus vel duplo longioribus, subpinnatim ramulosis, saepe plus minusve distincte breviter attenuatis; *folia* sicca laxe imbricata, biplicata, humida erecto-patentia, concaviuscula, caulina et ramea e basi ovata lanceolato-ligulata, acuta, marginibus late recurvis, apice minute sed distincte et inaequaliter denticulatis, nervo crassiusculo, flexuoso, ante apicem folii evanido, laevi, cellulis minutissimis, angulato-rotundatis, medio papilla unica, vix conspicua praeditis, basi intra marginem elongatis, lutescentibus, limbum intra-marginalem pluriseriatum, longe productum efformantibus. Caetera ignota.

Koumac in parte septentrionali insulae ad corticem arborum (C o m p i e n e).

Species *P. aloperuroidi* (Hook.) Fleisch. folii structura omnino similis, sed colore viridissimo, statura graciliore, caule secundario remote pinnato, ramis saepe breviter attenuatis diversa.

Lembophyllaceae.

Lembophyllum porotrichoides (Besch.) Broth.

Ad radices m. „Table Unio“ (A. L e R a t); Koumac in parte septentrionali insulae (C o m p i e n e).

Entodontaceae.

Entodon pallidus Mitt.

Yahoué (B e r n i e r); Prony (E t e s s e).

Ins. Loyalty, Lifou (R o u s s e a u).

E. Pancherianus (Besch.) Jaeg.

Ad margines praeruptorum Magenta, ad rupes (A. L e R a t).

* **Stereophyllum neocaledonicum** Broth. et Par. n. sp.

Autoicum; caespitosum, caespitibus laxis, depressis, laete viridibus, nitidis; *caulis* elongatus, repens, flexuosus, fasciculatim fusco-radiculosus, laxiuscule foliosus, vix complanatus, vage ramosus; *folia* sicca laxè imbricata, humida sursum patula, concaviuscula, lateralia plus minusve asymmetrica, ovato-ligulata, acuta, marginibus erectis, summo apice minutissime serrulatis, nervo crasso, viridi, superne angustiore, longe infra apicem folii evanido, cellulis rhombeis, basilaribus internis elongatis, alaribus numerosis, quadratis, chlorophyllosis, omnibus laevissimis. Caetera ignota.

Koumac in parte septentrionali insulae, ad truncos arborum (C o m p i e n e).

Hookeriaceae.

Distichophyllum Mittenii Bryol. jav.

Mont Dzumac (A. L e R a t).

Callicostella papillata (Mont.) Mitt.

Mont Mou, alt. 1219 m et Mont Koghi (A. L e R a t).

C. bisexualis (Besch.) Broth.

Mont Koghi (A. L e R a t).

Rhacopilaceae.

Rhacopilum pacificum Besch.

var. **gracilescens** Besch.

Koumac in parte septentrionali insulae (C o m p i e n e);
Mont Dzumac et ad ripas amnis Thi (A. L e R a t); ins. dicta
des Pins (P l a u d e).

Leskeaceae.

* **Thuidium subtrachypodum** Broth. et Par. n. sp.

Species *Th. trachypodo* (Mitt). Bryol. jav. valde affinis,
sed foliis ramulinis laxius dispositis, cellulis elévato-papillosis
dignoscenda.

Koumac in parte septentrionali insulae (C o m p i e n e).

* **T. liliputanum** Broth.

In ripa amnis Carigou, alt. 500—600 m, ad truncos ar-
borum (A. L e R a t).

Hypnaceae.

Ectropothecium verrucosum (Hamp.) Jaeg.

Mont Koghi (A. L e R a t); Koumac in parte septentri-
onali insulae (C o m p i e n e).

E. distichellum (C. Müll.) Kindb.

Mont Dzumac et inter Col d'Annieu et Negropo (A. L e
R a t); Col d'Annieu (M a r c B u s o); Koumac in parte septen-
trionali insulae (C o m p i e n e).

E. cupressinatum (C. Müll.) Broth.

Mont Dzumac et Col d'Annieu, in silvaticis (A. L e R a t).

* **E. polyandroides** Broth. et Par. n. sp.

Autoicum; sat gracile, caespitosum, caespitibus mollibus, viridibus vel lutescentibus, nitidis; *caulis* elongatus, repens, parce radiculosus, densiuscule foliosus, pinnatim ramosus, ramis patulis, usque ad 1 cm longis, singulis longioribus, simplicibus; *folia* falcata, concaviuscula, ovato-lanceolata, plus minusve longe et anguste acuminata, marginibus erectis, superne minute serrulatis, nervis binis, tenuibus, brevibus, cellulis elongatis, angustissimis, laevibus, alaribus vix ullis. Caetera ignota.

Mont Dzumac, ad corticem arborum (A. L e R a t); Pic des Sources inter Mont Dzumac et „Plaine du Lac“, ad folia (f. viridis, foliis distinctius serrulatis) (K i n d e l).

Species *E. polyandro* (Aongstr.) Jaeg. ut videtur proxima, sed statura graciliore et caule saepe subflagelliformiter producto oculo nudo jam dignoscenda.

* **E. Le Ratii** Broth. et Par. n. sp.

Autoicum; tenellum, caespitosum, caespitibus laxis, depressis, mollibus, pallide viridibus, nitidis; *caulis* elongatus, repens, hic illic radiculis fasciculatis substrato affixus, laxo et complanate foliosus, pinnatim ramosus, ramis patulis, vix ultra 3 mm longis, valde complanatis, cum foliis c. 0,7 mm latis, obtusis; *folia* disticha, patentia haud falcata, concaviuscula, caulina late ovata, subulato-acuminata, marginibus erectis, subintegris, nervis nullis, cellulis elongatis, angustis, laevibus, alaribus vix ullis, ramea brevius acuminata, serrulata; *bracteae perichaetii* internae erectae, e basi vaginante longe et anguste subulatae, subula minutissime denticulata; *seta* 2 cm vel paulum ultra alta, tenuissima, flexuosula, rubra, laevissima; *theca* horizontalis vel subnutans, minuta, ovalis, sicca deoperculata sub ore constricta, cellulis exothecii mammillose elevatis, fuscidula. Caetera ignota.

Mont Dzumac, ad ligna putrida (A. L e R a t).

Species pulchella, *E. submammosulo* (C. Müll.) habitu persimilis, sed foliis cellulis laevibus necnon seta duplo longiore jam dignoscenda.

***Acanthocladium extenuatum* (Brid.) Mitt.**

Mont Koghi (A. L e R a t),

* ***Isopterygium taxirameum* (Mitt.) Jaeg.**

Koumac in parte septentrionali insulae, ad terram (C o m p i e n e).

* ***Taxithelium Ludovicae* Broth. et Par. n. sp.**

Autoicum; tenellum, caespitosum, caespitibus densis, mollibus, pallide viridibus, nitidiusculis; *caulis* elongatus, repens, per totam longitudinem fasciculatim fusco-radiculosus, dense pinnatim ramosus, ramis patulis, vix ultra 5 mm longis, valde complanatis, laxiuscule foliosis, obtusis; *folia* disticha, subfalcata, concaviuscula, ovato-lanceolata; anguste acuminata, marginibus erectis, minutissime serrulatis, enervia, cellulis elongatis, angustis, sublaevibus, alaribus paucis, minutis, subquadratis, ramea brevius acuminata, distinctius serrulata; *bractee perichaetii* internae longissime subulatae, minutissime serrulatae; *seta* 1—1,5 cm alta, flexuosula, rubra, laevissima; *theca* horizontalis, asymmetrica, oblonga, sicca curvatula, sub ore constricta. Caetera ignota.

Inter Col d'Annieu et fl. Negropo, ad ramos arborum (A. L e R a t).

Species *T. falcatulo* Broth. et Par. affinis, sed statura minore cellulisque folii sublaevibus dignoscenda.

***Vesicularia reticulata* (Doz. et Molk.) Broth.**

Mont Dzumac (A. L e R a t).

***V. pinnatula* (C. Müll.) (*Hypnum pinnatulum* C. Müll. mss.; *Ectropothecium reticulatum* Besch. Fl. Bryol. Nouv. Caléd. p. 241 nec *Hypnum reticulatum* Doz. et Molk.).**

Species a *V. reticulata* statura robustiore, caule dense et regulariter pinnato ramisque longioribus (5—10 mm), magis complanatis, laxius foliosis dignoscenda.

Queensland, Brisbane River (F. M. Bailey); Nova Ca-
ledonia, Mont Koghi (Balansa n. 2581) et Mont Dzumac
(A. Le Rat).

V. subfuscescens (Broth. et Par.) Broth.

Koumac in parte septentrionali insulae (Compiene);
in ditione noumeana (A. Le Rat).

Sematophyllaceae.

* **Meiothecium microcarpum** (Harv.) Mitt.

Col d'Annieu, in silva (A. Le Rat).

Rhaphidostegium elachistos (Dub.) Par.

Mont Dzumac, in silvaticis, alt. 1000 m., Païta et Col
d'Annieu, in silvis (A. Le Rat); ins. Pinorum (Plau-
de).
Ins. Loyalty, Lifou (Rousseau).

* **Trichosteleum (Rhaphidostegiopsis) subleptorrhynchum** Broth.
et Par. n. sp.

Autoicum; gracile, caespitosum caespitibus laxiusculis,
mollibus, lutescenti-viridibus, nitidis; *caulis* elongatus, repens,
per totam longitudinem fusco-radiculosus, dense ramosus, ra-
mis adscendentibus, dense foliosis, brevibus, simplicibus vel
longioribus, subpinnatim ramulosis; *folia ramea* falcata, conca-
viuscula, e basi angustiore oblongo-vel ovato-lanceolata, longe
et anguste subulata, marginibus erectis, integris vel subinteg-
ris, enervia, cellulis elongatis, angustissimis, superioribus sae-
pius papilla media praeditis, basilaribus infimis aureis, alari-
bus, oblongis, aureis; *bractae perichaetii* internae erectae,
longe subulatae, subula distincte serrulata; *seta* c. 3 cm alta,
strictiuscula, tenuissima, rubra, laevissima; *theca* horizontalis,
asymmetrica, ovalis, sicca deoperculata sub ore paulum con-
stricta, fuscidula, laevis. Caetera ignota.

Mont Dzumac, ad corticem arborum (A. L e R a t).

Species habitu *T. leptorrhyncho* (Brid.) Ren. simillima, sed foliis integris vel subintegris necnon theca turgide ovali dignoscenda.

* **T. (Thelidium) insigne** Broth. et Par. n. sp.

Autoicum; sat gracile, caespitosum, caespitibus densis, mollibus, late extensis, lutescenti-viridibus, nitidiusculis; *caulis* elongatus, repens per totam longitudinem plus minusve dense fusco-radiculosus, dense subpinnatim ramosus, ramis adscendentibus, vix complanatus, dense foliosis, subpinnatim ramulosis, versus apicem caulis brevioribus, simplicibus; *folia ramea* falcata, concaviuscula, ovato-vel oblongo-lanceolata, subulato-acuminata, marginibus erectis, superne serrulatis, enervia, cellulis elongatis, incrassatis, lumine lineari, dense seriatis papillosis, basilaribus laevibus, ad insertionem folii aureis, alaribus magnis, oblongis, hyalinis; *bractee perichaetii* e basi vaginante subito longissime filiformi-acuminatae, superne denticulatae; *seta* c. 2 cm alta, tenuis, rubra, laevis; *theca* horizontalis, asymmetrica, oblonga, longicollis, fusca, laevis. Caetera ignota.

Mont Koghi et Col d'Annieu, ad truncos arborum (A. L e R a t).

Species pulcherrima, *T. cylindrico* (Reinw. et Hornsch.) Broth. habitu similis, sed foliorum structura longe diversa.

* **T. hamatum** (Doz. et Molk.) Jaeg.

var. **semimamillosum** (C. Müll.) Par.

Mont Dzumac et Mont Koghi (A. L e R a t).

T. turgidulum Broth. et Par.

Mont Dzumac et in silvaticis amnis Thi (A. L e R a t).

Sematophyllum monoicum (Bryol. jav.) Jaeg.

In summo monte Dzumac, ad truncos vetustos (A. L e R a t).

Hypnodendraceae.

Hypnodendron arcuatum (Hedw.) Mitt.

Mont Dzumac (A. L e R a t).

Mniodendron camptotheca Dub.

Koumac in parte suptentrionali insulae (C o m p i e n e);
Mont Dzumac (A. L e R a t).

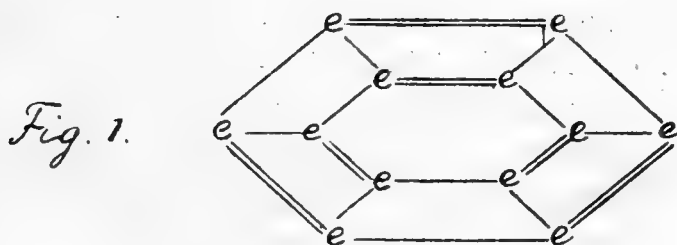
Ueber die Konstitution der Holzkohle

von

OSSIAN ASCHAN.

(Mitgeteilt den 22 März 1909).

James Dewar hat neulich in einer Arbeit¹⁾ diese Frage berührt und dabei die kleinsten Teilchen der Holzkohle durch zwei sechsmal mit einander vereinigten, konzentrisch angeordneten Benzolringe veranschaulicht (Fig. 1):



Da ich für dasselbe Problem seit geraumer Zeit Interesse gehegt habe, so erlaube ich mir einiges hierüber mitzuteilen.

In einem nach dem obigen *Dewar'schen* Auffassung zusammengesetzten Molekule müsste, nach Allem was die Stereochemie lehrt, eine ungewöhnliche Spannung herrschen, weil die Valenzrichtungen aus ihrem normalen Gleichgewichts-

¹⁾ Chem. News. 97, 16 (1908).

gen stark abgelenkt sind. Ein Studium an der Hand von Modellen lehrt, dass die Spannung dabei noch grösser sein müsste als z. B. in Acetylen. Während aber Acetylen bekanntlich ein stark explosiver Körper ist, wird ja die amorphe Kohle mit Recht als ein sehr stabiles Gebilde betrachtet. *v. Baeyer* findet in seiner berühmten Abhandlung¹⁾ über die Spannungstheorie gerade darin eine Erklärung der Explosivität des Acetylens, dass bei dem Übergang des acetylenartig gebundenen Kohlenstoffs in gewöhnliche Kohle viel Wärme frei wird. Letztere ist ein Maass für die in ersterem in Form von Spannung enthaltene Energie. Aus diesem Grunde kann die *Dewar'sche* Formel für die Holzkohle kaum in Frage kommen. *Redgrove*²⁾ kommt von thermochemischen Erwägungen aus zu demselben Schluss, und zwar entspricht dieser Ausdruck den Tatsachen weder unter Zugrundelegung der *Kekule'schen* noch irgend einer anderen Benzolformel.

Meiner Ansicht nach kommen folgende Umstände bei der Beurteilung der Frage nach der Konstitution der Holzkohle ins Betracht:

1:o. *Die Holzkohle räpresentiert eine stabile, ziemlich spannungslose Anordnung der Kohlenstoffatome.*

2:o. Alle Holzkohle giebt bei der Behandlung mit starken Oxydationsmitteln *Mellithsäure*, worauf *Dewar* eben in seiner zitierten Arbeit hingewiesen hat. *Daraus folgt, dass die Holzkohle fertig gebildete Benzolkerne enthält, worin jedes Ringatom ausserdem mit einem Kohlenstoffatom ausserhalb des Kernes in Verbindung steht.* Es ist meiner Ansicht nach sehr unwahrscheinlich, dass, vorausgesetzt dass eine andere Bindungsweise ursprünglich vorhanden wäre, Benzolkerne erst bei der Oxydation entstehen könnten, und ferner, dass dabei eine Verkettung sämtlicher Benzolringatome mit anderweitigen Kohlenstoffatomen einträte.

3:o *Die Holzkohle ist tief gefärbt.* Da der Kohlenstoff in seiner reinsten Form, als Diamant, ungefärbt ist, so

¹⁾ Ber. deutsch. Chem. Ges. 18, 2277, 2281 (1885).

²⁾ Chem. News 97, 37 (1908).

zeigt dies, dass die Atome in den anderen Modifikationen ¹⁾ amorpher Kohle in der Weise angeordnet sind, dass *kräftige Chromophore* entstehen.

4:o. Die *Holzkohle* ist, auch wenn man von ihrem Aschegehalt absieht, *kein Kohlenstoff* allein, sondern enthält gewisse Mengen von Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff. So hat Holzkohle, welche bei Temperaturen oberhalb 1500° dargestellt ist, folgende Zusammensetzung ²⁾:

	Aschehaltige Substanz.	Aschefreie Substanz.
Kohlenstoff	96,51 %	98,42 %
Wasserstoff	0,62 „	0,63 „
Sauerstoff (mit etwas Stickstoff)	0,93 „	0,95 „
Asche	1,94 „	—
	<hr/> 100,00 %	<hr/> 100,00 %

Dieser Gehalt an Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff wird gewöhnlich auf eine Beimengung von unverkohelter organisierter Substanz zurückgeführt. Dies scheint mir wenig plausibel, wenigstens wenn es sich um eine oberhalb 1500° erhitzte Holzkohle handelt. Sauerstoff und Stickstoff könnten aus der Luft in elementären Zustände aufgenommen worden sein. Beim Wasserstoff läge es am nächsten, den Gehalt auf absorbierte Feuchtigkeit zurückzuführen. Allein die obigen 0,63 % würden in dem Falle einer Sauerstoffmenge von 5,04 % entsprechen, während nur etwa der Fünftel wirklich vorhanden ist. Deshalb liegt die Annahme nahe, dass der vorhandene Wasserstoff innerhalb der amorphen Kohle in organischer Bindung vorliegt; *diese Kohle könnte selbst eine hochmolekulare organische Verbindung sein*. Die einfachste Annahme wäre dann, dass ein Kohlenwasserstoff vorläge, jedoch ist es nicht ausgeschlossen, dass auch der vorhandene Sauerstoff

¹⁾ Also auch der Grafit, worauf jetzt nicht eingegangen wird. Die Feststellung der Konstitution der Graphitsäure, welche auch bei der Oxydation Mellithsäure liefert, wäre für die zu erörternde Frage sehr erwünscht.

²⁾ *Roscoe-Schorlemmer, Nichtmetalle*. 2 Aufl. S. 519.

konstituierend für die amorphe Kohle ist. Für den ersten Fall berechnet sich aus den obigen Zahlen — also unter Ausschluss von Asche und Sauerstoff — die Zusammensetzung der Holzkohle zu den in der zweiten Kolumne stehenden Zahlen, welche die in der ersten Kolumne vorfindlichen berechneten entsprechen:

I. Berechnet für $C_{130} H_{10}$:	II. Gefunden:
C 99,36 %	99,37 %
H 0,64 „	0,63 „

Wenn wir die Holzkohle als sauerstoffhaltige Substanz betrachteten, hätten wir dagegen folgende Zahlen:

III. Berechnet für $C_{132} H_{10} O$:	IV. Gefunden:
C 98,39 %	98,42 %
H 0,62 „	0,63 „
O 0,99 „	0,95 „

Ich brauche wohl kaum anzugeben, dass ich nicht die obigen Formeln als feststehend für die Holzkohle hinstelle; sie sind nur angeführt, um ein Bild über das relative Verhältnis zwischen dem Kohlenstoff einerseits und dem Wasserstoff bzw. Sauerstoff anzugeben. Ebensowenig bin ich der Ansicht, dass die Dekomposition der Holzsubstanz bei etwas über 1500° der durch eine lange Reihe von pyrogenen Reaktionen hindurch erreichte definitive Endzustand dieser Substanz ist, wenn sie sich auch an diesen Endzustand bedeutend genähert hat. Ausserdem sei darauf noch hingewiesen, dass die durch die obigen Formeln berechneten Molekulargrößen für diese Substanz nur beliebig gewählt sind; richtiger wäre wohl die multiplen Formeln $(C_{130} H_{10})_n$ bzw. $(C_{132} H_{10} O)_n$ anzunehmen.

Ein Blick auf die Formeln zeigt, dass wir in der Holzkohle mit sehr wasserstoffarmen Körpern zu tun haben. Wenn wir die angeführten Formeln bzw. Prozentzahlen z. B. mit denen für Pyren, $C_{16} H_{10}$, und Chrysen, $C_{22} H_{14}$, vergleichen, welche weniger vorgeschrittenen Stadien der pyrogenen Kondensationen entsprechen, so ist allerdings der Unterschied gross, aber je-

doch nur graduell. Und wenn es möglich wäre, das komplizierte Gemisch von hochsiedenden Körpern zu entwirren, welche in dem asphaltähnlichen Residuen des Steinkohlenteers vorhanden sind, so würde man ohne zweifel Körpern begegnen, die noch viel wasserstoffärmer sind wie Pyren und Chrysen und deren prozentische Zusammensetzung den obigen Zahlen für die Holzkohle noch näher liegen würden.

Wollte man sich, auf die vier obigen Sätzen gestützt, eine Anschauung über die Konstitution der Holzkohle bilden, so scheint mir die in Fig. 2 formulierte den Tatsachen am

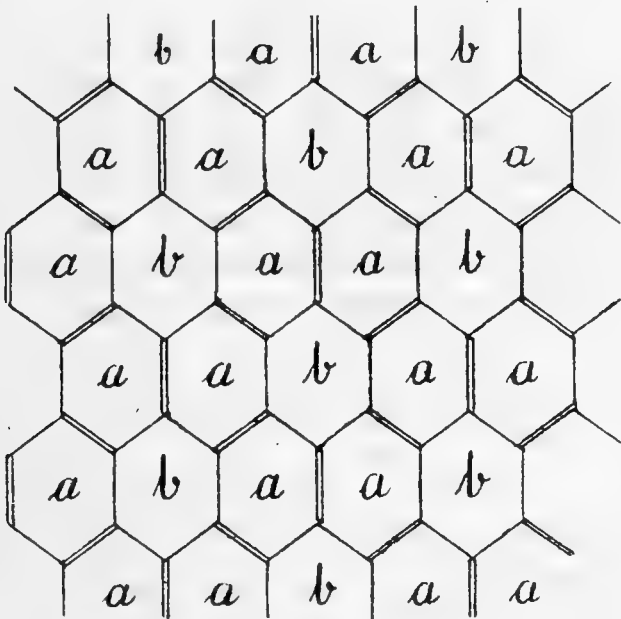
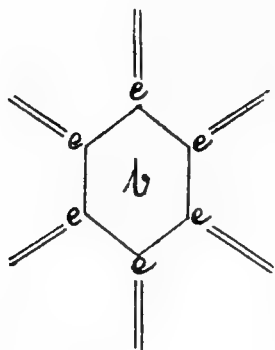


Fig. 2.

besten zu entsprechen. Wenn man eine Anzahl Benzolkerne (*a*) spannungslos an einander reiht, so setzen sie sich so zusammen, dass neben ihnen andere Sechsringe mit einfacher Bindung der Kernatome (*b*) entstehen, die keine Benzolkerne sind, sondern die folgende Anordnung der Kohlenstoffvalenze enthalten, welche bekanntlich in dem *Trichinoyl* vorhanden ist (vergleiche die erste Formel der folgenden Seite).

Die Anordnung der Kohlenstoffatome nach Fig. 2 entspricht allen den vier Sätzen. Die Benzolkerne reihen sich ohne Spannung an. Sie sind vermittle allen Ringatomen mit weiteren Kohlenstoffatomen verbunden, wo-

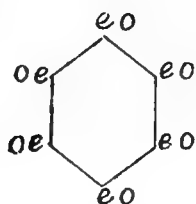
durch die Bildung der Mellithsäure erklärlich wird. Die tief schwarze Farbe lässt sich durch die trichinoide Lagerung der doppelten Bindungen in den eingestreuten Cyklohexankernen erklären. Und schliesslich würde die angenommene An-



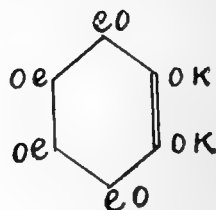
ordnung Gelegenheit zur Bindung der relativ kleinen Menge von Wasserstoff- (und Sauerstoff-) Atomen geben; allerdings ist die Zahl der durch Kohlenstoffbindung nicht gesättigten Valenzeinheiten viel grösser als die nach der Formel $(C_{130} H_{10})_n$ vorhandenen Wasserstoffatome. Man muss noch Kohlenstoffbindung entweder zwischen verschiedenen Molekulan der angegebenen Art, oder

auch innerhalb desselben Molekules annehmen. Durch die letztere Annahme würde die grosse Porosität der Holzkohle erklärlich sein, welche zusammen mit der wabenartigen Struktur das ausserordentliche, sonst schwererklärliche Absorptionsvermögen für fremde Substanzen und sogar für Gase bedingen könnte.

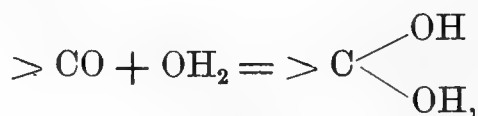
4.



4.

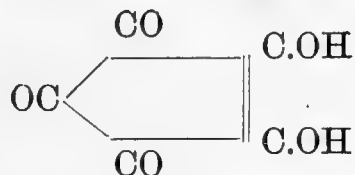


Einer Umstand muss noch etwas eingehender diskutiert werden, nämlich der chromogen Charakter bei der oben abgebildeten trichinoiden Stellung der doppelten Bindungen. Das mit acht Mol. Wasser krystallisierende *Trichinoyl*, $C_6 O_6 + 8H_2 O$, ist farblos; da wohl das meiste Wasser zur Bildung von Hydroxylgruppen:



verbraucht worden, und der Körper bisher nicht wasserfrei erhalten werden konnte, so ist sein chromogener Charakter

unbekannt. Da aber das Kaliumsalz der daraus erhältlichen *Dioxydichinoyls* oder der Rhodizonsäure, $C_6(O)_2(O)_2(OH)_2$, dunkelblaue, im Wasser mit gelber Farbe lösliche Nadeln bildet, so geht daraus hervor, dass schon zwei chinoide Gruppierungen ziemlich kräftige Chromophore sind. Die ähnlich konstituierte *Krokonsäure* $C_5 O_3 (OH)_2$, welcher die Formel



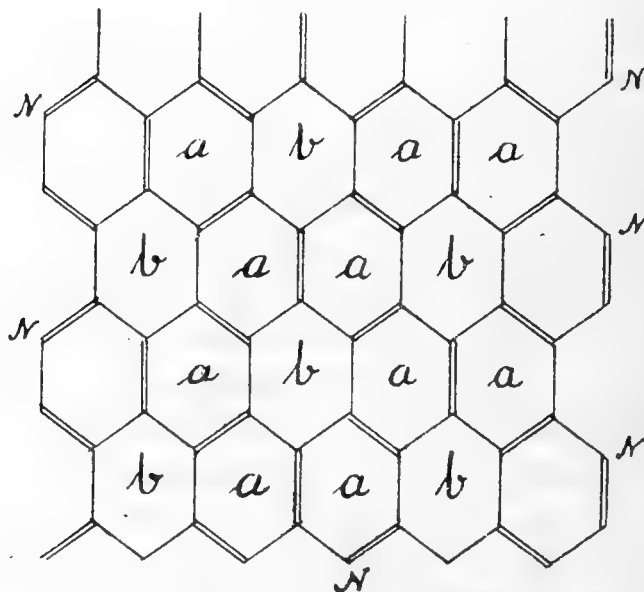
beigelegt wird, ist, trotz dem Vorhandensein von 3 Molen Krystallwasser, selbst schwefelgelb, ihr Kaliumsalz orange-gelb. Daher scheint mir die obige Annahme wahrscheinlich, dass das mehrfach wiederkehrende Vorkommen der mit *b* bezeichneten trichinoid konstituierten Systeme in dem Schema Fig. 2 in der Tat eine kräftige chromogene Wirkung hervorbringen könnte, wie sie uns in der tief schwarz gefärbten Holzkohle entgegentritt.

Dann einige Worte über das *Abfärbungsvermögen* der Holzkohle für Farbstoffe und gefärbte Körper, auch für solche von mangelnder Individualität. Ich bin der Ansicht, dass dies auf die gleiche Ursache zurückzuführen ist, wie die auffallende Neigung des Benzols, mit vielen Körpern als Krystallbenzol oder die der komplizierteren Benzolderivate mit Körpern zusammenzutreten, welche, wie Pikrinsäure und Dinitrobenzol, mehrere ungesättigte oder nicht völlig gesättigte Gruppen enthalten. Es herrscht wohl kaum ein Zweifel darüber, dass diese losen Verbindungen unter Beteiligung der Doppelbindungen im Benzol und in dem ungesättigten Körper zustande kommen. Nun sind die Farbstoffe und die gefärbten Körper überhaupt durch den ungesättigten Zustand gekennzeichnet. Auch die in Zersetzung (z. B. im Faulen) befindlichen hochmolekularen organischen Stoffe, welche ebenfalls von der Holzkohle leicht aufgenommen werden, befinden sich dabei in dem fortdauernden Zustand einer potentiellen Ungesättigkeit. Eine Molekularanordnung in der Holzkohle wie in Fig. 2, mit ihrer grossen Menge von an einander gereihten Benzolkerne, bietet für die Bildung loser Additions-

verbindungen gute Gelegenheit. Dadurch würde das eminente Adsorptionsvermögen der Kohle leicht verständlich sein.

Noch einiges über die *Knochenkohle*. Diese ist durch ihren grossen Stickstoffgehalt von etwa 1 Prozent eigentümlich, was daraus erklärlich wird, dass sie aus stickstoffreicher organisierter Substanz entstanden ist. Dass der Gehalt an Stickstoff zu dem Kohlenstoffgehalt, wie *Stolle*¹⁾ beobachtet hat, in einem bestimmten Verhältniss von etwa 1: 10 steht, deutet meiner Ansicht nach darauf hin, dass die kohlehaltige Substanz auch hier eine chemische Verbindung ist. Da ausserdem die sämtlichen vier eingangs erwähnten Regeln auch für die Knochenkohle in Betracht kommen können, so lässt sich eine ähnliche Vorstellung für die Konstitution dieser Substanz anwenden, mit dem Unterschiede, dass wir z. T. Pyridinkerne statt Benzolkerne hätten. Dies lässt sich in unserem Schema in Fig. 2 leicht bewirken, wenn man die am Rande befindlichen CH-Gruppen der Benzolkerne teilweise durch N vertauscht (vergl. Fig. 3). *Auf dem Vorhandensein basischer Kerne könnte die grössere entfärbende Kraft der Knochenkohle wenigstens zum Teil beruhen.*

Fig. 3.



¹⁾ Handbuch für Zuckerfabrikschemiker, S. 363 (1904).

Bestimmung der specifischen Wärme von Legierungen aus Zinn und Blei

von

HJALMAR BRÖTHERUS und SELIM SUNDELL.

Die specifische Wärme von Zinn und Blei sowie von neun verschiedenen Legierungen aus diesen beiden Metallen mit ungefähr von zehn zu zehn Prozent variierendem Gehalt an Gewicht wurde nach der Mischungsmethode gemessen. Hierzu diente ein vorzügliches Wassercalorimeter von der Firma Kœhler in Leipzig, das eigentlich für die Bestimmung von Lösungswärmen beabsichtigt ist und aus einer doppelwandigen Hülle, zwei inneren Gefäßen mit Ebonitdeckeln und einem innersten Calorimetergefäß aus vergoldetem Silber gebaut ist. Die erhaltenen specifischen Wärmen sind mittlere Werte für ein Temperaturintervall, dessen untere Grenze zwischen $+ 3^{\circ}$ C. und $+ 16^{\circ}$ C. wechseln konnte, während die Temperatur des kochenden Wassers die obere Grenze bildete. Für jede Legierung sind mindestens drei Bestimmungen ausgeführt worden.

Auch die specifischen Dichten der Legierungen wurden ermittelt und zwar durch Wägung in Wasser. Aus denselben lassen sich die Prozentverhältnisse der beiden Metalle berechnen, sowie die specifischen Volumina.

Die erhaltenen Resultate sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

Bezeichnung.	Dichte s.	Specificsches Volumen v .	Gewichtsprocente		Specifiche Wärme c		Diff. in Prozent.
			Zinn.	Blei.	Beobachtet.	Berechnet.	
1	7.277	0.1374	100	0	0.05442 \pm 24	0.05440	0.0
2	7.491	0.1335	92.01	7.99	0.05305 \pm 30	0.05251	+1.0
3	7.859	0.1273	79.28	20.72	0.04957 \pm 27	0.04950	+0.1
4	8.139	0.1229	70.36	29.64	0.04705 \pm 31	0.04736	-0.7
5	8.535	0.1172	58.75	41.25	0.04401 \pm 43	0.04459	-1.3
6	8.900	0.1124	48.96	51.04	0.04220 \pm 35	0.04226	-0.1
7	9.259	0.1080	40.09	59.91	0.03995 \pm 21	0.04012	-0.4
8	9.726	0.1028	29.53	70.47	0.03789 \pm 36	0.03760	+0.8
9	10.197	0.0981	19.85	80.15	0.03513 \pm 24	0.03531	-0.5
10	10.718	0.0933	10.15	89.85	0.03329 \pm 25	0.03298	+0.9
11	11.323	0.0883	0	100	0.03062 \pm 45	0.03055	+0.2

Bezeichnet man die Dichten des Zinns und Bleis mit s_1 und s_2 bzw., ihre specificschen Volumina mit v_1 und v_2 bzw. und das Gewichtsverhältnis Zinn:Blei bei einer Legierung mit $p_1:p_2$, so erhält man für diese Legierung

$$(1) \quad v = \frac{p_1}{p_1 + p_2} v_1 + \frac{p_2}{p_1 + p_2} v_2,$$

$$(2) \quad \frac{1}{s} = \frac{p_1}{p_1 + p_2} \frac{1}{s_1} + \frac{p_2}{p_1 + p_2} \frac{1}{s_2},$$

$$(3) \quad s = \frac{(p_1 + p_2) s_1 s_2}{p_1 s_2 + p_2 s_1}.$$

Es sei noch c_1 die spezifische Wärme des Zinns, c_2 diejenige des Bleis. Nach Regnault gilt für viele Legierungen die sog. Mischungsformel, nach welcher die spezifische Wärme einer Legierung unter der Voraussetzung berechnet werden kann, dass die Bestandteile ihre spezifischen Wärmen beibehalten. Hiernach wäre

$$(4) \quad c = \frac{p_1}{p_1 + p_2} c_1 + \frac{p_2}{p_1 + p_2} c_2.$$

Eliminiert man das Verhältnis $p_1 : p_2$ zwischen den Gleichungen (1) und (4), so findet man

$$(5) \quad c = \frac{v - v_2}{v_1 - v_2} c_1 + \frac{v_1 - v}{v_1 - v_2} c_2 = \frac{c_1 - c_2}{v_1 - v_2} v + \frac{v_1 c_2 - v_2 c_1}{v_1 - v_2},$$

d. h. eine lineare Abhängigkeit zwischen v und c . Diese Beziehung kann zur Prüfung des Regnault'schen Gesetzes benutzt werden. Trägt man die in der Tabelle enthaltenen Werte von v als Abscissen, die beobachteten Werte von c als Ordinaten ab, so sieht man tatsächlich, dass die erhaltenen Punkte ziemlich genau in einer Geraden liegen (Fig. 1). Als Gleichung der Geraden ergibt sich nach der Methode der kleinsten Quadrate

$$(6) \quad c = 0.48573 v - 0.012338.$$

Die aus dieser Gleichung berechneten Werte der spezifischen Wärme sind in der Tabelle eingetragen und mit den beobachteten Werten verglichen.

Für Legierungen aus Zinn und Blei bestätigt sich somit das Regnault'sche Gesetz. Für die Legierungen $PbSn$ und $PbSn_2$, sowie für mehrere andere Metallegierungen

wurde es von Regnault selbst verifiziert (Siehe Annales de chimie et de physique, S. III, T. I, p. 135—185). Noch einige Litteraturangaben, besonders geschmolzene Legierungen betreffend, findet man in Chwolson's Lehrbuch der Physik, Bd III, p. 219.

Die jetzt beschriebene Arbeit wurde in dem physikalischen Laboratorium der Universität zu Helsingfors ausgeführt.

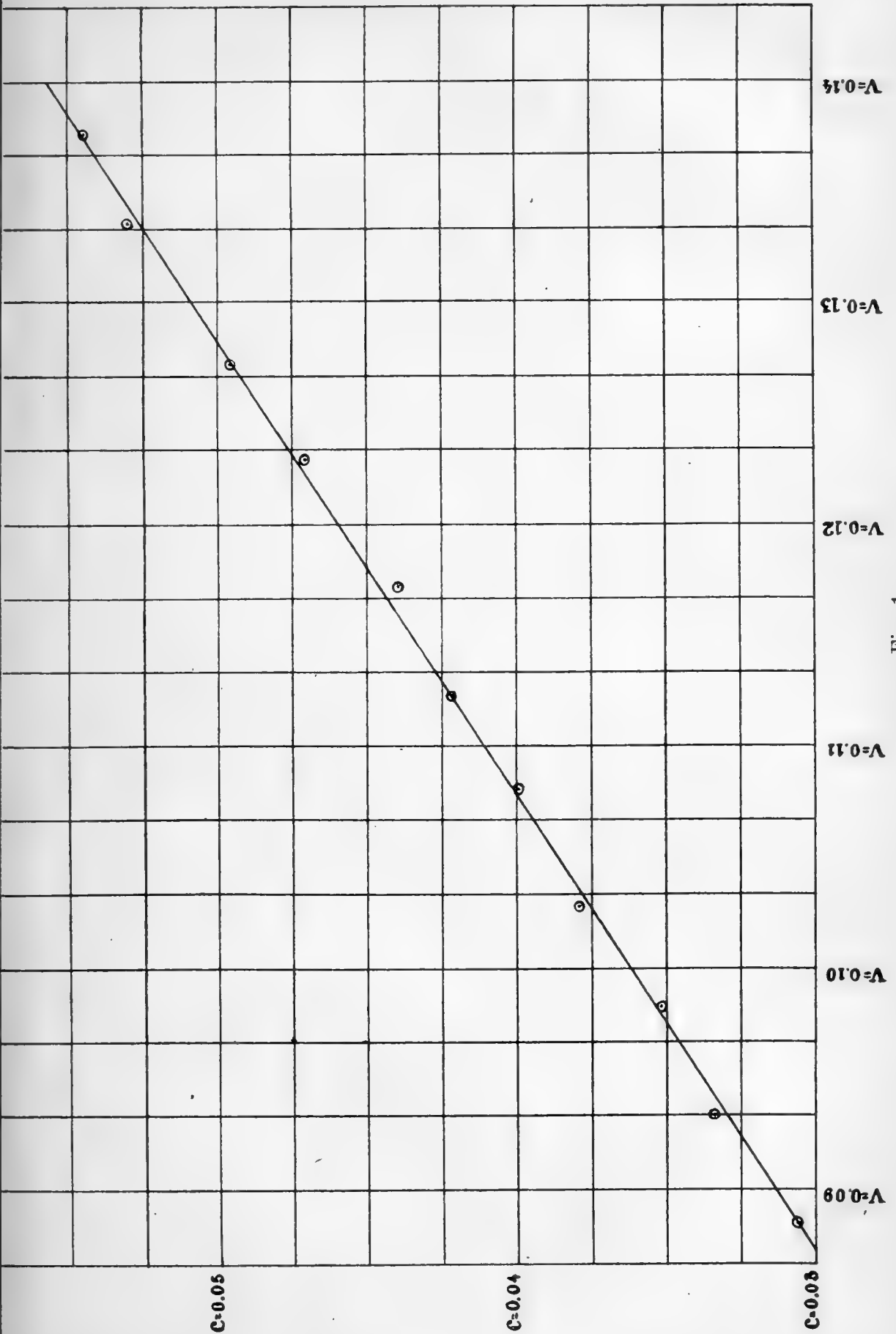


Fig. 1

Zur Kenntniss der Reduviiden-Gattung *Vachiria* Stål.

von

B. POPPIUS.

(Vorgelegt am 22 März 1909).

Vor einiger Zeit erhielt das Zoologische Museum der hiesigen Universität von Herrn C. Ahnger in Ashabad eine Art der Gattung *Vachiria* Stål, die sich als eine noch nicht beschriebene Art erwies. Um die Art näher zu untersuchen war es aber notwendig die Jakowlew'schen Typen zur Ansicht zu erhalten, wobei ich mich an Herrn B. Osharin in St. Petersburg wandte, der mit grösster Liebenswürdigkeit die Jakowlew'schen Typen mir zur Verfügung stellte. Ausserdem sandte er mir auch einige unbestimmte Exemplare, unter denen sich auch einige unbeschriebene Arten vorfanden. Ich beschloss mich darum, durch Anregung des Herrn Prof. O. M. Reuter, alle die bekannten Arten näher zu untersuchen und lege ich hiermit die Resultate der Öffentlichkeit vor. Es ist mir an dieser Stelle eine angenehme Pflicht Herrn Staatsrath B. Osharin sowie auch Herrn Prof. O. M. Reuter meinen aufrichtigsten Dank auszusprechen.

Vachiria Stål.

Vachiria Stål. Öfv. Sv. Vet. Ak. Förh. 1859, p. 375. —
Kngl. Sv. Vet. Ak. Handl., Bd. VII, N:o 11, 1868, p. 102. — Öfv.

Sv. Vet. Ak. Förh. XXIX, N:o 6, pp. 43—48. — Jak. Hor. Soc. Ent. Ross., 36, p. 199. — Osh. Verz. Pal. Hem., Bd. I, Lief. II, p. 556. — *Centroscelis* Jak. Труд. Русск. Энт. Общ. 8, p. 75. — *Centroscelicoris* Put. Cat. Hem. 1886, p. 38.

Der Körper sehr gestreckt, fast parallelseitig, oder nach hinten nur schwach erweitert, der Hinterkörper abgeflacht.

Der Kopf ist schmal und gestreckt, fast parallelseitig, selten hinten verschmälert, gleich hinter den Antennen mit einem kleinen Tuberkelchen, der Quereindruck etwa in der Mitte. Die Augen liegen vor der Mitte und sind gross und vorspringend. Die Ocellen sind auf einem kleinen Tuberkelchen gelegen. Die Antennen sind ziemlich lang, das erste Glied immer länger als der Kopf. Das erste Rostral-Glied ist etwas verdickt, länger als dick, viel kürzer als das gestreckte und schmalere zweite Glied.

Der Halsschild ist konisch, etwa in der Mitte quer eingeschnürt. Auf der vorderen Hälfte sind meistens kleine haartragende Tuberkelchen und einige Spinulæ zu sehen, die jedoch zuweilen nicht vorhanden sind. Die Vorderecken sind deutlich abgesetzt. Die hintere Hälfte ist von der Seite gesehen nach hinten mehr oder weniger stark erhoben, an der Basis in der Mitte mit zwei mehr oder weniger stark hervortretenden, meistens zahnförmig zugespitzten Wülsten, die oft zwei oder drei Spinulæ tragen. Die Basis ist in der Mitte ausgebuchtet, die Hinterecken abgerundet und zahnförmig hervortretend. Die Mesopleuren sind vorne mit einem kleinen Tuberkelchen bewehrt.

Das Scutellum ist gestreckt triangulär, die Hemielytren erstrecken sich bei den meisten Arten bis zu der Spitze des Hinterkörpers, sind aber zuweilen sowohl beim ♂ wie auch beim ♀ kürzer als derselbe. Der Hinterkörper ist meistens breiter als die Hemielytren, selten ebenso breit.

Die Beine sind lang, die Vordertarsen eingliedrig. Die Vorderschenkel sind unten mit zahlreichen, mehr oder weniger kräftig entwickelten Borstendörnchen bewehrt. Die Klauen sind einfach. Die Gattung ist mit *Nagusta* Stål nahe verwandt. — Typus: *V. natolica* Stål.

Übersicht der Arten.

- 1 (6) Das Pronotum ohne Höckerchen auf der Scheibe.
 2 (3) Die Fühler, die Beine und das Connexivum einfarbig hell. Die erstgenannten und die Beine lang.
V. przewalskii Jak.
- 3 (2) Die Fühler und die Beine braunrot-braun geringelt, kürzer. Das Connexivum dunkel gefleckt.
 4 (5) Grössere Art. Die Beine und das erste Fühlerglied länger. Die Erhebungen an der Basis des Halsschildes sind ziemlich flach, einfarbig.
V. annulipes n. sp.
- 5 (4) Kleinere Art. Die Beine und das erste Fühlerglied sind kürzer. Die Erhebungen an der Basis des Halsschildes sind kräftig und hoch, auf der Hinterseite dunkel gefärbt.
V. oshanini n. sp.
- 6 (1) Das Pronotum auf der Scheibe mit einigen Höckerchen.
 7 (12) Die Höckerchen von derselben, hellen Farbe wie die übrigen Teile der Pronotum-Scheibe.
 8 (9) Der Kopf hinter den Augen nach hinten zu ziemlich stark verengt. Die Vorderschenkel ebenso lang als die Hinterschenkel. Das erste Fühlerglied lang, zur Basis kaum verdickt.
V. insignis Jak.
- 9 (8) Der Hinterteil des Kopfes nicht oder kaum merkbar verengt. Die Vorderschenkel deutlich kürzer als die Hinterschenkel. Das erste Fühlerglied verhältnismässig kurz.
 10 (11) Die Spitze der Hinterschenkel schwarz. Die Höckerchen auf dem Pronotum länger und kräftiger. Grösser. Connexivum immer dunkel gefleckt.
V. natolica Stål.
- 11 (10) Die Spitze der Hinterschenkel hell. Die Höckerchen länger und dünner. Kleiner. Connexivum einfarbig hell (? oder zuweilen dunkel gefleckt).
V. semenovi Jak.
12. (7) Die Höckerchen des Pronotums schwarz oder auch die hinteren hell mit schwarzer Spitze.
 13. (14) Dunkler gefärbt, etwas grösser. Der Vordertheil des Pronotums mit zahlreicheren, grösseren Tuberkeln. Die Höckerchen kürzer, zahlreicher. Die Beine länger.
V. spinosa Jak.

14. (13) Heller, kleiner. Die Tuberkeln sind nur wenige, kleiner. Die Höckerchen weniger zahlreich, länger und spitzer. Die Beine kürzer. *V. similis* n. sp.

Vachiria przewalskii Jak.

Centrosceliocoris przewalskii Jak. Hor. Soc. Ent. Ross. 24, p. 239. — *Vachiria przewalskii* Jak. l. c. 36, p. 200 et 202. — id. Oshanin, Verz. Pal. Hemipt. Bd I, Lief. II, p. 558.

Der Körper sehr gestreckt, fast parallelseitig, einfarbig lehmgelb, oder auch der Kopf, die vordere Hälfte des Pronotum und des Schildchens, hell gelborange. Die Klauen Schwarz.

Der Kopf ist lang und schmal, nach hinten nicht verschmälert, sehr kurz und ziemlich weitläufig behaart, kaum $\frac{1}{4}$ kürzer als der Halsschild, etwa $2\frac{1}{2}$ mal kürzer als das erste Fühlerglied. Die Farbe ist bei dem mir vorliegenden Exemplar einfarbig hell, soll nach Jak. l. c. auch hinter den Augen einen schwarzen Streifen haben. Die Augen sind gross und ziemlich vorspringend. Die Fühler sind lang und dünn. Das erste Glied sehr gestreckt, zur Basis allmählich, wenig kräftig verdickt, dicht hell, ziemlich abstehend und kurz beborstet, etwas länger als das zweite. Nach Jakowlew l. c. soll das dritte Glied (dasselbe ist bei dem mir vorliegenden Exemplare mutilliert) viermal kürzer als das zweite sein.

Der Halsschild ist sehr fein gekörnelt, sehr kurz behaart, gestreckt konisch, oben ohne Höcker, nach hinten zu von der Seite gesehen ziemlich erhoben, vor der Mitte der Scheibe nur schwach der Quere nach eingedrückt. Die Hinterecken sind abgerundet, schwach beulenförmig hervorspringend, die Erhebungen in der Mitte der Basis ziemlich schwach, stumpf, die Längsleisten, die sich von hier nach vorne erstrecken, sind schmal, wenig erhoben, sind aber auch vor der Querfurchung schwach zu sehen.

Der Clavus ist glasartig durchsichtig, an der Suture mit einem kleinen, dunklen Pünktchen. Corium gleichartig, am Aussenrande aber breit undurchsichtig.

Die Beine sind lang und dünn, die Vorderschenkel ziemlich schwach verdickt, unten fein und weitläufig bedornt, die

übrigen Schenkel und die Schienen ziemlich dicht, kurz behaart. Die Schenkel sind entweder einfarbig oder weitläufig braun punktiert, die hinteren bedeutend länger als die vorderen. — Long 12—15 mm (sec. Jak.). Das mir vorliegende ♀ ist 14 mm lang und 2 mm breit.

Das ♂ ist mir unbekannt.

Durch den Mangel an Höckern auf dem Halsschilde und durch die langen, einfarbigen Fühler und Beine von den anderen Arten der Gattung leicht zu unterscheiden.

Zwischen Lob-noor und Tchertschen, 9. III — 10. IV. 1885 (Exp. Przewalski sec. Jak.); Oase Nia in Ost-Turkestan 1890 (Exp. Pjevitzov, sec. Jak.); Oase Satshjow, V. 1894 (Exp. Robonovsky et Kozlov, sec. Jak.); Bugas in Khami! 29. VIII — 6. IX. 1895 (Mus. P:burg).

Vachiria annulipes n. sp.

Sehr gestreckt, fast parallelseitig, gelbbrot, matt, die Basis, die Mitte und die Spitze des ersten Fühlergliedes breit und scharf rotbraun geringelt, die Mitte und die Spitze des zweiten Gliedes nur mit schwach hervortretender Ringelung, die Spitze und zwei breite Ringe auf den Schenkeln, die Basis und ein schmaler Ring vor der Mitte der Schienen von derselben Farbe. Das erste Fühlerglied und die Mittelschienen schwach, die Hinterschienen kräftiger verdickt auf den verdunkelten Stellen. Die Seiten des Pronotums vor der eingeschnürten Stelle und die Basis des Scutellum braunschwarz, Connexivum braun gefleckt, die Klauen schwarz.

Kopf gestreckt und lang, hinten nicht oder kaum merkbar verschmälert, einzeln kurz beborstet, die Ocellar-Beulen klein. Die Fühler sind dünn, das erste Glied zur Basis allmählich verdickt, auf den verdunkelten Stellen dicht, dazwischen weitläufiger mit kleinen haartragenden Tuberkeln bekleidet, die Haare kurz und nach vorne gerichtet. Das Glied ist doppelt länger als der Kopf, etwa doppelt länger als das zweite, dieses etwas länger als die zwei übrigen, das vierte etwa um $\frac{1}{3}$ kürzer als das dritte. Die Augen sind gross und vorspringend.

Der Halsschild etwa $\frac{1}{3}$ länger als der Kopf, oben fein und ziemlich dicht, auf der vorderen Hälfte rauher lederartig gewirkt, von der Seite gesehen nach hinten ziemlich schwach erhöht, ohne Dörne, am Basalrande in der Mitte mit zwei und an den Hinterecken jederseits mit einer Erhöhung. Von denselben erstrecken sich nach vorne bis zur Querfurche sehr schwach abgesetzte Längswülstchen. Die Hinterecken sind abgerundet. Die Hemielytren sind kürzer als der Hinterkörper. Der Clavus ist glasartig durchsichtig, an der Sutura mit zwei kleinen, dunklen Pünktchen. Das Corium ist ebenfalls durchsichtig, an den Seiten aber breit gelbrot.

Die zwei vorletzten Dorsalsegmente tragen hinten einen kleinen Höcker.

Die Unterseite ist kurz anliegend, weitläufig hell pubescent. Die Beine sind lang, die Vorderschenkel etwa ebenso lang als die Hinterschenkel, die erstgenannten unten mit größeren und kleineren Höckerchen bewehrt, die dunklen Ringe der Schienen ziemlich dicht gekörnelt: — Long. 13 mm, lat. 1.8 mm.

♂ unbekannt.

Durch den unbewehrten Halsschild und den gestreckten Körper mit *V. przewalskii* Jak. verwandt, unterscheidet sich aber sofort durch andere Färbung, sowie durch die Ringelung des ersten Fühlergliedes und der Schenkel und Schienen.

Südost-Persien: Bampur-Koskin, 30. VII. 1898, 1 ♀; Südost-Kirman, Basman, 2—4. VIII. 1898, 1 ♀. (Zarudny, Mus. P:burg).

Vachiria oshanini n. sp.

? *V. annulicornis* Osh. i. l., vide Jak. Hor. Soc. Ent. Ross. 36, p. 203.

Mit der vorigen Art nahe verwandt. Die Farbe ist dunkler, die Fühler sind kürzer, das erste Glied auffällig kürzer, dicker. Das zweite Glied ist nur etwa $\frac{1}{3}$ kürzer als das erste. Der Halsschild ist etwas kürzer, die Höcker an der Basis sind viel kräftiger, von denen die mittleren stark er-

hoben und deutlich zugespitzt und auf der Hinterseite dunkel gefärbt sind. Die Oberseite ist dichter beschuppt. Die Beine sind kürzer, die Schenkel dicker, die Ringe stärker verdickt, kräftiger gekörnelt. Ausserdem ist der Körper kleiner. In anderen Hinsichten stimmen die Arten mit einander überein. — Long. 11 mm, lat. 1.5 mm.

♂. Das letzte Dorsalsegment ist am Hinterrande breit abgerundet, jederseits ausgeschweift und abgekürzt, die abgekürzte Stelle breit abgerundet. Das letzte Ventralsegment ist blasenförmig aufgetrieben, oben in der Mitte mit einem schmalen, jederseits mit ebenfalls einem schmalen, schwach aufgerichteten Zähnchen bewehrt.

Transcaspien: Stat. Gjaurs-Bairam-Ali, 1896 (Ahnger, Mus. P:burg et Helsingfors.); Station Tedsjen, 18—23. VIII. 1896 (Ahnger, Mus. P:burg), an der Stat. Karybent, 13. IV. 1905 (Ahnger, Mus. Helsingf.).

— 9 Exx. — Lebt nach Ahnger auf *Tamarix*, mit dessen Blüthenzweigen und Fruchtsammlungen die Art eine grosse Farbenähnlichkeit besitzt. — Nach dem hervorragenden Kenner der Central-Asiatischen Hemipteren-Fauna, Herrn Staatsrath B. Oshаниn benannt.

Vachiria insignis Jak.

Vachiria insignis Jak. Hor. Soc. Ent. Ross., 36, p. 200 et 201. — Oshаниn. Verz. Pal. Hemipt. Bd. I, Lief. II, p. 557.

Gestreckt, fast parallelsichtig, oben ziemlich weitläufig, kurz, fein beborstet, einfarbig hell graugelb, matt, die Ocelartuberkeln hinten und die Klauen schwarz. Der Kopf ziemlich lang, hinter den Augen zur Basis deutlich verengt, etwa $\frac{1}{2}$ mal kürzer als der Halsschild und etwa zwei mal kürzer als das erste Fühlerglied. Bei dem Typen-Exemplar kann ich nicht, wie Jakowleff in seiner Beschreibung erwähnt, die „tubercules antennifères noirs“ finden. Die Fühler sind lang, das erste Glied gestreckt, zur Basis äusserst schwach verdickt, sehr weitläufig kurz behaart ohne Haartuberkelchen. Das erste Glied ist um die Hälfte kürzer als das zweite, ebenso lang als die zwei übrigen zusammen. Das dritte

Glied nur etwas länger als das vierte. Die Augen sind gross und vorspringend.

Der Halsschild ist ziemlich gestreckt conisch, vorne mit ziemlich zahlreichen, hinten weitläufiger gestellten kleinen haartragenden Tuberkelchen, die auf dem Hinterteil jedoch kräftiger entwickelt sind. Die Hinterecken sind abgerundet, diese und die in der Mitte der Basis gelegenen Erhebungen sind wenig kräftig, abgerundet, mit ganz kurzen, hellen Höckerchen bewehrt. Die Längsfurchen sind schwach hervortretend. Der Clavus ist durchsichtig, an der Suture mit einem kleinen, dunklen Pünktchen. Das Corium innen durchsichtig, am Aussenrande aber breit hell gelbgrau gefärbt.

Das Connexivum ist einfarbig. Die Beine sind lang, kurz anliegend, ziemlich dicht behaart, die Vorderschenkel nur schwach verdickt, unten mit Borsten bewehrt, ebenso lang als die Hinterschenkel. — Long. 10,5—11,5 mm, lat. 1,8—2 mm sec. Jak. Das einzige mir vorliegende Exemplar, ein ♀, ist 9.6 mm lang und 1.8 mm breit.

Das ♂ ist mir unbekannt.

Von den drei vorigen Arten sofort zu unterscheiden durch das Vorhandensein kleiner Dörnchen auf der Scheibe des Pronotums. Von allen folgenden Arten unterscheidet sich diese durch den Bau des Kopfes, der hinter den Augen nach der Basis zu deutlich verengt ist, sowie auch durch mehr paralleseitigen Körper, längere Fühler und Beine; die Vorder- und die Hinterschenkel sind von gleicher Länge.

Transcaspien: Uzun-ada!, 21. VI. 1896 (P. Varentzov, Mus. P:burg). — Ich habe nur ein Typen-Exemplar gesehen.

Vachiria spinosa Jak

? *Reduvius desertus* Beck. Bull. Soc. Nat. Mosc., 1867, 1, p. 114; — *Centroscelis spinosus* Jak. Труд. Русск. Энт. Общ., 8, p. 76, T. 2, Fig. 11; — *Centroscelicoris desertus* Leth. et Sev. Cat. 3, p. 150. — Put. Cat. p. 49; — *Vachiria spinosa* Jak. Hor. Soc. Ent. Ross. 36, p. 200. — Oshan. Verz. Pal. Hem. Bd. I, Lief. II, p. 557.

Gestreckt, ziemlich paralleseitig, der Hinterkörper nach hinten jedoch etwas erweitert, grau mit schwachem gelblichen Anstrich, matt, beschuppt; der Kopf oben auf dem Vorderteil schwarz, die Antenn-Tuberkeln und der Hinterteil gelblich, zwei Längsstriche auf der Stirn und ein schief gestellter Strich an den Seiten dunkel; der Halsschild vorne mit ausgedehnter schwarzer Zeichnung, die Dörnchen von gleicher Farbe. Das Schildchen schwarz, die Seiten und die Spitze schmal hell. Das Connexivum dunkel gefleckt. Die Basis des ersten Fühlergliedes schwarz; die Schenkel mit un deutlich abgesetzten Ringen, die an den Knien der Mittel- und Hinterbeine deutlicher sind, und zwei solche am basalen Teil der Tibien braun-braunschwarz, die Klauen schwarz.

Der Kopf ist lang gestreckt, nach hinten nicht verengt, nur um $\frac{1}{4}$ kürzer als der Halsschild, und ebenso viel kürzer als das erste Fühlerglied, einzeln mit aufgerichteten Borstenhaaren besetzt. Die Augen sind gross und vorspringend. Das erste Fühlerglied ist ziemlich kurz, zur Basis verdickt, nur etwa um $\frac{1}{4}$ länger als das zweite, mit nach vorne gerichteten, kurzen, sehr wenig abstehenden Häärchen bekleidet. Das zweite Glied ist etwas kürzer als die zwei folgenden zusammen, das dritte kürzer als das vierte.

Der Halsschild ist konisch, nach hinten zu von der Seite gesehen ziemlich erhoben, auf der vorderen Hälfte mit mehreren, in vier Längsreihen geordneten Tuberkelchen bewehrt, sehr kurz abstehend, weitläufig behaart; die Hinterecken sind abgerundet und in ziemlich kräftigen Spitzen ausgezogen. Die zwei mittleren Wülste sind mässig erhoben, mit drei in einer Reihe geordneten, kräftigen, aber ziemlich kurzen Spinulæ bewehrt. Die Längswülste sind schwach hervortretend.

Die Hemielytren erstrecken sich bis zur Spitze des Hinterkörpers. Der Clavus ist durchsichtig, das Corium am Innenrande ebenso, am Aussenrande aber breit undurchsichtig.

Die Beine sind ziemlich lang, fein behaart, die Vorder-schenkel etwas kürzer als die Hinterschenkel, mässig verdickt, unten mit einzelnen, ziemlich kräftigen Stachelhaaren besetzt. — Long. 8,5—9, lat. 2 mm.

♂. Das letzte Dorsalsegment ist in der Mitte schwach vorgezogen und fast gerade abgeschnitten, kaum merkbar

ausgeschweift, jederseits kräftig ausgeschnitten. Das letzte Ventralsegment einfach.

Scheint eine sehr weite Verbreitung in Südost-Europa und Central-Asien zu haben. Ich habe zwei Typen von Astrachan und ausserdem ein Exemplar von Khanskaja stavka, Ryn-Wüste, Astrahan, (Pluschtschewsky) gesehen (Mus. Helsingf.). Ausserdem ist die Art nach Oshanin l. c. von folgenden Fundorten bekannt. Südost-Russland: Seroglazinka; Biryutshya Kosa; Kirgisen-Steppe; Ural; Krim: Eupatoria; Caucasus: Petrovsk; Derbent; Orudbad; Aralikh; Lenkoran; Mangishlak; Transcaspien: Krasnowodsk; Turkestan: In Niederungen; Syr-Darja; Fergana; Samarkand; Ost-Turkestan: Tschertschen; Nia.

Vachiria similis n. sp.

Gestreckt, nach hinten schwach verbreitert, hell graugelb, matt, die Basis des ersten Fühlergliedes, der Vorderteil des Kopfes, zwei Striche hinter den Augen, der eine auf der Stirne, der andere an den Seiten, beide hinten zusammenstossend, die Seiten des Pronotums vor der Querfurche sowie auch die Spinulæ, die Basis des Scutellum, Flecke auf dem Connexivum und die Klauen schwarz, die Kniee und unbestimmte Zeichnungen auf den Vorderschenkeln verdunkelt.

Der Kopf ist lang und schmal, nach hinten zu nicht verschmälert, sowohl vorne als auch hinten mit einzelnen Borstenhäärchen; die Augen sind gross. Die Fühler sind ziemlich kurz; das erste Glied ist kurz, zur Basis verdickt, nur $\frac{1}{4}$ länger als der Kopf, das zweite Glied etwa um $\frac{1}{4}$ kürzer als das erste, etwas länger als das dritte, das kaum länger als das vierte ist.

Der Halsschild ist etwa $\frac{1}{4}$ länger als der Kopf, konisch, mit einzelnen, kleinen Haar-tragenden Tuberkelchen, ausserdem aber auf der vorderen Hälfte mit zwei, auf der hinteren Hälfte mit vier Stachelchen, von denen die hinteren auf den mittleren Erhebungen paarweise, das eine vor dem anderen,

gelegen sind. Die Hinterecken sind abgerundet und in einem kleinen hellen Zähnchen vorgezogen.

Die Flügeldecken sind beim ♂ und ♀ ebenso lang als der Hinterkörper. Der Clavus ist glasartig durchsichtig; das Corium ist innen ebenso gebildet, die Seiten aber sind breit hell graugelb gefärbt und undurchsichtig.

Die Beine sind ziemlich kurz, die Vorderschenkel etwas kürzer als die Hinterschenkel, die erstgenannten auf der Unterseite mit Haarstachelchen bewehrt, sowohl die Schenkel, wie auch die Schienen hell abstehend behaart. — Long. 8 mm, lat. 2 mm.

♂. Das letzte Dorsalsegment kaum vorgezogen in der Mitte und jederseits kaum merkbar ausgeschweift. Das letzte Ventralsegment blasenförmig aufgetrieben, jederseits mit einem feinen, ziemlich kurzen Zähnchen.

Von *V. semenowi* Jak., *insignis* Jak. und *natolica* Stål u. a. sofort durch den dunkel gefärbten Spinulæ auf dem Pronotum zu unterscheiden. Von *V. spinosa* Jak., mit welcher sie sehr nahe verwandt ist, unterscheidet sich die neue Art durch folgende Merkmale: Die Farbe ist heller; auf dem Vorderteil des Pronotums sind die Tuberkeln kleiner und einzelner; die Höckerchen sind länger und die Hinterecken sind etwas länger und spitzer vorgezogen. Schliesslich sind die Beine kürzer und heller gefärbt.

Transcaspien: Station Gjaurs-Bairam-Ali, 1896, 2 Exx. (Ahnger, Mus. P:burg.).

Vachiria semenowi Jak.

Vachiria semenowi Jak. Hor. Soc. Ent. Ross. 36, p. 200 et 202; — Oschan. Verz. Pal. Hem. Bd. I, Lief. II, p. 557.

Gestreckt, fast parallelseitig, einfarbig gelb mit weisslichen Schuppen bestreut, nur der Kopf hinten mit einem schwarzbraunen Strich, die Basis des Schildchen braungelb, die Klauen schwarz.

Der Kopf ist gestreckt und schmal, nach hinten kaum merkbar verengt, ebenso lang als der Halsschild, etwa $\frac{2}{5}$ kür-

zer als das erste Fühlerglied, oben mit kurzen, abstehenden Häärchen, die von kleinen Tuberkelchen emporsteigen, bedeckt, die Ocellartuberkelchen schwarz. Die Augen sind gross und ziemlich hervorspringend. Die Fühler sind lang, das erste Glied ziemlich lang, zur Basis nur sehr schwach verdickt, etwas mehr als doppelt länger als das zweite; das letztgenannte Glied ist etwas länger als das dritte, ebenso lang als das vierte. Die Fühler sind fast ohne Behaarung, nur das erste Glied trägt an der Basis einzelne kurze und anliegende solche.

Der Halsschild ist konisch, ziemlich dicht fein weisslich beschuppt, mit einzelnen, abstehenden Häärchen bestreut, auf der vorderen Hälfte mit einigen, ziemlich kräftigen Dörnchen bewehrt, hinten jederseits vor der Basis mit zwei etwas kräftigeren solchen, die in einer Längsreihe angeordnet sind. Auf diesen Stellen ist die Basis nur schwach erhoben. Die Hinterecken sind abgerundet und in zwei spitzen, dornförmigen Ecken ausgezogen. Die Längswülstchen sind nur schwach ausgebildet.

Die Hemielytren ebenso lang als der Hinterkörper.

Der Clavus glasartig durchsichtig, das Corium ist innen gleichartig gebildet, am Aussenrande aber breit undurchsichtig.

Die Hinterschenkel sind bedeutend länger als die vorderen, welche letztere schwach verdickt sind und unten mit kurzen und kleinen Dornhäärchen bewehrt sind. Die vier hinteren Schenkel haben vor der Spitze einen wenig scharf hervortretenden, dunklen Ring. — Long. 8,5—9 mm, lat. 1,8—2,2 mm sec. Jak. l. c. Das einzige mir vorliegende Exemplar ist nur 7,9 mm lang und 1,9 mm breit.

Die ♂-lichen Geschlechtsmerkmale wie bei der vorigen Art.

Ist am nächsten mit *natolica* Stål verwandt. Der Körper ist etwas kleiner, die Fühler anders gebaut, die Dörnchen auf dem Halsschilde sind kleiner und schwächer, die Behaarung der Beine ist kürzer und schliesslich ist das Connexivum einfarbig hell.

Transcaspien: Tedjen, 11. VI. 1888, (A. Semenov, Mus. P:burg).

Var. *laterale* n. var. (an sp. n?).

Ich habe ein ♀-ches Exemplar dieser Gattung gesehen, das in allen anderen Hinsichten mit *V. semenowi* übereinstimmt, nur das Connexivum ist aber gefleckt. Das ist möglich, dass hier eine verschiedene Art vorliegt, das ungenügende Material — von *semenowi* habe ich ebenfalls nur ein Stück gesehen — lässt aber diese Sache nicht entscheiden, woher ich das Stück als eine Var. von *semenowi* hier beschreibe. Dasselbe erinnert auch sehr an *V. natolica*, die geringere Grösse und der andere Bau der Fühler unterscheiden dieselben sofort von einander.

Transcaspien: Golodnaja-Steppe, an der Stat. Agatschi, 3. VII. 1896 (J. Sahlberg, Mus. Helsingf.).

Vachiria natolica Stål.

Vachiria natolica Stål. Öfv. Sv. Vet. Ak. Förh. 1859, p. 375. — Enum. Hem. 4, p. 20. — *V. pallidispinis* Jak. Hor. Soc. Ent. Ross. 36, p. 200; — Osh. Verz. Pal. Hem. Bd. I, Lief. II, p. 557. — *Centrosceliocoris pallidispinis* Reut. Rev. d'Ent. 1891, p. 141. — *Centroscelis spinosus* Boliv. Enum. Hem., T. 2, Fig. 4.

Lang gestreckt, fast parallelseitig, der Hinterkörper nach hinten schwach erweitert, matt, fein hell beschuppt, gelb-gelbbraun, ein Längsstrich hinten auf dem Kopfe, Flecke auf dem Connexivum und kleinere an den Seiten der Unterseite des Hinterkörpers, die Spitze der Schenkel und die Klauen schwarz.

Der Kopf ist lang und schmal, nach hinten nur sehr schwach verschmälert, etwas kürzer als der Halsschild und etwa um $\frac{1}{3}$ kürzer als das erste Fühlerglied, einzeln mit ziemlich kurzen, abstehenden Borstenhaaren besetzt. Die Augen sind gross und vorspringend. Die Fühler sind ziemlich lang, das erste Glied ist lang, längs der Ganzen Ausdehnung mit kurzen, einzeln stehenden, nach vorne gerichteten Härchen bekleidet, zur Basis schwach verdickt, etwa so lang als die zwei letzten Glieder zusammen. Das zweite

Glied ist um die Hälfte kürzer als das erste, etwa ebenso lang als das vierte, länger als das dritte.

Der Halsschild ist konisch, mit kurzen, abstehenden Härchen ziemlich dicht bekleidet. vorne mit in zwei Reihen angeordneten, ziemlich kräftigen Dörnchen, 3—6 in jeder Reihe. Die zwei Wülstchen jederseits an der Mitte der Basis sind kräftig und tragen drei starke Dörnchen, von denen das mittlere am kräftigsten ist. Die Hinterwinkel sind abgerundet und sind in starken zugespitzten Ecken vorgezogen. Die Längswülstchen auf der Scheibe sind ziemlich schwach entwickelt.

Die Hemielytren ebenso lang wie der Hinterkörper. Der Clavus und das Corium sind wie bei der vorigen Art gebildet.

Die Beine sind ziemlich lang, die Schenkel mit längeren und kürzeren, die Schienen mit gleichlangen, verhältnismäßig dicht stehenden, abstehenden Härchen bekleidet, die schwach verdickten Vorderschenkel auf der Unterseite ausserdem mit ziemlich dicht stehenden Dornhärchen bewehrt. Die Vorderschenkel sind etwas kürzer als die Hinterschenkel. — Long. 8,5—9 mm, lat. 1,9—2,4 mm.

Die ♂-lichen Geschlechtscharaktere wie bei *V. spinosa* Jak.

Steht der vorigen Art sehr nahe, unterscheidet sich aber durch dichtere Behaarung des Halsschildes und der Beine, durch anders gebaute Fühler sowie durch kräftiger entwickelte Dörnchen auf dem Halsschilde.

Verbreitung. Hat ein sehr weites Verbreitungsgebiet an den afrikanischen Mittelmeerküsten und ist auch in Anatolien und Spanien gefunden worden. Stål hat die Art zuerst von Anatolien beschrieben. Mir liegen Exemplare von folgenden Fundorten vor: Suez, 2 Typen-Exemplare zu Reuter's *pallidispinis*; Anatolia: Fl. Hermos, an der Stat. Menemen, 11. V. 1904, auf *Tamarix*, (J. Sahlberg); Aegyptia (Coll. Pictet): Luxor, 4. II. 1904, auf *Tamarix*; Heluan 30. I. 1904 (J. Sahlberg); Hispania: Ciudad, VII. — Soll auch in Algier gefunden worden sein. — Das spanische Stück, dass ich gesehen habe, stimmt mit den ostmediterranen Exemplaren sehr gut überein, nur die Farbe ist etwas dunkler.

Über die geographische Verbreitung der Gattung *Vachiria*.

Die 8 jetzt bekannten Arten dieser Gattung gehören alle den Steppen- und Wüsten-Gebieten der paläarktischen Region an. Von zwei Arten, *V. oshanini* u. *natolica*, wissen wir, dass sie auf *Tamarix*-Sträuchern leben, mit deren besonders Blüten-Ständen sie eine auffallende Ähnlichkeit in der Farbe haben. Da sonst die verschiedenen Arten mit einander eine grosse habituelle Ähnlichkeit besitzen, ist es nicht unwahrscheinlich, dass auch die anderen ebenfalls sich zu derselben Pflanze halten und dass somit ihre Verbreitung mit derselben der *Tamarix* mehr oder weniger zusammenfällt.

Das Hauptverbreitungsgebiet der Vachirien scheint in den westlicheren Teilen von Central-Asien, in Transcaspien und im russischen Turkestan zu sein. Von diesen Gegenden sind nicht weniger wie 5 Arten bekannt und zwar: *V. oshanini*, *insignis*, *spinosa*, *similis* und *semenowi*. Mehrere dieser sind nur auf einzelnen Lokalitäten nachgewiesen worden und scheinen somit durchgehend ein ganz kleines Verbreitungsgebiet zu haben. Nur *spinosa* weicht in dieser Hinsicht ab, indem sie eine ungewöhnlich grosse Verbreitung hat. Sie ist in den südöstlichen Teilen des europäischen Russlands auf mehreren Stellen gefunden worden, westlichst auf der Krim, nördlichst an den Ausläufern des südlichen Ural-Gebirges. Ausserdem ist sie auch im Caucasus nachgewiesen worden und von hier geht ihre Verbreitung weiter gegen Osten durch Transcaspien und Turkestan bis Tschertschen und Nia im chinesischen Turkestan, wo ihr jetzt bekannter östlicher Fundort gelegen ist. In denselben Gegenden, wo sie ihre Ostgrenze erreicht, tritt eine andere Art hinzu und zwar die grösste der ganzen Gattung: *V. przewalskii*. Sie ist nur in den eben angeführten Gegenden gefunden worden.

Südlich von diesem Gebiete und, wie es scheint, ganz isoliert finden wir wieder eine Art, *V. annulipes*, und zwar in Südost-Persien.

Auch ein anderes, ebenfalls von den oben angeführten ziemlich isoliertes Gebiet finden wir etwas weiter gegen Wes-

ten. Hier begegnen wir auch nur eine einzige Art, die jedenfalls eine grosse Verbreitung besitzt: *V. natolica*. Sie ist schon lange her aus Anatolien bekannt und ist von hier längs der ganzen afrikanischen Mittelmeer-Küste, in Aegypten und in Algier, gefunden und in den westlichsten Teilen des mediterranischen Gebietes dehnt sich ihre Verbreitung zu der pyrennäischen Halbinsel aus, wo sie in Central-Spanien gefunden worden ist.

In ihrer Verbreitung zeigen die *Vachiria*-Arten viele Analogien mit eine Menge Gattungen und sogar Arten, die ebenfalls eine gleichartige Verbreitung besitzen. Auch unter den Hemipteren sind solche zahlreiche nachgewiesen worden.

Über ein Problem der Variationsrechnung

von

J. W. LINDBERG.

1. Durch die Einführung der Weierstrass'schen E -funktion in die Variationsrechnung ist es möglich geworden die notwendigen und hinreichenden Bedingungen des Extremums so scharf zu fassen, dass die allgemeinen Kriterien nur in gewissen Ausnahmefällen nicht über das Eintreten des Extremums Ausschlag geben. In einigen einfachen Problemen, wo s. g. diskontinuierliche Lösungen auftreten, sind aber die bis jetzt gemachten Untersuchungen noch nicht erschöpfend. Dies ist z. B. der Fall mit dem Problem, unter allen in einem bestimmten, durch Schranken begrenzten Gebiete verlaufenden, zwei gegebene Punkte verbindenden Kurven, diejenige zu finden, die das Integral

$$(1) \quad \int F(x, y, y') dx \quad \left(y' = \frac{dy}{dx} \right)$$

zu einem Minimum macht¹⁾. Das Zweck der vorliegenden Untersuchung ist zu zeigen wie man die Theorie dieses Problems zu einem ähnlichen Abschluss bringen kann wie die Theorie des entsprechenden Problems, wo die in Betracht kommenden Kurven durch keine Schranken beschränkt sind.

¹⁾ Nachdem die vorliegende Abhandlung in die Druckerei gegangen war, ist die zweite Lieferung der „Vorlesungen über Variationsrechnung“ von Bolza erschienen, und daraus geht hervor, dass ein Teil der hier gemachten Untersuchungen schon früher von Bliss, Transactions of the American Mathematical Society, Bd. V (1904), gemacht worden ist.

Dieses letzte Problem werden wir im Folgenden kurz das Problem ohne Schranken nennen.

2. Das Gebiet der Ebene, wo die von uns in Betracht zu ziehenden Kurven verlaufen sollen, möge mit S bezeichnet werden. Der Einfachheit halber nehmen wir an, dass dieses Gebiet aus der ganzen Ebene, mit Ausnahme eines gewissen Bereiches, der von einer regulär analytischen, geschlossenen, sich selbst nicht schneidenden Kurve begrenzt ist, besteht. Diese Kurve, die selbst zu S gehören möge, werde mit C bezeichnet.

Es seien 1, 2, 3 und 4 vier Punkte von S mit den Koordinaten $x_1 y_1, x_2 y_2, x_3 y_3$ und $x_4 y_4$ ($x_1 < x_2 < x_3 < x_4$), von welchen 1 und 4 ausserhalb C , 2 und 3 aber gerade auf C fallen. Die Punkte 2 und 3 teilen die Kurve C in zwei Teile; wir nehmen an, dass der eine von diesen keine mit der y -Achse parallele Tangente zulässt und das Gebiet S nach unten begrenzt. Ferner sei c eine die Punkte 1 und 4 verbindende Kurve, die durch die Punkte 2 und 3 geht und zwischen dieselben mit dem soeben fixierten Teil von C zusammenfällt. Die zwischen die Punkte 1 und 2, und 3 und 4 fallenden Teile von c mögen Bögen von regulären analytischen Kurven sein, die keine mit der y -Achse parallele Tangente zulassen, in ihrer ganzen Ausdehnung in S verlaufen und mit C nur die Punkte 2 und 3 gemein haben.

Die Gleichung von c sei $y = y(x)$.

Die folgenden Bezeichnungen mögen benutzt werden.

Wenn μ und ν zwei Punkte von c bezeichnen, so verstehen wir unter $c_{\mu, \nu}$ das Stück von c , das zwischen diese Punkte fällt. Wenn ϱ eine positive Konstante bedeutet, so bezeichnen wir mit S_ϱ den Teil des Gebietes S , der in das von den Kurven $y = y(x) + \varrho$ und $y = y(x) - \varrho$ und den Geraden $x = x_1$, und $x = x_4$ begrenzte Gebiet der Ebene fällt. Indem wir mit ϱ' eine zweite positive Konstante bezeichnen, so sei schliesslich $T_{\varrho\varrho'}$ die Gesamtheit aller im Gebiete S_ϱ verlaufenden Kurven $y = Y(x)$, die die Punkte 1 und 4 verbinden und deren erste Ableitungen zwar für $x = x_2$ und $x = x_3$ endliche Sprünge erleiden können, sonst aber überall stetig sind und der Ungleichung $|Y'(x) - y'(x)| < \varrho'$ genügen.

Wir fragen nach den Bedingungen, denen die Kurve c genügen muss, damit es möglich sei ϱ und ϱ' so klein zu wählen, dass c dem Integrale (1) einen kleineren Wert gebe als jede andere Kurve der Gesamtheit $T_{\varrho\varrho'}$. Hierbei nehmen wir an, dass $F(x, y, y')$ eine für alle in Frage kommenden Wertsysteme der Argumente reguläre analytische Funktion ist.

Nehmen wir zuerst die Stücke c_{12} und c_{34} in Betracht, so erhalten wir unmittelbar aus der Theorie des Problems ohne Schranken notwendige Bedingungen hinsichtlich derselben. Zu den variirten Kurven, die wir in Betracht zu ziehen haben, gehören nämlich auch die Kurven, die man erhält, wenn nur c_{12} oder nur c_{34} variirt werden, und somit müssen diese Bögen alle Bedingungen erfüllen, die beim Problem ohne Schranken notwendig sind. Sie müssen erstens Extremale, d. h. Integralkurven der Euler'schen ¹⁾ Differentialgleichung sein. Ferner dürfen sich zwischen ihren Endpunkten keine Paare von konjugierten Punkten befinden, und schliesslich muss auf ihnen die Legendre'sche Bedingung erfüllt sein, d. h. die Grösse $\frac{\partial^2 F}{\partial y'^2}(x, y(x), y'(x))$ darf in keinen Punkten der Intervalle $x_1 \leq x \leq x_2$ und $x_3 \leq x \leq x_4$ negativ werden.

Diese Bedingungen sind sämtlich schon für das schwache Minimum notwendig. Wenn ϱ_0' eine bestimmte positive Zahl ist, und es möglich sein soll ϱ so klein zu wählen, dass das Minimum gegenüber den Kurven $T_{\varrho\varrho_0'}$ stattfindet, so kommt noch die auf die Weierstrass'sche E -funktion bezügliche Vorzeichenbedingung hinzu. Die Weierstrass'sche Funktion $E(x, y, y', p)$ ist bekanntlich durch die Gleichung

$$E(x, y, y', p) = F(x, y, y') - F(x, y, p) - (y' - p) \frac{\partial F}{\partial y'}(x, y, p)$$

definiert, und die genannte Vorzeichenbedingung besagt Folgendes:

¹⁾ Nach Bolza, Vorlesungen über Variationsrechnung, ist die gewöhnlich als Lagrange'sche Differentialgleichung bezeichnete Gleichung Euler zuzuschreiben.

Wenn x in irgend einem der Intervalle $x_1 \leq x \leq x_2$ und $x_3 \leq x \leq x_4$ liegt, so muss $E(x, y, y', p)$ für

$$y = y(x), |y' - y'(x)| < \rho_0', p = y'(x)$$

positiv oder Null sein.

Die Notwendigkeit dieser letzten Bedingung wird zwar gewöhnlich unter der Annahme bewiesen, dass die Ableitung $\frac{\partial^2 F}{\partial y'^2}$ nicht nur nicht negative Werte annimmt, sondern auch nicht Null wird, kann aber auch ohne diese Annahme bewiesen werden¹⁾.

3. Wir wenden uns jetzt zu dem Teil c_{23} von c . Es ergibt sich sofort aus der Betrachtung der ersten Variation eine erste Bedingung die hier erfüllt sein muss.

Es sei $\eta(x)$ eine eindeutige im Intervalle $x_2 \leq x \leq x_3$ einmal stetig differenzierbare positive Funktion von x , die für $x = x_2$ und $x = x_3$ Null ist. Ersetzen wir das Stück c_{23} von c durch eine Kurve $y = y(x) + \alpha \eta(x)$, so gehört die so erhaltene Kurve für kleine positive Werte des Parameters α zu den Kurven, im Vergleich mit welchen c das Minimum ergeben soll. Also muss das Integral

$$\int_{x_2}^{x_3} F(x, y(x) + \alpha \eta(x), y'(x) + \alpha \eta'(x)) dx$$

für solche Werte von α grössere Werte erhalten als für $\alpha = 0$, woraus folgt, dass die Ableitung desselben für $\alpha = 0$ positiv oder Null sein muss. Diese erste Ableitung ist aber gerade die erste Variation

$$\int_{x_2}^{x_3} \left(\frac{\partial F}{\partial y} - \frac{d}{dx} \frac{\partial F}{\partial y'} \right) \eta(x) dx,$$

wo $y = y(x)$ und $y' = y'(x)$ zu setzen ist, und da nun dieselbe für jede wie oben charakterisierte Funktion $\eta(x)$ positiv sein soll, so muss auch die Ungleichung

¹⁾ Lindeberg, Eine Bemerkung über die Bedingungen des Extremums in der Variationsrechnung, Öfversigt af Finska Vetenskaps-Societetens Förhandlingar, 1904—1905.

$$\frac{\partial F}{\partial y} - \frac{d}{dx} \frac{\partial F}{\partial y'} \geq 0$$

im Intervalle $x_2 \leq x \leq x_3$ bestehen.

Diese ist die einzige notwendige Bedingung hinsichtlich des Teiles von c der mit C zusammenfällt, die bis jetzt angeführt worden ist. Es liegt, in der That, nahe auf der Hand anzunehmen, dass, wenn $\frac{\partial F}{\partial y} - \frac{d}{dx} \frac{\partial F}{\partial y'} > 0$ auf c_{23} , dieser Bogen im Vergleich mit allen benachbarten, von 2 bis 3 führenden, oberhalb c_{23} fallenden Kurven, dem Integrale (1) den kleinsten Wert gibt, denn dann wird die erste Variation für alle positive Funktionen $\eta(x)$ positiv. In der älteren Variationsrechnung wurde ja in der That in dem Problem ohne Schranken ein analoger Schluss ohne Bedenken gezogen, indem aus dem Verschwinden der ersten Variation und dem festen Vorzeichen der zweiten Variation das Eintreten des Extremums erschlossen wurde¹⁾. Weierstrass machte auf die Unzulässigkeit dieses Schlusses aufmerksam, bewies aber, dass durch die Voraussetzungen die man in diesem Problem eingeführt hatte, das schwache Extremum wirklich gesichert wird. Bei der uns vorliegenden Aufgabe wäre dagegen der Schluss vollständig falsch, denn wenn an irgend einer Stelle von c_{23} $\frac{\partial^2 F}{\partial y'^2}(x, y(x), y'(x))$ negativ wird, so gibt c_{23} gegenüber den oberhalb desselben verlaufenden, die Punkte 2 und 3 verbindenden Kurven auch kein schwaches Minimum.

Dies konnte direkt vermittelt des Verfahrens bewiesen werden, das in der schon zitierten Note des Verfassers²⁾ angewandt ist, folgt aber am einfachsten aus einem allgemeinen Satze, den der Verfasser in einer in dem nächsten Bande der Mathematischen Annalen erscheinenden Abhandlung „Über einige Fragen der Variationsrechnung“ bewiesen hat. Dieser Satz enthält Folgendes.

Es sei \bar{c} ein Stück einer Kurve $y = \bar{y}(x)$, die zweimal stetig differenzierbar ist und keine mit der y -Achse parallele

¹⁾ Vgl. Bolza I. c. § 15.

²⁾ Eine Bemerkung etc.

Tangente zulässt; die Abszissen der Endpunkte mögen \bar{x}_1 und \bar{x}_2 sein. Ferner sei $\bar{T}_{\rho\rho'}$ die Gesamtheit der einmal stetig differenzierbaren Kurven $y = \bar{Y}(x)$ mit denselben Endpunkten wie \bar{c} , die im Intervalle $\bar{x}_1 < x < \bar{x}_2$ den Ungleichungen

$$|\bar{Y}(x) - \bar{y}(x)| < \rho$$

$$|\bar{Y}'(x) - \bar{y}'(x)| < \rho'$$

genügen, und es werden folgende Voraussetzungen gemacht:

Die Ableitung $\frac{\partial^2 F}{\partial y'^2}(x, y, y')$ ist im Bereiche $\bar{x}_1 \leq x \leq \bar{x}_2$, $y = \bar{y}(x)$, $y' = \bar{y}'(x)$ positiv und nicht Null.

Die Funktion $E(x, y, y', p)$ ist im Bereiche $\bar{x}_1 \leq x \leq \bar{x}_2$, $y = \bar{y}(x)$, $|y' - \bar{y}'(x)| \leq \rho_0'$, $p = \bar{y}'(x)$ positiv, und verschwindet in demselben nur wenn $y' = p$.

Alsdann gilt der folgende Satz:

Wenn ε und ε' noch so kleine positive Konstanten sind, so kann doch stets ρ so klein gewählt werden, dass, wenn $y = \bar{Y}(x)$ eine Kurve der Gesamtheit $\bar{T}_{\rho\rho_0'}$ ist, die in Intervallen von grösserer Gesamtlänge als ε der Ungleichung

$$|\bar{Y}'(x) - \bar{y}'(x)| > \varepsilon'$$

genügt, dieselbe dem Integral (1) einen grösseren Wert giebt als \bar{c} .

Werden in den Voraussetzungen $\frac{\partial^2 F}{\partial y'^2}$ und die E -Funktion negativ angenommen, so geben natürlich die oben charakterisierten Vergleichskurven sämtlich dem Integrale (1) kleinere Werte als \bar{c} .

Nehmen wir nun an, dass in einem Punkte von c_{23}

$$\frac{\partial^2 F}{\partial y'^2}(x, y(x), y'(x))$$

negativ wird, so können wir einen endlichen Teil dieses Bogens so abgrenzen, dass diese Grösse auf dem ganzen Teilbogen negativ wird. Die Endpunkte dieses Teilbogens mögen 2' und 3', mit den Koordinaten \bar{x}_2, \bar{y}_2 und \bar{x}_3, \bar{y}_3 , sein. Es ist dann, zufolge des Zusammenhanges zwischen der E -Funktion und der Ableitung $\frac{\partial^2 F}{\partial y'^2}$, sicher möglich ρ' so

klein zu bestimmen, dass $E(x, y, y', p)$ im Bereiche $\bar{x}_2 \leq x \leq \bar{x}_3$, $y = y(x)$, $|y' - y'(x)| \leq \varrho'$, $p = y'(x)$ negativ wird und nur dann verschwindet, wenn $y' = p$ ist, und wir können deshalb den obigen Satz auf den Bogen $c_{2'3'}$ anwenden.

Wir bezeichnen mit $S_{+\varrho}$ das Gebiet der Ebene, das von $c_{2'3'}$, der Kurve $y = y(x) + \varrho$ und den Geraden $x = \bar{x}_2$ und $x = \bar{x}_3$ begrenzt ist. Welche Werte nun auch ϱ , ε und ε' ($\varepsilon < \bar{x}_3 - \bar{x}_2$, $\varepsilon' < \varrho'$) haben mögen, so kann man offenbar in $S_{+\varrho}$ unendlich viele die Punkte 2' und 3' verbindende, einmal stetig differenzierbare Kurven $y = \bar{Y}(x)$ so ziehen, dass im ganzen Intervalle $\bar{x}_2 < x < \bar{x}_3$ $|\bar{Y}'(x) - y'(x)| < \varrho'$ ist, während in Teilintervallen von grösserer Gesamtlänge als ε die Ungleichung $|\bar{Y}'(x) - y'(x)| > \varepsilon'$ stattfindet. Nach dem zitierten Satze gibt aber, wenn ϱ hinreichend klein ist, jede solche Kurve dem Integral (1) einen kleineren Wert als $c_{2'3'}$, und also kann der Bogen c_{23} gegenüber den oberhalb desselben verlaufenden Kurven mit den Endpunkten 2 und 3 keine Art von Minimum liefern.

Hiermit ist hinsichtlich des Bogens c_{23} eine neue wesentliche notwendige Bedingung abgeleitet: *Die Legendre'sche Bedingung muss auch auf dem Bogen c_{23} erfüllt sein.*

4. Für die weiteren Überlegungen führen wir die Voraussetzung ein, dass $\frac{\partial^2 F}{\partial y'^2}(x, y, y')$ im Bereiche $x_2 \leq x \leq x_3$, $y = y(x)$, $y' = y'(x)$ überall positiv bleibt und auch nicht den Wert Null annimmt. Ebenso nehmen wir von jetzt ab an, dass die Ungleichung

$$(2) \quad \frac{\partial F}{\partial y} - \frac{d}{dx} \frac{\partial F}{\partial y'} > 0$$

für $x_2 \leq x \leq x_3$, $y = y(x)$, $y' = y'(x)$ besteht¹⁾.

Unter diesen Voraussetzungen soll gezeigt werden, dass, falls c gegenüber den Kurven einer Gesamtheit $T_{\varrho\varrho_0}$ das Mi-

¹⁾ Hierdurch wird etwas mehr vorausgesetzt als was nach dem Vorigen notwendig ist; die Fälle, wo die Ableitung $\frac{\partial^2 F}{\partial y'^2}$ auf c Null wird, oder der Ausdruck (2) in Punkten von c_{23} verschwindet, sind aber als Ausnahmefälle zu betrachten.

nimum ergeben soll, die auf die Weierstrass'sche E -Funktion bezügliche Vorzeichenbedingung in derselben Weise auf c_{23} wie auf den Bögen c_{12} und c_{34} erfüllt sein muss. Zu diesem Zwecke untersuchen wir zunächst näher die die Kurve C berührenden Extremalen.

Indem wir mit 5 einen Punkt von c_{23} mit den Koordinaten x_5, y_5 bezeichnen, so sei $y=Y(x)$ die Gleichung der Extremale, die den Bogen c_{23} in 5 berührt. Führen wir in dem Differentialausdruck $\frac{\partial F}{\partial y} - \frac{d}{dx} \frac{\partial F}{\partial y'}$ $x=x_5, y=y_5, y'=Y'(x_5), y''=Y''(x_5)$ ein, so erhält derselbe also den Wert Null. Für $x=x_5, y=y_5, y'=y'(x_5), y''=y''(x_5)$ wird derselbe aber wegen der Voraussetzung (2) positiv. Da $y'(x_5)=Y'(x_5)$, wird aber die Differenz der Werte, die dieser Ausdruck bei den genannten Einsetzungen erhält, gleich

$$\frac{\partial^2 F}{\partial y'^2} (x_5, y_5, y'(x_5)) \cdot (y''(x_5) - Y''(x_5)).$$

Da nun diese Differenz negativ sein muss, und der erste Faktor derselben positiv vorausgesetzt ist, so kommt

$$(3) \quad Y''(x_5) > y''(x_5).$$

Hieraus folgt, dass die Kurve $y=Y(x)$ in der Nähe ihres Berührungspunktes mit c oberhalb dieser letzten Kurve fällt. Da der Punkt 5 ein beliebiger Punkt von c ist, so gilt dies also von jeder Extremale, die das Kurvenstück c_{23} berührt.

Wir ziehen jetzt durch jeden Punkt $\alpha, y(\alpha)$ von c_{23} die Extremale, die c_{23} in diesem Punkte berührt; die Gleichung der so erhaltenen Schar sei $y=g(x, \alpha)$. Aus der Definition dieser Schar folgt unmittelbar

$$(4) \quad g(\alpha, \alpha) \equiv y(\alpha), \quad \frac{\partial g}{\partial x}(\alpha, \alpha) \equiv y'(\alpha),$$

und hieraus ergibt sich durch Differenzieren

$$(5) \quad \frac{\partial g}{\partial x}(\alpha, \alpha) + \frac{\partial g}{\partial \alpha}(\alpha, \alpha) \equiv y'(\alpha), \quad \frac{\partial^2 g}{\partial x^2}(\alpha, \alpha) + \frac{\partial^2 g}{\partial x \partial \alpha}(\alpha, \alpha) \equiv y''(\alpha).$$

Die erste Gleichung (5) gibt, mit Rücksicht auf die zweite Gleichung (4)

$$\frac{\partial g}{\partial \alpha}(\alpha, \alpha) \equiv 0.$$

Die zweite Gleichung (5) kann geschrieben werden

$$\frac{\partial^2 g}{\partial x \partial \alpha}(\alpha, \alpha) \equiv y''(\alpha) - \frac{\partial^2 g}{\partial x^2}(\alpha, \alpha),$$

was uns, wegen (3), zeigt, dass

$$\frac{\partial^2 g}{\partial x \partial \alpha}(\alpha, \alpha) < 0.$$

Wenn ε eine hinreichend kleine positive Konstante bedeutet, wird also $\frac{\partial g}{\partial \alpha}(x, \alpha)$ in dem Bereiche

$$x_2 \leq \alpha \leq x_3, \quad 0 < x - \alpha < \varepsilon$$

sicher negativ und nicht Null, im Bereiche $x_2 \leq \alpha \leq x_3$, $0 < \alpha - x < \varepsilon$ dagegen positiv und nicht Null. Hieraus folgt, dass, wenn man nur die Teile der Extremalen $y = g(x, \alpha)$, die rechts von den Berührungspunkten fallen, oder nur die Teile derselben, die davon nach links fallen, in Betracht zieht, die so abgegrenzten Scharen ein gewisses oberhalb c_{23} fallendes Gebiet der Ebene als Felder bedecken. Wir bezeichnen mit T_r und T_l die respektiven Teile, in welche die Gesamtheit der Kurven $y = g(x, \alpha)$ durch diese Abgrenzung zerfällt.

Um nun zu der Notwendigkeit der Weierstrass'schen Vorzeichenbedingung zu gelangen, fixieren wir wieder einen Punkt 5 von c_{23} , und, indem wir mit ε_1 und ε_2 zwei kleine positive Konstanten bezeichnen, so sei S_ε das Gebiet, das von den Kurven $y = y(x)$ und $y = y(x) + \varepsilon_1$ und den Geraden $x = x_5 - \varepsilon_2$ und $x = x_5 + \varepsilon_2$ begrenzt ist. Ferner nehmen wir ε_1 und ε_2 so klein an, dass das Gebiet S_ε von der Schar T_l als Feld bedeckt wird. Schliesslich bezeichnen wir mit $p_l(x, y)$ die Funktion, die in jedem Punkte x, y den Wert der Ableitung in diesem Punkte der durch denselben gehenden Feldextremale angibt.

Indem wir mit 6 einen Punkt von c_{23} rechts von 5 bezeichnen, so konstruieren wir in folgender Weise eine Vergleichskurve c'_{56} .

Es sei k eine solche Konstante, dass

$$y'(x_5) < k < y'(x_5) + \rho'_0,$$

und $5'$ sei der Punkt der Gerade $y - y_5 = k(x - x_5)$, wo diese Gerade die die Kurve C in 6 berührende Extremale schneidet. Die Kurve c'_{56} möge aus dem zwischen die Punkte 5 und $5'$ fallenden Teil der genannten Gerade und dem von den Punkten $5'$ und 6 abgegrenzten Teil der genannten Extremale zusammengesetzt sein. Wenn c'_{56} ganz in S_ε fällt, erhält man mit Hilfe des Beltrami-Hilbert'schen Unabhängigkeitssatzes

$$\int_{c'_{56}} F(x, y, y') dx - \int_{c_{56}} F(x, y, y') dx = \int_{c'_{56}} E(x, y, y', p_i(x, y)) dx.$$

Denken wir uns jetzt, dass der Punkt 6 gegen 5 rückt, so erhält die rechte Seite der obigen Gleichung an der Grenze das Vorzeichen der Grösse $E(x_5, y_5, k, y'(x_5))$. Andererseits gehört, wie klein auch ρ sei, die aus den Stücken c_{15} , c'_{56} und c_{64} zusammengesetzte Kurve schliesslich der Gesamtheit $T_{\rho\rho'_0}$ an, und somit kommt als notwendige Bedingung für das Minimum

$$E(x_5, y_5, k, y'(x_5)) \geq 0.$$

Es ist aber zu bemerken, dass hier $k > y'(x_5)$ angenommen wurde, und dass diese Annahme für den obigen Beweis notwendig ist. Bedienen wir uns aber in ganz analoger Weise der Extremalenschar T_r zur Zusammensetzung der Vergleichskurve, so ergibt sich, dass die obige Ungleichung auch für Werte von k , die der Ungleichung

$$y'(x_5) - \rho'_0 < k < y'(x_5)$$

erfüllen, stattfinden muss. Nicht nur die Legendre'sche, sondern auch die Weierstrass'sche Vorzeichenbedingung muss also auf c_{23} gleich wie auf den Teilen von c , die nicht mit der Schranke C zusammenfallen, erfüllt sein ¹⁾.

¹⁾ Auch dies konnte vermittels des Verfahrens in der schon zitierten Note „Eine Bemerkung etc“ bewiesen werden.

5. Es bleibt uns nun noch übrig die Bedingungen in den Punkten 2 und 3 festzustellen. Hierbei müssen wir vorläufig annehmen, dass c in diesen Punkten Ecken haben kann, und dass also auch die Vergleichskurven die wir in Betracht zu ziehen haben, auf den Geraden $x=x_2$ und $x=x_3$ Ecken aufweisen können.

Wir bezeichnen mit $1'$ und $2'$ zwei Punkte von c in der Nachbarschaft von 2, und nehmen an, dass, wenn \bar{x}_1, \bar{y}_1 und \bar{x}_2, \bar{y}_2 die Koordinaten dieser Punkte sind, $\bar{x}_1 < x_2 < \bar{x}_2$. Sodann konstruieren wir die Extremale durch den Punkt $1'$. Die so erhaltene Schar bedeckt sicher als Feld ein gewisses Gebiet, das das Kurvenstück $c_{1'2}$ umgibt und den Punkt 2 in seinem Inneren enthält. Wir bezeichnen mit $\bar{p}(x, y)$ die entsprechende Funktion der Ableitungen. Ferner bezeichnen wir mit $y'_l(x_2)$ und $y'_r(x_2)$ die respektiven Grenzwerte der Ableitung $y'(x)$, die man erhält, wenn x zu- oder abnehmend sich dem Wert x_2 nähert, und bemerken, dass $y'_l(x_2) = \bar{p}(x_2, y_2)$.

Wenn nun c gegenüber allen Kurven einer Gesamtheit $T_{\rho\rho'0}$ das Minimum ergeben soll, so muss auch jede die Punkte $1'$ und $2'$ verbindende Kurve $c'_{1'2'}$, die in S so verläuft, dass, wenn das Stück $c_{1'2}$ von c mit $c'_{1'2'}$ ersetzt wird, die so erhaltene Kurve zu der Gesamtheit $T_{\rho\rho'0}$ gehört, dem Integral (1) grössere Werte geben als $c_{1'2}$. Wir nehmen als $c'_{1'2'}$ eine Kurve, die von $1'$ bis zu dem Punkte x_2, η_2 ($\eta_2 > y_2$) der Gerade $x=x_2$ mit der Extremale des soeben definierten Feldes zusammenfällt, und von diesem Punkte bis $2'$ längs der Kurve

$$y = y(x) + \frac{\eta_2 - y_2}{x_2 - \bar{x}_2} (x - \bar{x}_2)$$

geht. Es ist dann, wie man ohne Schwierigkeit aus dem Beltrami-Hilbert'schen Unabhängigkeitssatze schliesst

$$\begin{aligned} \int_{c'_{1'2'}} F(x, y, y') dx - \int_{c_{1'2}} F(x, y, y') dx &= \int_{c'_{1'2'}} E(x, y, y', \bar{p}(x, y)) dx \\ &- \int_{c_{1'2}} E(x, y, y', \bar{p}(x, y)) dx. \end{aligned}$$

Indem wir mit k eine solche negative Konstante bezeichnen, dass $|k| < \rho'_0$, so denken wir uns jetzt, dass die Punkte x_2, η_2 und $2'$ in der Weise sich dem Punkte 2 nähern, dass $\frac{\eta_2 - y_2}{x_2 - \bar{x}_2}$ den konstanten Wert k behält. Da die Teile der Integrale der rechten Seite der obigen Gleichung, die sich auf die links von der Gerade $x = x_2$ fallenden Teile von $c'_{1,2}$ und $c_{1,2}$ beziehen, Null sind, und $\bar{p}(x, y)$ in der Umgebung des Punktes x_2, y_2 stetig ist, so erhält diese rechte Seite an der Grenze das Vorzeichen der Differenz

$$(6) \quad E(x_2, y_2, y'_r(x_2) + k, y'_l(x_2)) - E(x_2, y_2, y'_r(x_2), y'_l(x_2)).$$

Dieser Ausdruck muss also für jeden negativen Wert von k , der der Ungleichung $|k| < \rho'_0$ genügt, positiv oder Null sein.

Da der Ausdruck (6) für $k = 0$ Null ist, muss also insbesondere seine Ableitung nach k , für $k = 0$, negativ oder Null sein. Also kommt

$$\frac{\partial E}{\partial y'}(x_2, y_2, y'_r(x_2), y'_l(x_2)) \leq 0,$$

oder

$$\frac{\partial F}{\partial y'}(x_2, y_2, y'_r(x_2)) - \frac{\partial F}{\partial y'}(x_2, y_2, y'_l(x_2)) \leq 0.$$

Diese Ungleichung ist offenbar für jede Art von Minimum, auch das schwache Minimum, notwendig.

Ist $y'_r(x_2) - y'_l(x_2) < \rho'_0$, so muss auch (6) für

$$k = y'_l(x_2) - y'_r(x_2)$$

positiv oder Null sein. Führen wir aber diesen Wert von k in (6) ein, so reduziert sich dieser Ausdruck auf $-E(x_2, y_2, y'_r(x_2), y'_l(x_2))$, welche Grösse zufolge der im Vorigen als notwendig erkannten Weierstrass'schen Vorzeichenbedingung nur negativ oder Null sein kann. Also muss sie Null sein, und wir erhalten also das Resultat:

Falls c in 2 eine solche Ecke hat, dass $y'_r(x_2) - y'_l(x_2) < \rho'_0$, so muss

$$E(x_2, y_2, y'_r(x_2), y'_i(x_2)) = 0$$

sein.

In dem Falle, wo c_{12} die Kurve C in 2 berührt, gibt uns die Bedingung, dass der Ausdruck (6) für negative Werte von k , die der Ungleichung $|k| < \varrho'_0$ genügen, positiv oder Null sein soll, nichts neues; diese Bedingung ist erfüllt, sobald die Weierstrass'sche Vorzeichenbedingung erfüllt ist.

Nehmen wir an, dass $E(x, y, y', p)$ im Bereiche $x_1 \leq x \leq x_4$, $y = y(x)$, $|y' - y'(x)| \leq \varrho'_0$, $p = y'(x)$ nicht nur nicht negativ wird, sondern auch den Wert Null nur für $y' = p$ annimmt, so folgt aus dem Obigen, dass, falls die Ableitung $y'(x)$ für $x = x_2$ eine Unstetigkeit erleidet, der Sprung der Ableitung wenigstens ϱ'_0 betragen muss.

Ist insbesondere $\varrho'_0 = \infty$, so kann also überhaupt keine Ecke im Punkte 2 in Frage kommen, sondern das Kurvenstück c_{12} muss in 2 die Kurve C berühren.

Was von dem Punkte 2 gesagt ist, gilt natürlich auch für den Punkt 3.

6. Es kann nun umgekehrt gezeigt werden, dass die im Vorigen abgeleiteten notwendigen Bedingungen auch im Wesentlichen hinreichend sind.

Es sei also vorausgesetzt:

Die Bögen c_{12} und c_{34} sind Stücke von Euler'schen Kurven, auf welchen keine Paare von konjugierten Punkten liegen, und C wird von diesen Kurven in 2 und 3 berührt¹⁾.

Der Ausdruck $\frac{\partial F}{\partial y} - \frac{d}{dx} \frac{\partial F}{\partial y'}$ wird für $x_2 \leq x \leq x_3$, $y = y(x)$, $y' = y'(x)$ positiv und nicht Null.

Die Ableitung $\frac{\partial^2 F}{\partial y'^2}(x, y, y')$ ist für $x_1 \leq x \leq x_4$, $y = y(x)$, $y' = y'(x)$ positiv und nicht Null.

Die Funktion $E(x, y, y', p)$ ist im Bereiche $x_1 \leq x \leq x_4$, $y = y(x)$, $|y' - y'(x)| \leq \varrho'_0$, $p = y'(x)$ positiv, und verschwindet in demselben nur wenn $y' = p$.

Wir behaupten, dass unter diesen Voraussetzungen ϱ so

¹⁾ Auf den Fall, wo Ecken in 2 und 3 auftreten, gehen wir hier nicht ein.

klein gewählt werden kann, dass c gegenüber den Kurven der Gesamtheit $T_{\rho\rho'_0}$ das Minimum gibt.

Wir denken uns die Kurve c nach links von 1 fortgesetzt, und nehmen den Punkt $1'$ auf der Fortsetzung so nahe an 1, dass die Schar der durch den Punkt $1'$ gehenden Extremalen ein das Kurvenstück c_{12} in seinem Inneren enthaltendes Feld bildet. Die Gleichung dieser Schar sei $y = h(x, \beta)$. Ferner nehmen wir die im Art. 4 definierte Schar T_r in Betracht, denken uns aber dieselbe so erweitert, dass zu ihr auch die von ihren Berührungspunkten nach rechts gerechneten Extremalen gehören, die C in Punkten einer gewissen Umgebung von 3, rechts von diesem Punkte, berühren. Wenn ρ hinreichend klein ist, so bedecken nun diese beiden Scharen zusammen, wenn ihre Kurven in geeigneter Weise abgegrenzt werden, das Gebiet S_ρ vollständig und einfach. Um dies einzusehen, hat man nur zu beachten, dass auf c_{34} keine Paare von konjugierten Punkten liegen, und darauf Rücksicht zu nehmen, was in Art. 4 von den Scharen T_r und T_l angeführt wurde.

Es sei nun c' eine Kurve der Gesamtheit $T_{\rho\rho'_0}$, die die durch 2 gehende gemeinsame Extremale der beiden obigen Scharen nur in einem Punkte $2'$ schneidet, und $c''_{22'}$ sei der Teil dieser Extremale, der zwischen die Punkte 2 und $2'$ fällt. Ferner sei $p(x, y)$ die Funktion der Ableitungen der beiden oben definierten Scharen. Es folgt dann aus dem Beltrami-Hilbert'schen Unabhängigkeitssatze

$$\int_{c'_{12'}} F(x, y, y') dx - \left[\int_{c_{12}} F(x, y, y') dx + \int_{c''_{22'}} F(x, y, y') dx \right]$$

$$= \int_{c'_{12'}} E(x, y, y', p(x, y)) dx,$$

und

$$\left[\int_{c''_{22'}} F(x, y, y') dx + \int_{c'_{2'4}} F(x, y, y') dx \right] - \int_{c_{24}} F(x, y, y') dx$$

$$= \int_{c'_{2'4}} E(x, y, y', p(x, y)) dx,$$

woraus kommt

$$\int_{c'} F(x, y, y') dx - \int_c F(x, y, y') dx = \int_{c'} E(x, y, y', p(x, y)) dx,$$

welche Gleichung, wie man ohne Schwierigkeit einsieht, auch dann besteht, wenn c' den Bogen $c''_{22'}$ in mehreren Punkten schneidet.

Auf Grund dieser Gleichung kann man alle dieselben Schlüsse machen wie in der Theorie des Problems ohne Schranken, und es folgt daher aus derselben, dass *die oben angegebenen Voraussetzungen für das Eintreten des Minimums gegenüber den Kurven der Gesamtheit $T_{\varrho\varrho'_0}$, wenn ϱ hinreichend klein ist, hinreichend sind.*



Molekulare Grössen, aus der Oberflächenspannung und der inneren Verdampfungswärme berechnet.

von

K. F. SLOTTE.

Wie in einer früheren Arbeit ¹⁾ setzen wir eine homogene Flüssigkeit voraus, deren freie Oberfläche eben und horizontal ist, und nehmen an, dass oberhalb der Oberfläche nur gesättigter Dampf derselben Flüssigkeit vorhanden ist. Es wird auch vorausgesetzt, dass die Temperatur der Flüssigkeit und des Dampfes überall dieselbe ist.

Wir wollen ferner annehmen, dass eine dünne Oberflächenschicht vorhanden ist, in welcher ein anderer Zustand existiert als im Inneren der Flüssigkeit. Diese Oberflächenschicht denken wir uns von zwei horizontalen Ebenen M und N begrenzt, so dass der Zustand der Flüssigkeit in M noch derselbe ist wie im Inneren, in N derselbe wie im gesättigten Dampfe, während der Zustand zwischen M und N sowohl von dem im Inneren der Flüssigkeit als von dem im Dampfe herrschenden verschieden ist.

Wenn die freie Oberfläche an irgend einer Stelle um einen kleinen Betrag ω vergrössert wird, so wird dabei zur Überwindung der Molekularkräfte eine Arbeit verrichtet, welche, wenn die Oberflächenspannung der Flüssigkeit gegen

¹⁾ Über den molekularen Druck und die Oberflächenspannung geschmolzener Metalle. Acta Soc. Scient. Fenn., 35, N:o 6, p. 6. 1908.

ihren gesättigten Dampf mit $\frac{H}{2}$ bezeichnet wird, durch die Formel

$$(1) \quad \mu = \frac{H}{2} \cdot \omega$$

ausgedrückt wird.

Diese Arbeit kann aber nur darin bestehen, dass eine kleine Flüssigkeitsmenge, deren Gewicht wir mit γ bezeichnen, aus dem Inneren der Flüssigkeit in die Oberfläche und in den in der Oberflächenschicht herrschenden Zustand versetzt wird. Bezeichnen wir die genannte Arbeit für eine Gewichtseinheit der Flüssigkeit mit Q , so haben wir demnach auch:

$$(2) \quad \mu = Q \cdot \gamma.$$

Die Gleichungen (1) und (2) geben dann:

$$(3) \quad Q \cdot \gamma = \frac{H}{2} \cdot \omega.$$

Bezeichnet man den mittleren Wert des spezifischen Volumens der Oberflächenschicht mit σ_m , die Dicke derselben oder den Abstand zwischen M und N mit ϱ , das spezifische Volumen der homogenen Flüssigkeit mit σ_o und die Dicke einer homogenen Flüssigkeitsschicht, deren Gewicht γ und Grundfläche ω ist, mit δ , so hat man auch:

$$(4) \quad \gamma = \frac{\varrho \cdot \omega}{\sigma_m} = \frac{\delta \cdot \omega}{\sigma_o}.$$

Werden die Werte von γ aus (4) in (3) eingeführt, so bekommt man:

$$(5) \quad \varrho = \frac{H \sigma_m}{2 Q},$$

$$(6) \quad \delta = \frac{H \sigma_o}{2 Q}.$$

Wenn das innere Potential der homogenen Flüssigkeit pro Gewichtseinheit mit V_o bezeichnet wird und für die Oberflächenschicht eine entsprechende Grösse eingeführt wird, welche durch die Gleichung:

$$(7) \quad V_m = V_o + Q$$

definiert wird, so können die Gleichungen (5) und (6) auch in folgender Form geschrieben werden:

$$(5 \text{ a}) \quad \varrho = \frac{H \sigma_m}{2 (V_m - V_o)},$$

$$(6 \text{ a}) \quad \delta = \frac{H \sigma_o}{2 (V_m - V_o)}.$$

Bezeichnen wir das innere Potential des gesättigten Dampfes pro Gewichtseinheit mit V_1 , die innere Verdampfungswärme der Flüssigkeit mit w und das mechanische Äquivalent der Wärmeeinheit mit E , so ist

$$(8) \quad V_1 - V_o = E \cdot w.$$

Als Annäherung dürfte man

$$(9) \quad V_m = \frac{V_1 + V_o}{2}$$

annehmen können. Aus den zwei letzten Gleichungen ergibt sich:

$$(10) \quad Q = V_m - V_o = \frac{E w}{2},$$

und wenn dieser Wert in (5) und (6) eingeführt wird, so bekommt man:

$$(11) \quad \varrho = \frac{H \sigma_m}{E w},$$

$$(12) \quad \delta = \frac{H \sigma_o}{E w}.$$

Wenn die Oberflächenschicht aus einer einzigen Molekülschicht besteht, δ somit die Dicke einer Molekülschicht im Inneren der Flüssigkeit darstellt, und die Dicke eines Moleküles oder die Kante des Molekularwürfels der homogenen Flüssigkeit mit λ bezeichnet wird, so dürfen wir $\delta = \lambda$ setzen und haben dann auch:

$$(13) \quad \lambda = \frac{H \sigma_o}{E w},$$

welche Gleichung mit der Gleichung (16) in der oben zitierten Arbeit identisch ist.

In Anschluss an die letzte Gleichung mögen noch folgende Betrachtungen hinzugefügt werden:

Wir denken uns eine homogene, ebene Flüssigkeitsschicht, deren Dicke d_0 nicht allzu klein ist, auf beiden Seiten von gesättigtem Dampf derselben Flüssigkeit umgeben. Von dieser Schicht nehmen wir einen bestimmten Teil A in Betracht, dessen Gewicht = 1, dessen Volumen somit σ_0 ist und der längs seines ganzen Umkreises mit anderen Teilen derselben Schicht in Berührung steht.

Ohne Änderung der Temperatur und des Volumens möge nun die Flüssigkeitsschicht so deformiert werden, dass die beiden freien Oberflächen, während sie eben und parallel bleiben, vergrößert werden und die Dicke somit einen kleineren Wert d annimmt. Die ganze freie Oberfläche von A , im Anfangszustande $\frac{2\sigma_0}{d_0}$, wird jetzt $\frac{2\sigma_0}{d}$ und erhält folglich den Zuwachs

$$\frac{2\sigma_0}{d} - \frac{2\sigma_0}{d_0} = 2\sigma_0 \left(\frac{1}{d} - \frac{1}{d_0} \right).$$

Die Arbeit, welche zur Überwindung der Molekularkräfte bei dieser Deformation verrichtet wird, ist somit

$$(14) \quad W = \frac{H}{2} \cdot 2\sigma_0 \left(\frac{1}{d} - \frac{1}{d_0} \right) = H\sigma_0 \left(\frac{1}{d} - \frac{1}{d_0} \right).$$

Wenn A aus dem Anfangszustande bei konstanter Temperatur in gesättigten Dampf übergehen würde, so wäre zur Überwindung der Molekularkräfte die Arbeit $E \cdot w$ erforderlich. Das Verhältnis dieser Arbeit zur Arbeit W bezeichnen wir mit n und setzen somit:

$$(15) \quad W = \frac{E \cdot w}{n}.$$

Die Gleichungen (14) und (15) geben:

$$(16) \quad H\sigma_0 \left(\frac{1}{d} - \frac{1}{d_0} \right) = \frac{E w}{n}.$$

Wir nehmen jetzt an, dass d so klein ist im Vergleich mit d_0 , dass man $\frac{1}{d_0}$ in den obigen Ausdrücken vernachlässigen kann. Dann bekommen wir aus (16):

$$\frac{H \sigma_0}{d} = \frac{E w}{n},$$

woraus sich ergibt:

$$(17) \quad \frac{d}{n} = \frac{H \sigma_0}{E w}.$$

Unter der gemachten Voraussetzung ist hiernach $\frac{d}{n}$ für eine und dieselbe Flüssigkeit bei konstanter Temperatur eine konstante Grösse.

Wenn d und n abnehmen, wird W grösser. Als obere Grenze von W dürfte man hierbei die innere Verdampfungsarbeit $E w$ annehmen können. Dieser oberen Grenze von W entsprechen untere Grenzen von n und d , nämlich:

$$n = 1,$$

$$d = \frac{H \sigma_0}{E w}.$$

Der letzte Wert von d dürfte ungefähr der Grenze einer physischen Teilung entsprechen und wäre somit von derselben Grössenordnung wie die Dicke eines Moleküles. Setzt man den genannten Wert von $d = \lambda$, so gelangt man folglich auch auf diesem Wege zur Gleichung (13).

Helsingfors, im April 1909.

Die Wanderung der Energie im elektromagnetischen Felde, nach J. H. Poynting.

II.

Von A. F. SUNDELL.

In einem früheren Aufsätze¹⁾ habe ich die von Herrn Professor *J. H. Poynting* 1884 und 1885²⁾ ausgesprochenen Anschauungen auf einige Fälle des elektrischen Stromes angewandt. Ich habe hier die Absicht diese Betrachtungen zu erweitern und zu vervollständigen und bin für diesen Zweck genöthigt einige der früher behandelten Sätze zu wiederholen und weiter auszuführen.

1. In einem Stromkreise wird der elektrische Strom von den elektrischen und magnetischen Induktionen \mathfrak{D} , \mathfrak{B} gebildet, welche aus dem ihn umgebenden Dielektrikum in die Leiter des Kreises hineinströmen. Diese Induktionen bewegen sich mit verschiedenen Geschwindigkeiten \mathfrak{V}_D , \mathfrak{V}_B , welche senkrecht zu den betreffenden Feldintensitäten gerichtet sind. Diese Be-

¹⁾ Öfversigt af Finska Vetenskaps-Societetens förhandlingar, L, 1907—1908, N:o 15: Die Wanderung der Energie im elektromagnetischen Felde, nach J. H. Poynting, im Folgenden als „*SII I*“ citirt.

²⁾ Phil. Trans. 1884 II, S. 343: On the transfer of energy in the electromagnetic field. Phil. Trans. 1885 II, S. 277: On the connexion between electric current and the electric and magnetic inductions in the surrounding field. Diese Abhandlungen werden im Folgenden als „*Poynting I*“ und „*Poynting II*“ citirt.

wegungen unterhalten gegenseitig die Feldintensitäten \mathfrak{E} , \mathfrak{H} in der Weise, dass

$$c \mathfrak{E} = [\mathfrak{B}\mathfrak{B}_B] \text{ (Maxwell-Poynting's zweites Princip),} \quad (1)$$

$$c \mathfrak{H} = -[\mathfrak{D}\mathfrak{B}_D] \text{ (Maxwell-Poynting's drittes Princip).} \quad (2)$$

Die Richtungen der Vektoren \mathfrak{E} , \mathfrak{H} und \mathfrak{B} bilden in der cyclischen Ordnung: $\mathfrak{E}\mathfrak{H}\mathfrak{B}$ ein Rechtssystem; die Geschwindigkeiten \mathfrak{B}_D und \mathfrak{B}_B haben dieselbe Richtung und erfüllen die Gleichung

$$\mathfrak{B}_D\mathfrak{B}_B = \frac{c^2}{\epsilon\mu}, \quad (3)$$

wo c die Geschwindigkeit der elektromagnetischen Wellen im freien Aether, ϵ die Dielektricitätskonstante und μ die magnetische Permeabilität des Dielektrikums sind. Diese Gleichung erhält man durch die Multiplikation der Gleichungen (1) und (2), wenn man beachtet, dass

$$\mathfrak{D} = \epsilon \mathfrak{E}, \quad \mathfrak{B} = \mu \mathfrak{H}. \quad (4)$$

Jede Volumeinheit des Raumes enthält die totalè Energie

$$W = \frac{1}{2}(\mathfrak{D}\mathfrak{E} + \mathfrak{B}\mathfrak{H}) \text{ (Maxwell-Poynting's erstes Princip).} \quad (5)$$

Auf jede Längeneinheit einer elektrischen Induktionsröhre kommt die elektrische Energie $\frac{1}{2}\mathfrak{E}$, auf die Längeneinheit einer magnetischen Röhre die magnetische Energie $\frac{1}{2}\mathfrak{H}$. Die $c \mathfrak{E}$ magnetischen Röhren in der Gleichung (1) führen daher in der Zeiteinheit durch die Flächeneinheit der $\mathfrak{E}\mathfrak{H}$ -Ebene die magnetische Energie $\frac{1}{2}c\mathfrak{E}\mathfrak{H}$, die $c \mathfrak{H}$ elektrischen Röhren in der Gleichung (2) die gleich grosse elektrische Energie $\frac{1}{2}c\mathfrak{E}\mathfrak{H}$. Durch die Flächeneinheit der $\mathfrak{E}\mathfrak{H}$ -Ebene strömt mithin in der Zeiteinheit die totale Energie

$$\mathfrak{S} = c [\mathfrak{E}\mathfrak{H}] \text{ (Poynting's Energiestrom)} \quad (6)$$

in der Richtung von \mathfrak{B}_D oder \mathfrak{B}_B , die auf die Durchschnittslinie der elektrischen und der magnetischen Aequipotentialflächen fällt. ¹⁾

¹⁾ Poynting I, S. 349.

Die Komponente der Vektoren $\mathfrak{E}, \mathfrak{H}, \mathfrak{S}$ nach irgend einer Richtung x ist bestimmt durch die Gleichungen

$$c \mathfrak{E}_x = \mathfrak{B}_y \mathfrak{B}_z - \mathfrak{B}_z \mathfrak{B}_y, \quad (7)$$

$$c \mathfrak{H}_x = \mathfrak{D}_z \mathfrak{B}_y - \mathfrak{D}_y \mathfrak{B}_z, \quad (8)$$

$$\frac{1}{c} \mathfrak{S}_x = \mathfrak{E}_y \mathfrak{H}_z - \mathfrak{E}_z \mathfrak{H}_y, \quad (9)$$

wo y, z zwei zu einander und zu x senkrechte Richtungen bedeuten. Die drei Richtungen $x y z$ bilden ein Rechtssystem. Man kann beispielsweise \mathfrak{E}_x auch als die Resultante zweier Bewegungszüge von magnetischen Induktionen ansehen, nämlich \mathfrak{B}_y mit der Geschwindigkeit \mathfrak{B}_z und \mathfrak{B}_z mit der Geschwindigkeit \mathfrak{B}_y^1).

Die Gleichung (9) darf nur auf Feldintensitäten angewandt werden, welche Induktionen in Bewegung laut den Gleichungen (1), (2) und (3) zugehörig sind.

2. Wir stellen uns vor, dass eine Kontaktstelle in einem Stromkreise elektrische Induktionsröhren aussendet, die eine jede die totale Potentialdifferenz E (die elektromotorische Kraft des Kontaktes) besitzen. Unter Umständen kann auch ein Kontakt solche Induktion konsumieren, und haben auch dann die in den Kontakt eingezogenen Röhren jede eine totale Potentialdifferenz $= E$. Ueberall sind diese Röhren von magnetischen Röhren begleitet, laut den Gleichungen (1) und (2).

Was die weitere Bewegung der ausgesandten elektrischen Röhren betrifft, so kann man am einfachsten annehmen, dass sie mit ihren Enden am Kontakte haften, sich mit beibehaltener Potentialdifferenz verlängern, bis dass sie sich an die Strombahn anlegen, dort die dem Leitungswiderstande entsprechende Feldintensität \mathfrak{E} verursachen und in die Strombahn mit einer gewissen Geschwindigkeit seitwärts eindringen, wo ihre Energie sowie die der sie begleitenden magnetischen Röhren in Wärme umgesetzt wird. In den Leitern bleibt die Intensität \mathfrak{E} sowie eine entsprechende magnetische Feldintensität bestehen. Nach dem *Ohm'schen* Gesetze wird angenommen, dass

$$J = q \sigma \mathfrak{E} \quad (10)$$

¹⁾ Vergl. *Sll* I, Art 5 und 8.

beim senkrechten Querschnitte q ist, wenn σ die Leitfähigkeit bedeutet und die Stromstärke J als die Anzahl elektrischer Einheitsröhren definirt wird, die in der Zeiteinheit vom Felde rund herum in die Strombahn eindringen. Man hat daher auch

$$J = \int \mathfrak{D} \mathfrak{B}_D ds, \quad (11)$$

wenn ds ein Element der Randkurve des Querschnittes q ist; \mathfrak{D} und \mathfrak{B}_D sind Induktion und Bewegungsgeschwindigkeit der elektrischen Induktion bei ds . Die Geschwindigkeit \mathfrak{B}_D hängt von der Dielektricitätskonstante des Dielektrikums sowie von der Leitfähigkeit und dem Querschnitte der Strombahn ab.¹⁾ Nach Gleichung (2) hat man mithin numerisch

$$J = c \int \mathfrak{H} ds, \quad (12)$$

und ist hier ds parallel \mathfrak{H} zu nehmen. Allgemein gilt für jede beliebige Fläche die Gleichung

$$c \int \mathfrak{H}_s ds = \int \left(i_n + \frac{d\mathfrak{D}_n}{dt} \right) df,$$

wo ds ein Element der Randkurve, \mathfrak{H}_s die Komponente der magnetischen Feldintensität nach diesem Elemente, i_n die normale Komponente des Leitungsstromes und $\frac{d\mathfrak{D}_n}{dt}$ die des Verschiebungsstromes durch die Flächeneinheit sind. Die Fläche kann auch Elemente df enthalten, wo kein Leitungsstrom vorhanden ist, d. h. wo $\sigma = 0$ ist.

Bei stationärem Strome ist $\frac{d\mathfrak{D}}{dt} = 0$ und es ist nur in den Leitern ein Strom vorhanden, der im ganzen Raume ein magnetisches Feld hervorbringt nach der Gleichung

$$c \int \mathfrak{H}_s ds = \int i_n df = J. \quad (12 a)$$

3. Schliesst man eine Säule durch einen homogenen Draht von konstantem Querschnitte, so hat man keine Veranlassung

¹⁾ Vergl. *Sll* I, Art. 16—18.

unsere obige Annahme, dass die elektrischen Induktionsröhren mit ihren Enden an den Polen der Säule haften bleiben, aufzugeben. Ist aber die Strombahn hinsichtlich des Querschnittes oder der Leitfähigkeit veränderlich, so kann das elektromagnetische Feld längs der Strombahn sehr ungleichförmig sein. Diese Inhomogenität vermeidet man wenigstens theilweise, wenn man mit *Poynting*¹⁾ annimmt, dass die Enden der elektrischen Röhren unter Umständen sich vom Sitze der elektromotorischen Kraft loslösen und unter schrägen Winkeln längs der Strombahn gleiten, während dass die Röhren sich allmählich verkürzen und sich endlich mit ihren Resten in die Strombahn hineinziehen. Diese Anschauung wollen wir jetzt näher untersuchen.

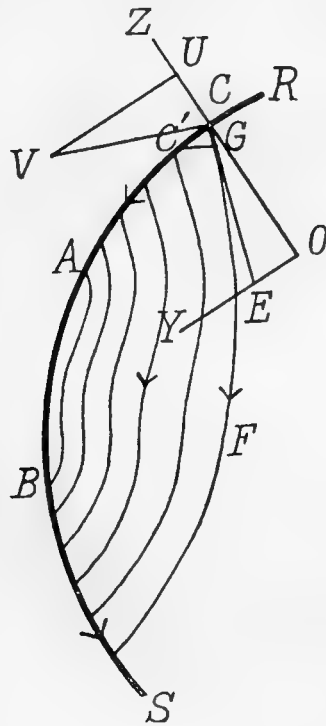


Fig. 1.

Es sei *AB* Fig. 1. ein Theil der Strombahn, der z. B. wegen grossen Widerstandes eine besonders grosse Energiezufuhr erfordert. Vor *A* und hinter *B* bilden die Enden der elektrischen Röhren spitze Winkel $G C C' = \alpha$ mit dem Drahte *RS*. Zwischen *A* und *B* müssen die Röhren parallel mit *AB* werden. Die Bewegungsgeschwindigkeit $\mathfrak{B}_D = CV$ hat eine zum Drahte normale Komponente $C U = \mathfrak{B}_D \cos \alpha = \mathfrak{B}_z$ und eine ihm parallele Komponente $U V = \mathfrak{B}_D \sin \alpha = \mathfrak{B}_y$. Die Feldintensität der

¹⁾ *Poynting* II, S. 287, 292.

Röhre sei beim Drahte $CE = \mathfrak{E}$ mit den Komponenten $OE = \mathfrak{E} \cos \alpha = \mathfrak{E}_y$ parallel dem Drahte und $CO = \mathfrak{E} \sin \alpha = -\mathfrak{E}_z$ senkrecht zum Drahte. Wir nehmen hierbei die z -Achse nach der Richtung OC senkrecht zum Drahte, die y -Achse nach der Richtung OY parallel dem Drahte und der Stromrichtung; folglich ist die x -Achse nach rückwärts von der Figurebene gerichtet. Laut Gleichung (8) erhalten wir die totale magnetische Feldintensität

$$\mathfrak{H}_x = -\frac{\epsilon}{c} \mathfrak{B}_D \sin^2 \alpha - \frac{\epsilon}{c} \mathfrak{B}_D \cos^2 \alpha \quad (13)$$

oder

$$\mathfrak{H}_x = -\frac{\epsilon}{c} \mathfrak{B}_D = -\frac{1}{c} \mathfrak{D}_D. \quad (14)$$

Ihre Richtung ist daher nach vorwärts von der Figurebene, wie *Maxwell-Poynting's* drittes Princip es fordert (Gleichung (2)).

Der von der Komponente \mathfrak{E}_y im Drahte hervorgerufene Strom ist nach unserer früheren Definition -

$$J' = \int \mathfrak{D}_y \mathfrak{B}_x ds = \epsilon \int \mathfrak{B}_D \cos^2 \alpha ds. \quad (15)$$

Diesen Strom nennen wir den *Körperstrom*; er bedingt nur den einen Theil $-\frac{\epsilon}{c} \mathfrak{B}_D \cos^2 \alpha$ der magnetischen Feldintensität.

Der zweite Theil $-\frac{\epsilon}{c} \mathfrak{B}_D \sin^2 \alpha$ wird durch die Bewegung der Komponente \mathfrak{E}_z hervorgerufen. Die Anzahl der zum Drahte senkrechten Induktionsröhren, welche die Randkurve des Querschnittes oder irgend eine nahe liegende Kurve im Dielektrikum in der Zeiteinheit durchschneidet, bezeichnen wir als den *Flächenstrom*

$$j' = -\int \mathfrak{B}_y \mathfrak{D}_z ds = \epsilon \int \mathfrak{B}_D \sin^2 \alpha ds, \quad (16)$$

welcher im Vereine mit dem Körperstrom den totalen Strom

$$J = J' + j' = \epsilon \int \mathfrak{B}_D ds = \int \mathfrak{D}_D ds \quad (17)$$

bildet. Die betreffende Randkurve wird daher in der Zeiteinheit von J elektrischen Einheitsröhren durchschnitten. Dieselbe Anzahl muss aber auch die Randkurve jedes anderen Querschnittes (oder überhaupt jede den Draht einmal umkreisende Kurve) durchschneiden, d. h. die Stromstärke J (17) ist konstant längs der ganzen Strombahn und unabhängig von der Grösse des Winkels α . Laut den Gleichungen (2) und (12) wird daher das Linienintegral der magnetischen Feldintensität durch die Gleichung

$$c \int \mathfrak{H}_s ds = J' + j' = J \quad (18)$$

ausgedrückt. ¹⁾ Ueber die physikalische Bedeutung der beiden „Ströme“ J' und j' werden wir uns später aussprechen.

Wir haben hier den Begriff des elektrischen Stromes dahin erweitert, dass die in den Draht hineindringenden elektrischen Röhren weder mit einander noch mit dem Drahte parallel zu sein brauchen. Wir werden auch zunächst finden, dass diese Röhren dennoch ganz so zerstört werden, als wären sie mit dem Drahte parallel.

Durch diese Anordnung können wir es daher so weit bringen, dass die totale elektrische Feldintensität eine Vertheilung von mässiger Gleichförmigkeit längs der ganzen Strombahn gewinnt, obgleich die der Strombahn parallele Komponente sich stark verändern kann. Wie der Winkel α variirt, ist gänzlich unbekannt. In der Nähe von A und B muss jedenfalls eine schnelle Abnahme von einem endlichen Werthe bis zu Null stattfinden, d. h. die dem Drahte parallele Komponente wächst plötzlich stark, wie die totale Intensität, wenn man keinen Flächenstrom in Berechnung zieht. Diese Diskontinuität kann nicht vermieden werden.

Bei der Parallelbewegung des Stückes CG durch die Strecke GC' verliert die Röhre CF die Potentialdifferenz

$$d\varphi = \mathfrak{E} \cdot CG = \mathfrak{E} \cdot CC' \cos \alpha = \mathfrak{E} \cos \alpha dl,$$

¹⁾ Die obige Betrachtung kann auch auf den dielektrischen Zwischenraum im einem Kabel angewandt werden. Hierdurch wird unser früher (*SII* I, S. 65) ausgesprochenes Bedenken, dass die magnetische Feldintensität hier in Folge der beiden Ströme in doppelter Grösse vorhanden sei, völlig beseitigt.

wenn wir $dl = CC'$ setzen. Vom positiven Pole der Säule bis zu A ist daher die verlorene Potentialdifferenz $= \varphi_1 - \varphi_1'$, und vom negativen Pole bis zu B ist der Verlust $= \varphi_2' - \varphi_2$. Für das Stück AB bleibt daher die nöthige Potentialdifferenz $\varphi_1' - \varphi_2'$ zurück.

4. Da keine Anhäufung elektrischer oder magnetischer Induktion im Drahte zulässig ist, muss man annehmen, dass die ganze Energie in den Röhrenstücken CG sowie in den sie begleitenden magnetischen Röhren vom Drahtstücke CC' empfangen und in Wärme umgesetzt wird. Denken wir uns die Röhrenstücke CG aus der Drahtfläche rundum herausgesetzt, so bekommen wir eine Kegelfläche, die einerseits von der Randkurve des Drahtquerschnittes, andererseits von der Aequipotentialfläche durch C' abgegrenzt ist. Die Breite CG dieser Fläche kann als unendlich klein gegen die beiden Grenzkurven betrachtet werden. Der Energiestrom durch diese Fläche kommt dem Drahtstücke $CC' = dl$ zu gute. Durch ein Flächenelement $CG \cdot ds = \cos \alpha \, dl \, ds$ ist der Energiestrom $= c \oint \mathfrak{H} \cos \alpha \, dl \, ds = c \oint ds \, d\varphi$; durch die ganze Kegelfläche strömt daher in der Zeiteinheit die Energie

$$cd\varphi \int \mathfrak{H} \, ds = Jd\varphi. \quad (19)$$

5. Dieses Resultat wollen wir auf das ganze äussere elektromagnetische Feld erweitern. Wir theilen das Feld durch

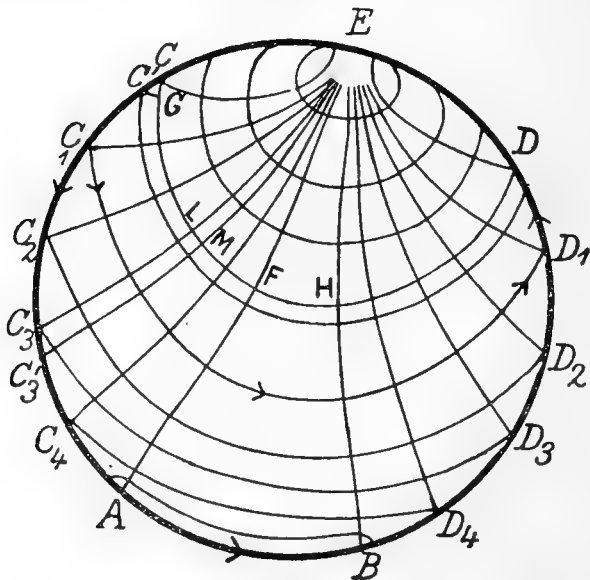


Fig. 2.

die elektrischen und magnetischen Kraftlinien in Flächenelemente LM . $ds = dl' ds$, Fig. 2., wo man ds senkrecht zur Figurfläche sich denken muss. Das Feld ausserhalb des Stromkreises ist nicht gezeichnet. Durch ein solches Element haben wir den Energiestrom

$$d \mathfrak{E} = c \mathfrak{E} \mathfrak{H} dl' ds.$$

Die Richtung des Energiestromes wird überall im Felde durch die Strömungslinien $EC, EC_1, EC_2 \dots, EA, ED, ED_1, ED_2 \dots, EB$ angegeben. Eine solche Strömungslinie liegt gänzlich auf einer und derselben elektrischen Niveaufläche (vergl. 1.) Mithin ist für sämtliche Elemente eines Flächenbandes von der Breite dl' rund um die Strombahn $\mathfrak{E} dl' = d\varphi$ konstant und der Energiestrom durch dieses Flächenband ist

$$c \int \mathfrak{E} dl' \int \mathfrak{H} ds = J d\varphi.$$

Durch die ganze krumme Fläche von der Breite CF , die in C vom Drahte durchsetzt wird, passirt in der Zeiteinheit die Energie $J(\varphi' - \varphi'_1)$, wo φ' und φ'_1 die Potentiale in C und in F sind. Diese Energie erscheint im Draht CA als *Joule'sche* Wärme. Der eine Leitungsdraht ECA konsumirt daher die Energie $J(\varphi_1 - \varphi'_1)$, der andere EDB die Energie $J(\varphi_2' - \varphi_2)$, und beide zusammen die Energie

$$J(\varphi_1 - \varphi'_1 + \varphi_2' - \varphi_2).$$

Das Stück AB , wo kein Flächenstrom vorhanden ist, empfängt die Energie

$$J(\varphi_1' - \varphi_2')$$

und die ganze Strombahn die Energie

$$J(\varphi_1 - \varphi_2) = JE,$$

wie wenn die elektrischen Induktionsröhren überall parallel der Strombahn wären.

Wir bemerken ausdrücklich, dass keine Energie von den

Gebieten ECA und EDB an das Stück AB gelangt, dem nur die im Gebiete $AFEB$ strömende Energie gehört, welche gar nicht die Leitungsdrähte berührt. Von den Energieströmen in den erstgenannten Gebieten kommt ein jeder nur einem bestimmten Theile des Leitungsdrahtes zu gute; der Strom durch LM z. B. gehört dem Drahttheile $C_3 C_3'$. Unsere frühere Aussage¹⁾ einen Energiestrom längs des Drahtes vom Sitze der Elektromotorischen Kraft weg nach Theilen der Strombahn, in denen die Energie im grösseren Grade verbraucht wird, betreffend, muss somit dahin modificirt werden, dass die Leitungsdrähte annäherungsweise das Gebiet abgrenzen, in welchem dieser Energiestrom fliesst. Bei einer Strassenbahn-anlage z. B. mit Luft- und Erdleitung ist der Energiestrom nach dem Motor hin hauptsächlich auf das Dielektrikum zwischen beiden Leitungen beschränkt und hat auch die Richtung dieser Leitungen; aber die Enden der elektrischen Röhren an den Drähten befördern diese Energie nicht, sondern werden in ihnen zerstört.

6. Die von einem Drahtstücke $CC' = dl$ der Strombahn RR' Fig. 3. laut (19) konsumirte Energie zerfällt in zwei Theile

$$Jd\varphi = J'd\varphi + j'd\varphi.$$

Der erste Theil kann als dem Körperstrom zugehörig betrachtet werden und wir haben nach (15)

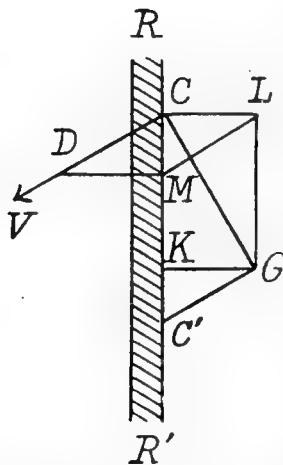


Fig. 3.

¹⁾ *SU* I, Art. 22, S. 39.

$$J'd\varphi = \varepsilon d\varphi \int \mathfrak{E}\mathfrak{B}_D \cos^2\alpha ds = \varepsilon \int \mathfrak{E}^2\mathfrak{B}_D \cos^3\alpha dl ds \quad (20)$$

oder
$$J'd\varphi = \varepsilon \int \mathfrak{E}^2\mathfrak{B}_D \cos\alpha dl_1 ds = J\mathfrak{E} \cos\alpha dl_1, \quad (20 a)$$

wo $dl_1 = CK = CC' \cos^2\alpha = dl \cos^2\alpha$ ist. Für den Flächenstrom erhalten wir laut (16)

$$j'd\varphi = \varepsilon d\varphi \int \mathfrak{E}\mathfrak{B}_D \sin^2\alpha ds = \varepsilon \int \mathfrak{E}^2\mathfrak{B}_D \cos\alpha \sin^2\alpha dl ds \quad (21)$$

oder
$$j'd\varphi = \varepsilon \int \mathfrak{E}^2\mathfrak{B}_D \cos\alpha dl_2 ds = J\mathfrak{E} \cos\alpha dl_2, \quad (21 a)$$

wo $dl_2 = CM = CC' \sin^2\alpha = dl \sin^2\alpha$ gesetzt ist. Der erste Theil kann dem Drahtstücke CK oder MC' zugeordnet werden, der zweite Theil aber dem Drahtstücke CM , welches vom Röhrenstücke CL bei der schrägen Bewegung längs der Strecke LM nach der Lage MD durchdrungen wird. Beide Theile zusammen ergeben den Energieverbrauch im Drahtstücke $CC' = CK + KC' = CK + CM$.

Wir können auch diese Energiethelle als die Komponenten des Energiestromes durch die von CG erzeugte Kegelfläche betrachten. Gemäss der Gleichung (9) haben wir

$$\begin{aligned} \mathfrak{E}_y &= c \mathfrak{E}_z \mathfrak{H}_x = \varepsilon \mathfrak{E}^2 \mathfrak{B}_D \sin\alpha, \\ \mathfrak{E}_z &= -c \mathfrak{E}_y \mathfrak{H}_x = \varepsilon \mathfrak{E}^2 \mathfrak{B}_D \cos\alpha. \end{aligned}$$

Der erste Theil ist für die von CL beschriebene, gegen den Draht senkrechte Ringebene zu integriren und ergibt, weil $CL = dl_2 \cotg\alpha$,

$$\varepsilon \int \mathfrak{E}^2 \mathfrak{B}_D \cos\alpha dl_2 ds = J\mathfrak{E} \cos\alpha dl_2.$$

Der zweite Theil gehört der von LG erzeugten Cylinderfläche:

$$\varepsilon \int \mathfrak{E}^2 \mathfrak{B}_D \cos\alpha dl_1 ds = J\mathfrak{E} \cos\alpha dl_1.$$

Es erscheinen daher wieder die Ausdrücke (20 a) und (21 a).

7. Das Eindringen der Energie in die Strombahn ist durch die obigen Auseinandersetzungen völlig klar. Der Stromzustand im Drahte ist aber nicht im gleichen Grade bekannt. Möglicher Weise ist im Leiter auch eine gegen die Grenzfläche normale elektrische Feldintensität vorhanden. Die elektrolytischen Erscheinungen veranlassen uns zur Annahme, dass im elektrischen Strome ein Transport wahrer Elektrizität vor sich geht. Die genannte normale Feldintensität würde daher Elektrizität nach der Oberfläche des Drahtes befördern. Da hier eine fortwährend wachsende Ladung nicht möglich ist, muss man annehmen, dass die gegen den Draht normalen elektrischen Induktionsröhren die überschüssige Ladung längs des Drahtes mitschleppen. Durch die entsprechende freie Ladung der Drahtoberfläche finden die von *W. de Nikolajew* ¹⁾ beobachteten, sehr bemerkenswerthen Anziehungserscheinungen zwischen Theilen einer Strombahn ihre Erklärung. Auch die Ladung eines Kabels erklärt sich in dieser Weise.

Der Körperstrom J , der durch die dem Drahte parallele Intensitätskomponente $\mathcal{E} \cos \alpha$ bedingt ist, verhält sich wie ein gewöhnlicher Strom, dessen Intensität jedoch nach der Länge des Drahtes veränderlich sein kann. Eine elektrische Induktion $\mathcal{D}_y = \epsilon \mathcal{E} \cos \alpha$ strömt in den Draht mit der Geschwindigkeit $\mathcal{B}_D \cos \alpha$, die nur von der Leitfähigkeit und vom Querschnitte abhängt. Jede Einheitsröhre bringt in das Stück dl die elektrische Energie $\frac{1}{2} \mathcal{E} \cos \alpha dl$ und alle zusammen die Energie $\frac{1}{2} \mathcal{E} \cos \alpha dl \int \mathcal{E} \mathcal{B}_D \cos^2 \alpha ds$. Die elektrischen Röhren werden von $c \mathcal{E} \cos \alpha$ magnetischen Ringen mit der Feldintensität $\frac{\epsilon}{c} \mathcal{E} \mathcal{B}_D \cos^2 \alpha$ (nach (13)) begleitet, die zusammen eine magnetische Energie $\frac{1}{2} \epsilon \mathcal{E} \cos \alpha dl \int \mathcal{E} \mathcal{B}_D \cos^2 \alpha ds$ mitführen. Die ganze eingeführte Energie ist mithin $\epsilon \mathcal{E} \cos \alpha dl \int \mathcal{E} \mathcal{B}_D \cos^2 \alpha ds$, übereinstimmend mit (20).

8. Im Leiter setzen die Röhren ihre Bewegung fort wie in gewöhnlichen Strömen und werden allmählich aufge-

¹⁾ Comptes rendus du Congrès des Naturalistes et Médecins du Nord, tenu à Helsingfors 1902, N:o 23, 24, S. 54–59. Physikalische Zeitschrift, 4, S. 546.

brochen. Dabei bleibt parallel dem Drahte die Feldintensität $\mathcal{E} \cos \alpha$ sowie die entsprechende magnetische Feldstärke.

Eine Brechung der elektrischen Induktionsröhren beim Eintritt in den Leiter wirkt nicht auf die Stärke des Körperstromes, denn nach dem Brechungsgesetze¹⁾ ist $\mathcal{E}' \cos \alpha' = \mathcal{E} \cos \alpha$, wo \mathcal{E}' und α' die Werthe im Leiter sind. Die normale Komponente der elektrischen Feldintensität wird aber verändert laut der Gleichung $\epsilon' \mathcal{E}' \sin \alpha' = \epsilon \mathcal{E} \sin \alpha$. Die entsprechende freie Oberflächenladung ist $\mathcal{E} \sin \alpha - \mathcal{E}' \sin \alpha' = \mathcal{E} \sin \alpha \left(1 - \frac{\epsilon}{\epsilon'}\right)$.

Im extremen Falle, wenn die Dielektricitätskonstante ϵ' im Leiter sehr gross ist, wird $\sin \alpha'$ sehr klein und die Komponente $\mathcal{E}' \sin \alpha'$ ist unmerklich. Der gebrochene elektromagnetische Wellenstrahl fällt mit der Einfallsnormale zusammen. Im Leiter ist kein zur Oberfläche normales Kraftfeld vorhanden und die entsprechende magnetische Intensität $\frac{\epsilon}{c} \mathcal{B}_D \sin^2 \alpha$ muss statisch sein, da von äusserem Felde nur die Komponente $\frac{\epsilon}{c} \mathcal{B}_D \cos^2 \alpha$ hereinzieht. Die freie Ladung der Oberfläche erreicht ihr Maximum $\mathcal{E} \sin \alpha$ und die entsprechende wahre Ladung ist $= \epsilon \mathcal{E} \sin \alpha$.

Da das Ende jeder Einheitsröhre eine Einheit wahrer Elektrizität enthält, so werden von den j' Röhren, die den Flächenstrom bilden, die Elektrizitätsmenge $j' = \epsilon \int \mathcal{B}_D \sin^2 \alpha ds$ an der Grenzkurve eines Querschnittes vorbei transportirt. Nach der gewöhnlichen Vorstellung befördert der Körperstrom durch jeden Querschnitt in der Zeiteinheit die Elektrizitätsmenge $J' = \epsilon \int \mathcal{B}_D \cos^2 \alpha ds$, beide Ströme zusammen daher die Menge

$$J = J' + j' = \epsilon \int \mathcal{B}_D ds.$$

Ein Transport negativer Elektrizität wird hierbei als aequi-

¹⁾ Abraham-Föppl, Theorie der Elektrizität, I, 1904, S. 147.

valent einer gleichen Menge in der entgegengesetzten Richtung bewegter positiver Elektrizität angesehen.

9. Ist ein Stromkreis abgebrochen, so stehen bekanntlich die elektrischen Induktionsröhren überall senkrecht zu den Oberflächen der Leiter, auf welchen eine den Kapacitätsverhältnissen entsprechende Ladung vorhanden ist. Wird nun der Bruch geschlossen, so haben wir die oben geschilderte Erscheinung, denn am Bruche ist anfangs der Widerstand sehr gross. Die Induktionsröhren müssen daher bei ihrer Bewegung gegen die frühere Bruchstelle mit ihren Enden eine schräge Lage gegen die Strombahn annehmen und wir haben wenigstens am Anfange auch einen Flächenstrom.

Auch in anderen Fällen können wir uns eine solche Bewegung der elektrischen Induktionsröhren denken. Wird z. B. ein Strom durch zwei parallele Drähte zum einfachen Ringe einer Tangentenbussole geleitet, so ist es möglich, dass die Enden der Röhren gewisse Winkel α mit den Leitungsdrähten bilden und dass die Röhren sich im Felde des Kreises bewegen ungefähr wie auf Fig. 1. gezeigt ist. Der Winkel α muss hier gegen die Mitte der Kreisperipherie immer kleiner werden. Das magnetische Feld des Ringes wird aber um die Achse im gleichen Grade symmetrisch als bildeten die elektrischen Induktionsröhren mit dem Kreise concentrische Ringe, da die magnetische Feldintensität ja nur von der Anzahl der passirenden elektrischen Röhren, nicht aber von ihrer Bewegungsrichtung abhängt. Durch Untersuchung des magnetischen Feldes kann man daher die Lage der elektrischen Röhren nicht feststellen; dazu sind wohl Versuche wie die von *W. de Nikolajew* angestellten geeignet.

10. Zu genauerer Erklärung der früher¹⁾ dargestellten Wirkungen zweier Kontakte in einer Strombahn bemerken wir, dass die von einem Kontakte ausgehenden elektrischen Induktionsröhren immer eine Potentialdifferenz gleich der elektromotorischen Kraft E des Kontaktes besitzen, unabhängig von der Stromstärke J oder der Anzahl in der Zeiteinheit gelieferter Röhren; welche Anzahl von äusseren Verhältnissen (Leitfähigkeit, Vorhandensein anderer Kontakte) abhängt.

¹⁾ *Sll* I, Art. 24.

Wenn nicht näher angegeben, so nehmen wir im Folgenden an, dass die elektrischen Induktionsröhren mit ihren Enden am Kontakte haften bleiben; doch bewegen sich diese Enden von der inneren Seite der Grenzflächen des Kontaktes zur äusseren (oder umgekehrt), dabei ihre Ladungen mitführend. Hiermit ist die Vorstellung vereinigt, dass die Röhren bei einem Leitungsdrahte ihm parallel sind.

11. Die Kontakte in einer Strombahn wirken unabhängig von einander. Ein Kontakt E_1 von der Potentialdifferenz E_1 bringt an einer Stelle der Strombahn die elektrische Feldintensität \mathfrak{E}_1 und die Induktion $\mathfrak{D}_1 = \epsilon \mathfrak{E}_1$ hervor, ein zweiter Kontakt E_2 in derselben Richtung eben so die Intensität \mathfrak{E}_2 und die Induktion $\mathfrak{D}_2 = \epsilon \mathfrak{E}_2$. Beide Induktionen strömen mit der gemeinsamen Geschwindigkeit \mathfrak{V}_D in die Strombahn und wir erhalten die Stromstärke

$$J = \int (\mathfrak{D}_1 + \mathfrak{D}_2) \mathfrak{V}_D ds = \int \mathfrak{D}_1 \mathfrak{V}_D ds + \int \mathfrak{D}_2 \mathfrak{V}_D ds = J_1 + J_2. \quad (22)$$

Die resultierende Stromstärke ist daher gleich der Summe der Stromstärken J_1, J_2 , welche jeder Kontakt für sich hervorbringen würde.

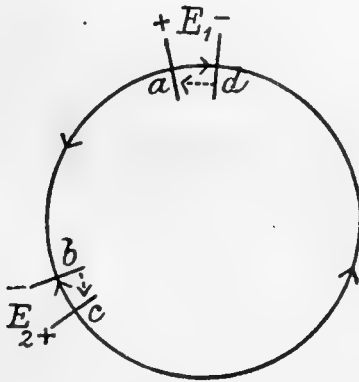


Fig. 4.

Bei den zwei in derselben Richtung wirkenden Kontakten E_1, E_2 , Fig. 4. behält jede zu einem Kontakte gehörige Induktionsröhre dieselbe Potentialdifferenz wie wenn der Kontakt allein bestände. Das Potentialgefälle ist aber auf andere Weise vertheilt. In der zu E_1 gehörigen Röhre $abcd$ haben die Theile ab und cd zusammen die Potentialdifferenz $E_1 + E_2$; das Stück

bc aber, das im zweiten Kontakte E_2 liegt, besitzt ein Potentialgefälle $-E_2$ in der entgegengesetzten Richtung. Das ganze Gefälle ist daher $E_1 + E_2 - E_1 = E_1$. In gleicher Weise haben wir die Potentialdifferenz in der zu E_2 gehörigen Röhre $cdab$ oder $E_2 = E_1 + E_2 - E_1$, wovon $E_1 + E_2$ auf $cd + ab$, $-E_1$ aber auf da im E_1 kommt.

Dabei haben wir die im allgemeinen sehr kleinen Potentialgefälle (punktirte Pfeile) nicht beachtet, welche für den Strom durch die Kontakte erforderlich sind. Hierüber wird später näher erörtert werden. Diese Theile einberechnet kann man die elektrischen Induktionsröhren, wie die magnetischen, als geschlossene Ringe betrachten.

12. Das System J_1 erzeugt für sich an einem Orte des Feldes die elektrische Feldintensität \mathfrak{E}'_1 und eine magnetische Feldintensität $\mathfrak{H}'_1 = -\frac{\epsilon}{c} [\mathfrak{E}'_1 \mathfrak{B}'_{1D}]$, das System J_2 die Intensität $\mathfrak{H}'_2 = -\frac{\epsilon}{c} [\mathfrak{E}'_2 \mathfrak{B}'_{2D}]$. Die Geschwindigkeiten \mathfrak{B}'_D hängen ab von den Leitungsverhältnissen und der Gestalt der Strombahn sowie vielleicht auch von der Lage der Kontakte in der Strombahn. Die totale magnetische Feldintensität ist durch die Vektorgleichung

$$\mathfrak{H}' = -\frac{\epsilon}{c} \left([\mathfrak{E}'_1 \mathfrak{B}'_{1D}] + [\mathfrak{E}'_2 \mathfrak{B}'_{2D}] \right) \quad (23)$$

angegeben. Hier ist es nicht ausgeschlossen, dass die Geschwindigkeiten \mathfrak{B}'_D verschiedene Werthe haben können, z. B. wenn die elektrischen Induktionsröhren mit ihren Enden längs der Strombahn gleiten, wie in 3. Das Linienintegral von \mathfrak{H}' ist für jede die Strombahn einmal umkreisende Kurve

$$\int \mathfrak{H}'_s ds = - \int \frac{\epsilon}{c} [\mathfrak{E}'_1 \mathfrak{B}'_{1D}]_s ds - \int \frac{\epsilon}{c} [\mathfrak{E}'_2 \mathfrak{B}'_{2D}] ds,$$

oder, weil die beiden Integrale rechts die Anzahl der die Kurve in der Zeiteinheit durchschneidenden elektrischen Induktionsröhren angeben,

$$\int \mathfrak{H}'_s ds = \frac{1}{c} \left(J_1 + J_2 \right) = \frac{1}{c} J.$$

Die Superposition der Induktionsbewegungen ist daher eine vollständige. Die gleichzeitig vorhandenen Kontakte stören einander in dieser Hinsicht nicht.

13. Die Energieströmungen verhalten sich aber anders, da sie von den Produkten der Intensitäten abhängen. Wäre nur ein Kontakt vorhanden, so würde von ihm bei der Stromstärke J der Energiestrom JE ausgehen. Von den zwei Kontakten E_1, E_2 würde daher die Energieströmung $J_1 E_1 + J_2 E_2$ betragen, wenn sie unabhängig von einander Energie aussenden würden. Da indessen die in die Strombahn einströmenden $J_1 + J_2$ Röhren für die Längeneinheit die Intensität $\mathfrak{C}_1 + \mathfrak{C}_2$ besitzen, so fordert jede Längeneinheit die Energiezufuhr $(J_1 + J_2) (\mathfrak{C}_1 + \mathfrak{C}_2)$ und die ganze Strombahn die Energie

$$W = (J_1 + J_2) (E_1 + E_2), \quad (24)$$

die als *Joule'sche* Wärme erscheint. Hier haben wir einen Mangel $J_1 E_2 + J_2 E_1$ an Energie zu erklären. Wir sind daher gezwungen später die Energieströmung näher zu diskutieren.

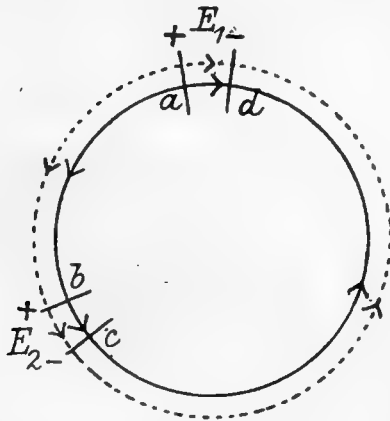


Fig. 5.

14. Die Wirkung zweier entgegengesetzter Kontakte ist folgendermaassen zu verstehen. Wir nehmen an, das $E_1 > E_2$ ist. Die Potentialdifferenzen der zu jedem Kontakte gehörigen Röhren bleiben auch hier dieselben wie wenn jeder Kontakt allein wirken würde, jedoch bei einer veränderten Potentialvertheilung. In der Röhre $abcd$ Fig. 5. vom Kontakte E_1 haben wir in ab und cd zusammen das Potentialgefälle $E_1 - E_2$, in bc das Gefälle E_2 , beide in der Stromrichtung, mithin das ganze Potentialgefälle $E_1 - E_2 + E_2 = E_1$. Für E_2 fängt

eine Röhre $badc$ (punktirt) bei b an, endigt bei c ; die Theile $ba + dc$ besitzen zusammen das Potentialgefälle $E_1 - E_2$ in der Stromrichtung $abcd$; auf das Stück ad in E_1 kommt das entgegengesetzt gerichtete Gefälle $-E_1$; das ganze Gefälle ist daher $E_1 - E_2 - E_1 = -E_2$, gegen den Strom gerichtet.

An einer Stelle der Strombahn werden die Intensitäten \mathfrak{C}_1 und \mathfrak{C}_2 algebraisch superponirt und erregen die Induktion $\varepsilon (\mathfrak{C}_1 - \mathfrak{C}_2) = \mathfrak{D}_1 - \mathfrak{D}_2$, wo $\mathfrak{C}_2, \mathfrak{D}_2$ numerisch genommen sind. Der Strom geht im Sinne der grösseren elektromotorischen Kraft und besitzt die Intensität

$$J = \int (\mathfrak{D}_1 - \mathfrak{D}_2) \mathfrak{B}_D ds = J_1 - J_2. \quad (25)$$

Die von den Kontakten für sich gelieferten Ströme werden daher in entgegengesetzten Richtungen superponirt. Man kann die Erscheinung auch so auffassen, dass sich die Induktion \mathfrak{D}_1 gegen die Strombahn mit der Geschwindigkeit \mathfrak{B}_D bewegt, eine mit \mathfrak{D}_1 in gleicher Richtung gehende Induktion \mathfrak{D}_2 aber sich mit derselben Geschwindigkeit von der Strombahn weg entfernt.

Die magnetische Feldintensität an einem Orte ist auch hier die Resultante der separaten Intensitäten laut der Vektorgleichung (23) in 12. Das Linienintegral von \mathfrak{H}' wird

$$\int \mathfrak{H}' ds = -\frac{\varepsilon}{c} \int ([\mathfrak{C}_1' \mathfrak{B}_{1D'}]_s + [\mathfrak{C}_2' \mathfrak{B}_{2D'}]_s) ds = \frac{1}{c} (J_1 - J_2), \quad (26)$$

weil J_2 numerisch zu nehmen ist.

An einer Stelle der Strombahn wird die Energie $J(\mathfrak{C}_1 - \mathfrak{C}_2)$ pro Längeneinheit und Zeiteinheit konsumirt; in der ganzen Strombahn wird daher die *Joule'sche* Wärme

$$W = J(E_1 - E_2) = (J_1 - J_2)(E_1 - E_2) \quad (27)$$

erzeugt. Die beiden Kontakte würden aber, wenn jede für sich wirken würde, die Energie $J_1 E_1 + J_2 E_2$ aussenden, die um den Betrag $J_1 E_2 + J_2 E_1$ grösser als W ist. Für diesen Ueberschuss wie für den in 13. erwähnten Mangel an Energie müssen wir Rechenschaft ablegen.

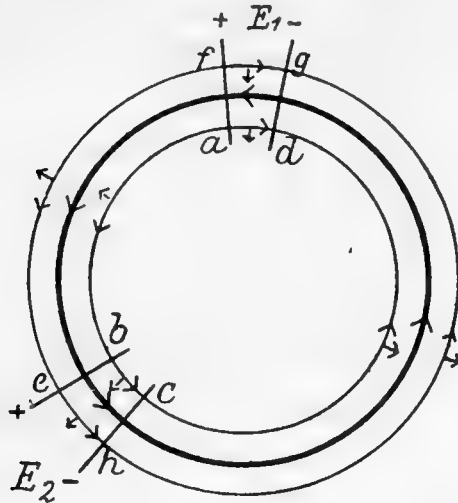


Fig. 6.

15. Der von zwei Kontakten in einer Strombahn hervorbrachte Strom kann der Entladung zweier Kondensatoren gegen oder durch einander verglichen werden. Nehmen wir zuerst zwei einander entgegenwirkende Kontakte E_1 und E_2 Fig. 6., so sind die den positiven Belegungen der Kondensatoren entsprechenden Grenzflächen af und be durch einen Leitungsdraht ab (durch stärkere Zeichnung angegeben), die negativen Belegungen dg und ch durch einen anderen Draht cd mit einander zu verbinden. Um einen konstanten Strom zu erhalten denken wir uns die vier Belegungen durch Drähte ohne Leitungswiderstand mit Leitern von unendlicher Kapazität (Elektricitätsbehälter) verbunden, welche zu den Potentialen der Belegungen geladen sind. Diese Behälter ersetzen den Kondensatoren die Energie, welche in der Strombahn zerstört wird, und erhalten ihre Ladungen und potentielle Energie auf einer konstanten Höhe, ganz wie die in den Kontakten wirkenden, nicht genau bekannten elektrogenetischen Prozesse, welche von der *Peltier'schen* Wärme ernährt werden. Zwischen den Belegungen giebt es aber keinen Widerstand (wie in den Kontakten), sondern muss der Zwischenraum zum äusseren Felde gezählt werden.

Um die Strömungen im Felde festzustellen bemerken wir, dass von den E_1 Niveauflächen des elektrischen Potentials zwischen den Belegungen af und dg E_2 auch zwischen den Belegungen be und ch von E_2 passiren, die übrigen $E_1 - E_2$

werden aber so zu sagen abgelenkt und schneiden die Leitungsdrähte, bei denen mithin das nöthige Potentialgefälle entsteht.

Die J_1 Röhren *ad* der elektrischen Induktion, welche aus E_1 hinaustreten, enthalten nach ihrer Ausdehnung einen Theil mit der Potentialdifferenz E_2 , welcher sich zwischen den äussersten für E_1 und E_2 gemeinsamen Niveauflächen bewegt, an E_2 als der Röhrentheil *bc* gelangt und dahin die Energie $J_1 E_2$ überführt (der eine Theil des in 14. erwähnten Ueberschusses). Die übrige Potentialdifferenz $E_1 - E_2$ der genannten J_1 Röhren bilden die Röhren *ab* und *cd*, welche die Energie $J_1 (E_1 - E_2)$ an die Umgebung der Drähte liefert. Von diesem Betrage konsumiren die Drähte nur die Energie $(J_1 - J_2) (E_1 - E_2)$ als *Joule'sche* Wärme. Der Rückstand $J_2 (E_1 - E_2)$ wird von den zu E_2 gehörigen J_2 Röhren *ef* + *gh* fortgeschafft und gelangt längs den diese Drähte schneidenden Niveauflächen nach E_1 zurück zusammen mit der Energie $J_2 E_2$, welche die aus E_2 ausziehenden J_2 Röhren *eh* längs den gemeinsamen Niveauflächen mitführen. Anstatt der aus E_1 ursprünglich ausgetretenen Energie $J_1 E_1$ kehrt daher der Betrag $J_2 (E_1 - E_2) + J_2 E_2 = J_2 E_1$ dahin zurück (der zweite Theil des in Frage stehenden Ueberschusses).

Der Deutlichkeit wegen haben wir die zu E_1 gehörige Röhre im Inneren des Stromkreises, die zu E_2 aber gehörige ausserhalb der Strombahn gezeichnet. Selbstverständlich wird die Strombahn nach allen Seiten von beiden Arten Röhren umgeben. ¹⁾

16. Die Vertheilung des elektrischen Potentials wird in gewissem Grade durch ein Diagramm von *Maxwell* veranschaulicht. ¹⁾ Wegen des Leitungsdrahtes zwischen den beiden positiv geladenen, unseren Belegungen *af* und *be* entsprechenden Leitern *A* und *B* wird der „Gleichgewichtspunkt“ *P* nach der Oberfläche von *B* verschoben, wo daher die beiden gleichwerthigen Niveauflächen einander berühren. Zwei solche auf entgegengesetzte Ladungen sich beziehende Diagramme haben wir uns neben einander zu denken, wobei die zwischen den

¹⁾ Vergl. *SU* I, Art. 19.

²⁾ A Treatise on electricity and magnetism, 2. Ed. 1881, Art. 118, Fig. I. am Ende Vol. I.

mit ungleichnamigen Elektricitäten geladenen Leitern liegenden Niveauflächen stark zusammengedrückt werden. An den Belegungen be und ch geschieht die Theilung der Röhren $abcd$; die Röhrenenden bei b , sowie die bei c , bewegen sich in entgegengesetzten Richtungen, gegen den Draht und über den Rand der Belegung gegen den Zwischenraum bc . In gleicher Weise begegnen sich die Röhrenenden bei e und h und bilden die gegen E_1 ziehenden Röhren $fehg$.

Wir erhalten daher den gewünschten Effekt auch durch die Vorstellung, dass die Röhrentheile ab und cd bei ihrer Annäherung an den Leitungsdrähten mit ihren Enden an den Belegungen af und be , resp. dg und ch haften. Dem äusseren Ende der bei b gebrochenen Einheitsröhre müssen wir die negative, dem inneren (in E_2 eintretenden) Ende die positive Einheitsladung zuschreiben. Die bei c , e und h erscheinenden Röhrenenden verhalten sich in ähnlicher Weise.

17. Die Bewegung der J_1 Röhren $abcd$ brauchen wir nicht weiter zu erörtern. Die J_2 zu E_2 gehörigen Röhren $efgh$ aber zeigen besondere Eigenthümlichkeiten. Die Feldintensität in den Theilen ef und gh ist gegen den Strom gerichtet, welchen E_2 allein durch die austretenden Röhren eh erregen würde. Wir haben daher angenommen, dass auch die Bewegungsrichtung dieser Theile umzuwerfen ist. Dadurch haben wir eine in E_1 eintretende Röhre $fehg$ mit Feldintensität in der vorhandenen Stromrichtung erhalten, von welcher die aus E_2 austretende Röhre eh einen Theil bildet. Die totale Potentialdifferenz ist mit beiden Vorstellungen verträglich. Gehört die Röhre zu E_2 , so hat der Theil fg die Potentialdifferenz E_1 im Sinne des von E_2 zu erregenden Stromes, die Theile ef und gh zusammen die Potentialdifferenz $E_1 - E_2$ in der entgegengesetzten Richtung; das totale Gefälle wird daher $E_1 - (E_1 - E_2) = +E_2$, wie in 14. Werden aber die Röhren zu E_1 gerechnet, so haben alle Theile das Gefälle in der Stromrichtung und wir erhalten das Totalgefälle $E_1 - E_2$ (in $fe + hg$) $+ E_2$ (in eh) $= E_1$. Die Richtung der Feldintensität und die Bewegungsrichtung eines Röhrentheiles hängen daher nach folgender Regel von einander ab: zwei einander mit ihren Enden berührende Röhrentheile bewegen sich beide gegen die Strombahn, oder beide von ihr weg, wenn ihre Feldintensitäten dieselbe Rich-

tung haben (bei b , c , e und h); bei entgegengesetzten Intensitätsrichtungen geht der eine Theil zur Strombahn, der andere von ihr weg (bei a , d , f und g).

18. Die gegenseitige Abhängigkeit zweier Kondensatoren in dieser Verbindung können wir kurz so formuliren: wenn der eine Kondensator (E_1 oder E_2) eine Anzahl elektrischer Einheitsröhren (*primäre Röhren*), jede mit der Potentialdifferenz des Kondensators aussendet, so tritt gleichzeitig in den anderen Kondensator dieselbe Anzahl Einheitsröhren (*sekundäre Röhren*) hinein, von denen jede die Potentialdifferenz dieses Kondensators besitzt. Die resultirende Stromstärke $J_1 - J_2$ wird als eine Differenz durch die beiden Systeme primärer Röhren bestimmt. Denn die J_1 Röhren aus E_1 liefern an einem Querschnitt bei der Strombahn die Induktion J_1 in der Zeiteinheit; davon wird die Induktion J_2 von den J_2 Röhren aus E_2 weggeführt und der Strom konsumirt nur den Betrag $J_1 - J_2$ in jeder Zeiteinheit. Sowohl die primären Röhren als auch die sekundären transportiren aber Energie.

19. Die Energiebewegung wurde oben in 15. auf zwei verschiedene Energieströme vertheilt, den einen von E_1 nach den Drähten und E_2 , den anderen von den Drähten und E_2 nach E_1 zurück. In Wirklichkeit vereinigen sich selbstverständlich diese beiden Ströme in einen resultirenden Strom, durch welchen der Energiebetrag $(J_1 - J_2)E_1$ von E_1 (oder von den zugehörigen Elektrizitätsbehältern) weggeführt wird und theils als *Joule'sche Wärme* $(E_1 - E_2)(J_1 - J_2)$ in den Drähten erscheint, theils als elektrische Energie $E_2(J_1 - J_2)$ an E_2 (oder an seine Behälter) gelangt.

Die hier in Frage stehenden Energieresultanten können wir auch mit der Gleichung (6) für den *Poynting'schen* Energiestrom berechnen. Die beiden Röhrensysteme $abcd$ und $efgh$ Fig. 6. fallen im ganzen Felde vollständig in Richtung und Stärke mit einander zusammen; nur die Anzahl eine gegebene Strecke in der Zeiteinheit durchschneidender Röhren der beiden Systeme ist verschieden (J_1 resp. J_2) und da ihre Bewegungsrichtungen einander entgegengesetzt sind, so haben auch die erregten magnetischen Feldintensitäten entgegengesetzte Richtungen und der Energiestrom an einem Orte ist

$$\mathfrak{S} = c [\mathfrak{G}', \mathfrak{H}_1' - \mathfrak{H}_2']. \quad (28)$$

Durch eine Integration längs einer magnetischen Kraftlinie wie in 5. über ein Flächenband von der Breite dl' (Abstand zweier nahe liegenden Niveauflächen) rund um den Leitungsdraht erhalten wir

$$dl' \int \mathfrak{S} ds = c \mathfrak{S}' dl' \int (\mathfrak{S}'_1 - \mathfrak{S}'_2) ds = d\varphi (J_1 - J_2).$$

Weitere Integrationen über die Röhrentheile $ab + cd$ und über den Raum, welcher die gemeinsamen Niveauflächen enthält, ergeben die an die Leitungsdrähte gelangende Energie

$$(J_1 - J_2) \int d\varphi = (J_1 - J_2) (E_1 - E_2)$$

und der Energiestrom nach E_2

$$(J_1 - J_2) E_2,$$

wie oben.

20. Wir dürfen es aber nicht als sicher annehmen, dass die elektrischen Induktionsröhren parallel den Leitungsdrähten verlaufen. Die Wirkung eines entgegengesetzt geladenen Kondensators (oder eines dem Strome entgegen wirkenden Kontaktes) lässt sich mit derjenigen eines grossen Leitungswiderstandes vergleichen. Die Möglichkeit liegt daher nahe, dass die Enden der resultirenden elektrischen Induktionsröhren sich schräg gegen die Strombahn stellen, wie wir oben in 3. angegeben haben.

Die Zeichnung Fig. 2. in 5. würde eine Darstellung der Energiewanderung von E_1 nach den Leitungsdrähten und nach E_2 (vom Bogen AB vertreten) ergeben. Das Gebiet AEB enthält sämtliche den beiden Kondensatoren gemeinsame Niveauflächen und jeder Röhrentheil FH besitzt die Potentialdifferenz E_2 . Die übrigen Niveauflächen EC , ED schneiden die Leitungsdrähte unter schrägen Winkeln, d. h. sie sind am Drahte kegelförmig mit dem Drahte durch die Spitze des Kegels. Bei der Anwendung der Gleichung (28) ist die resultirende magnetische Feldintensität nach (23) zu berechnen. Die Integrationen liefern für den Energiestrom nach E_2 den Betrag $(J_1 - J_2) E_2$, wie oben. Weiter ergibt wie in 5. die In-

tegration über die Röhrenstücke $CF + HD$ die in den Drähten CA und DB erzeugte *Joule'sche* Wärme. In den ganzen Drähten EA und EB entsteht daher die Wärme $(J_1 - J_2)(E_1 - E_2)$, da für AB oder E_2 die Potentialdifferenz E_2 zurückbleiben muss.

Je kleiner die Differenz $E_1 - E_2$ ist, desto energischer setzt E_2 die Stromstärke herab. Es kann somit die Neigung der Röhrenden gegen die Drähte sehr gross werden und die Ladungen dieser Drähte können bedeutend sein. Würde man den Widerstand (Glühlampen) zwischen den Stanniolstreifen im *Nikolajew'schen* Versuche (siehe 7.) durch eine Gegenkraft von grosser Voltzahl ersetzen, so hätte man die erwähnte Anziehungserscheinung in erhöhtem Grade zu erwarten.

21. Die Betrachtungen in 15.—20. wollen wir jetzt auf zwei entgegengesetzte kontaktelektromotorische Kräfte in einer geschlossenen Strombahn anwenden. Anstatt der mit den Kondensatoren verbundenen Elektrizitätsbehälter brauchen wir hier zwei Wärmereservoirs, die die beiden Kontakte auf einer bestimmten Temperatur erhalten. Das elektromagnetische Feld besitzt die schon dargestellten Eigenschaften und die Energiewanderung besteht darin, dass der Kontakt E_1 in der Zeiteinheit die Energie $(J_1 - J_2) E_1$ verliert oder ausstrahlt. Dieser Verlust wird durch eine gleich grosse Konsumtion von Wärme aus dem einen Wärmebehälter ersetzt (konsumirte *Peltier'sche* Wärme). Der Kontakt E_2 aber empfängt die Energie $(J_1 - J_2) E_2$ (erzeugte *Peltier'sche* Wärme), die als Wärme an den zweiten Wärmereservoir abgeliefert wird. Der Energierest $(J_1 - J_2)(E_1 - E_2)$ erscheint in der Strombahn als *Joule'sche* Wärme.

Das Gesetz für die *Peltier'sche* Erscheinung ist hiermit vollständig bewiesen. Die an einem elektromotorischen Kontakte durch einen in der Richtung der elektromotorischen Kraft gehenden Strom in der Zeiteinheit konsumirte, durch einen in entgegengesetzter Richtung gehenden Strom producirt Wärme ist gleich dem Produkte der elektromotorischen Kraft und der Stromstärke.

22. Zwei in derselben Richtung wirkende Kontakte bringen dieselbe Vertheilung des elektrischen Potentials hervor wie zwei Kondensatoren, die sich durch einander entladen. Ein ungefähres Bild des Feldes erhält man durch die Superposition zweier entgegengesetzt gerichteter *Maxwell'scher* Dia-

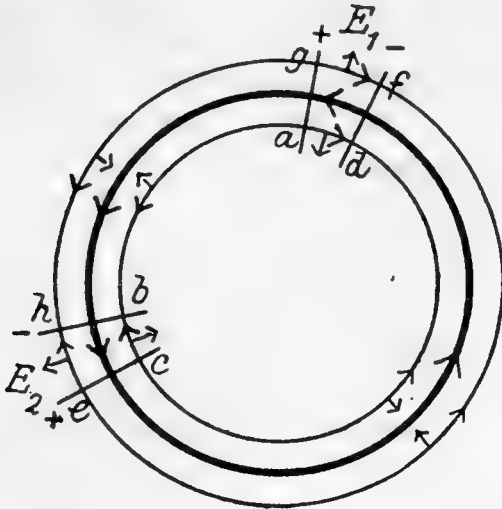


Fig. 7.

gramme Fig. II. ¹⁾), die gegen einander seitwärts ein wenig zu verschieben sind. Verschiedene Fälle können hier vorkommen; wir erwähnen nur die folgenden.

Sind die beiden Kontakte gleich stark und bieten die Drähte ab und cd Fig. 7. zwischen den ungleichnamigen Belegungen ag und bh sowie zwischen ce und df denselben Leitungswiderstand, so ist das resultierende Feld durch zwei einander schneidende Nullflächen getheilt; die eine geht sowohl durch E_1 wie auch durch E_2 , die andere schneidet die beiden Leitungsdrähte. Die Niveauflächen durch E_1 schneiden nur die ihm näher liegenden Theile der Drähte, so wie die Niveauflächen durch E_2 . Wird aber die Stärke von E_2 sowie der Widerstand des Drahtes ab hinlänglich vermindert, so bekommen beide Belegungen ag und bh ein positives Potential, während die Belegungen ce und df entgegengesetzte Potentiale besitzen. Eine bestimmte Niveaufläche von E_1 fällt entzwei; ein Theil berührt die Belegung bh , ein anderer Theil schneidet nur den Draht cd .

In jedem Falle werden die beiden Drähte offenbar von allen $E_1 + E_2$ Niveauflächen geschnitten, und da der Abstand zweier successiver Niveauflächen nur von den Widerstandsverhältnissen abhängt, so kommt auf jede Längeneinheit $\mathcal{C}_1 + \mathcal{C}_2$ Niveauflächen, wie wir schon in 11. vorausgesetzt haben, und das dort erwähnte Gesetz für die Stromstärke ist mithin bestätigt.

¹⁾ L. c. Art. 119.

Die aus E_1 austretenden J_1 Röhren (Pfeil ad) besitzen eine Potentialdifferenz $= E_1$, wovon im äusseren Felde der Betrag $E_1 + E_2$ mit der Intensität in der Stromrichtung auf die Theile $ab + cd$, der Betrag $- E_2$ aber (Pfeil bc) von entgegengesetzter Intensitätsrichtung auf den Kontakt E_2 kommt (vergl. Ende 11.). Weil ad sich von der Strombahn entfernt, gehen die Theile ab und cd zu den Drähten, bc aber von der Strombahn weg, d. h. vom Kontakte E_2 nach aussen, laut dem Ende 17. aufgestellten Satze.

Jede von E_1 austretende primäre Röhre (vergl. 18.) ruft daher aus dem in gleicher Richtung wirkenden Kontakte E_2 eine sekundäre Röhre hervor, welche die Energie E_2 mitführt. Alle J_1 Röhren besitzen daher zusammen die Energie $J_1 (E_1 + E_2)$ oder den Mehrbetrag $J_1 E_2$ über die von E_1 von sich aus herührende Energie. Hiervon unabhängig sendet der Kontakt E_2 seinerseits J_2 primäre Röhren eh ($= efg$) aus, jede mit der totalen Potentialdifferenz $E_2 = E_1 + E_2$ (in $ef + gh$) $- E_1$ (in fg) und ruft in derselben Zeit aus E_1 gleichviel sekundäre Röhren von der Potentialdifferenz E_1 hervor. Durch diese Röhren wird die Energie $J_2 (E_1 + E_2)$ transportirt (Mehrbetrag $= J_2 E_1$), vergl. Ende 14. Der ganze Betrag $(J_1 + J_2) (E_1 + E_2)$ der von E_1 und E_2 ausgestrahlten Energie geht nach den Drähten als *Joule'sche Wärme*. Anstatt dessen verliert E_1 die Energie $(J_1 + J_2) E_1$ und E_2 gleichzeitig die Energie $(J_1 + J_2) E_2$ (konsumirte *Peltier'sche Wärmemengen*) oder zusammen die der *Joule'schen Wärme äquivalente Energie* $(J_1 + J_2) (E_1 + E_2)$.

Die Energiewanderung kann auch direkt als ein Energiestrom laut der Gleichung (6) berechnet werden. Sämmtliche zwischen den resultirenden Niveauflächen verlaufende Röhren besitzen dieselbe Intensität \mathcal{G}' und der Energiestrom wird daher

$$\mathcal{E} = [\mathcal{G}', \mathcal{H}'_1 + \mathcal{H}'_2].$$

Durch zwei Integrationen wie in 19. bekommt man den obigen Ausdruck für die *Joule'sche Wärme*.

23. Auch hier können wir uns vorstellen, dass die an die Drähte gelangenden elektrischen Röhren mit ihren Enden an den Belegungen ag und bh , resp df und ce haften. Die primären Röhren aus E_1 und die sekundären aus E_2 treffen

sich nämlich an der Schnittlinie der gleichwerthigen Niveauflächen, wo die elektrische Feldintensität unendlich klein ist. Wir können daher annehmen, dass die J_1 Röhren ad und cb nach ihrer Ausdehnung sich an dieser Schnittlinie theilen, wonach die bei a und d haftenden Röhrentheile sich mit denjenigen bei b und c haftenden vereinigen. Es entsteht dadurch die Röhre ab mit den Enden an a und b sowie die Röhre cd mit den Enden an c und d . In ähnlicher Weise werden die J_2 Röhren ef und gh erzeugt. Diese Betrachtungen setzen voraus, dass die Röhren parallel den Drähten ansetzen.

Es verdient bemerkt zu werden, dass jeder Theil des resultirenden Feldes von nur einem Systeme elektrischer Induktionsröhren überfahren wird, entweder von den primären oder von den sekundären Röhren.

24. Die Elektrizitätsbewegung in der Strombahn ersieht man auch aus den obigen Auseinandersetzungen. Ein einziger Kontakt ist als ein sich entladender Kondensator zu betrachten. Die Enden der aus dem Kontakte austretenden J elektrischen Röhren führen nach den Aussenseiten des Kontaktes in der Zeiteinheit die Ladungen $\pm J$, welche vom Strome fortgeschafft werden. Durch die kontinuierlich wirkende Kontaktkraft werden diese Ladungen an die Innenseiten der Grenzflächen zurückgeliefert. Die in den Kontakt eintretenden, oben in 11. erwähnten Röhren (punktirte Pfeile Fig. 4.) von kleiner Potentialdifferenz liefern an die positive Innenseite des Kontaktes die Ladung $-J$, welche durch die vom Strome herbeigeführte Ladung $+J$ neutralisirt wird. Zu gleicher Zeit wird vom Strome diejenige Ladung $+J$ von der negativen Seite des Kontaktes weggebracht, welche die positiven Enden dieser Röhren abliefern. Bei einem Kondensator sind diese Röhren nicht vorhanden, denn hier geschieht der Elektrizitätstransport nur durch den Entladungsdraht, nicht aber durch das Dielektrikum.

In analoger Weise geht der Elektrizitätstransport vor sich, wenn zwei Kontakte vorhanden sind. Der Strom $J_1 + J_2$ in 11. transportirt von der positiven Aussenseite ag Fig. 7. die Ladung $J_1 + J_2$, welche von den positiven Enden der aus E_1 heraus tretenden Röhren ad und gf dahin geschafft wird. Aehnliches geschieht bei den Grenzflächen df, bh und ce . Was den elektrischen

Strom in 14. und 15. anbetrifft, liefert das Ende *a* Fig. 6. der aus E_1 kommenden Röhren *ad* an die Aussenseite von *af* die Elektrizitätsmenge $+J_1$ ab; davon wird die Menge J_2 mit der eintretenden Röhre *fg* zurückgeliefert, der Rest $J_1 - J_2$ wird längs des Drahtes transportirt, u. s. w.

25. Diese Anschauungen sind unschwer auf eine beliebige Anzahl Kontakte in der Strombahn zu erweitern. Jeder Kontakt sendet in der Zeiteinheit eine Anzahl J elektrischer Röhren mit der Potentialdifferenz E des Kontaktes aus, welche Anzahl nach dem *Ohm'schen* Gesetze von der elektromotorischen Kraft des Kontaktes und dem Leitungswiderstande der Strombahn abhängt. Die eigenthümliche Vertheilung der elektrischen Feldintensität in einer solchen Röhre zwingt aber jeden anderen Kontakt eine gleiche Anzahl Röhren mit der ihm zugehörigen Potentialdifferenz auszusenden resp. einzuziehen. Die totale Potentialdifferenz jeder an die Leitungsdrähte gelangenden Röhre wird mithin $= \Sigma E$; ein dem Strome entgegen wirkender Kontakt liefert an diese Summe ein negatives Glied.

Bezeichnen wir ein positives Glied mit E' , ein negatives Glied numerisch mit E'' und den ganzen Leitungswiderstand mit R , so bekommen wir die resultirende Stromstärke

$$(\Sigma E' - \Sigma E'') : R = \Sigma J;$$

in der Summe rechts entspricht ein negatives Glied einer negativen elektromotorischen Kraft.

Jeder positive Kontakt liefert die Energie $E' \Sigma J$ (konsumirte *Peltier'sche* Wärme), jeder negative Kontakt empfängt aber die Energie $E'' \Sigma J$ (producirte *Peltier'sche* Wärme). Für die Drähte bleibt die Energie

$$(\Sigma E' - \Sigma E'') \Sigma J = \Sigma E. \Sigma J$$

als *Joule'sche* Wärme übrig.

Die vom resultirenden Felde an die Drähte gelangenden elektrischen Induktionsröhren können als mit ihren Enden an den beiden nächsten Kontakten haftend betrachtet werden. Ausserdem giebt es für jeden negativen Kontakt sekundäre Röhren von der Potentialdifferenz des Kontaktes, die in den Kontakt eintreten.

26. Eine sehr merkwürdige, bis jetzt nicht erklärte Erscheinung ist die von *E. Edlund* im Jahre 1867¹⁾ entdeckte elektromotorische Kraft im galvanischen Lichtbogen. Bei der Untersuchung des Leitungswiderstandes in diesem Theile der Strombahn fand er, dass sein Widerstand einen der Länge des Bogens proportionalen Theil enthält; der übrige Theil aber ist von der Länge sowie im allgemeinen auch von der Stromstärke unabhängig und setzt daher die Stromstärke herab wie eine elektromotorische Gegenkraft. Eine analoge Erscheinung zeigt sich auch bei der elektrischen Entladung in Gasen und wird gewöhnlich als ein Uebergangswiderstand bezeichnet.

Ich schlage hier eine Erklärung dieser Erscheinung vor. Man schreibt den Leitern zuweilen keine geringe Dielektricitätskonstante zu²⁾, was wir schon oben in 8. angedeutet haben. Die elektrostatischen Gesetze fordern geradezu einen unendlich grossen Werth dieser Konstante, wenn man annimmt, dass die normale Komponente der elektrischen Induktion auch beim Durchpassiren der Trennungsfläche zwischen einem Dielektrikum und einem Leiter ihren Werth behält. Der Lichtbogen bildet einen Abbruch der festen Leitung und es kann daher angenommen werden, dass bei der einen oder anderen Polfläche eine sehr bedeutende Feldintensität vorhanden ist. Dieser Abbruch muss daher wie eine elektromotorische Gegenkraft wirken, gerade wie die Schicht zwischen *be* und *ch* Fig. 6. Der Lichtbogen würde daher die elektrische Gegenerscheinung eines Elektromagnetes darstellen³⁾ mit dem Unterschiede, dass das magnetische Feld zwischen den Polflächen des Magneten fortwährend bestehen kann, das konzentrierte Feld im Lichtbogen aber wegen der beiderseitigen Ableitung ein Bestreben sich aufzulösen besitzt. Ein stationärer Zustand erfordert daher dieselbe Anordnung der von der Hauptsäule E_1 kommenden J_1 elektrischen Induktionsröhren wie wenn der Lichtbogen eine elektromotorische Gegenkraft wäre, d. h. die Röhren besitzen einen Theil *bc* von der Potentialdifferenz E_2 (die elektro-

¹⁾ Öfversigt af K. Vetensk. Akad. Förhandlingar (Stockholm) 1867 N:o 4: Undersökning om den galvaniska ljusbågen. Pogg. Ann. CXXXI, 1867, S. 586: Untersuchung über den galvanischen Lichtbogen.

²⁾ *Abraham-Föppl*, Theorie der Elektrizität, I, S. 321.

³⁾ *Sll* I, Art. 25.

motorische Kraft des Lichtbogens), welcher zusammen mit dem Röhrentheile, der dem Widerstande des Lichtbogens entspricht, in den Lichtbogen eintritt. Zu gleicher Zeit entsendet der Lichtbogen J_2 Röhren von der Potentialdifferenz E_2 . Die resultirende Stromstärke wird $J = J_1 - J_2$ und der Lichtbogen empfängt, über die seinem Widerstande entsprechende *Joule'sche* Wärme, die Energie $(J_1 - J_2) E_2$, welche wohl theilweise, nach *Eddlund's* Auffassung, bei der Zerreibung der Polspitzen konsumirt wird. Da der Lichtbogen eine sehr bedeutende elektromotorische Kraft (etwa 40 Volt bei Kohlenspitzen) besitzt, so müsste das entsprechende elektrische Feld von sehr bedeutender Stärke sein, besonders falls der Effekt einer sehr dünnen Schicht zuzuschreiben wäre.

In einer folgenden Untersuchung ¹⁾ hat *Eddlund* gezeigt, dass der Lichtbogen zwischen Kohlenspitzen eine sehr kurze Zeit (kürzer als $\frac{1}{80}$ Sek.) nach dem Oeffnen der Strombahn fort dauert. Der Lichtbogen zwischen Metallspitzen aber verlöscht im Augenblicke der Brechung des Stromkreises. Bei Kohlenspitzen scheint daher das hohe elektrische Feld hinreichend lange nach der Unterbrechung des Hauptstromes stehen zu bleiben um eine merkliche Elektrizitätsmenge durch das beim Versuche angewandte Galvanometer senden zu können. In Metallspitzen aber erlöscht wegen der guten Leitfähigkeit die elektrische Feldintensität und damit auch das Feld in dem Zwischenraume zu schnell.

Auf Entladungen in verdünnten Gasen können diese Betrachtungen nicht direkt angewandt werden. Aus den sehr vollständigen Untersuchungen von *Theodor Homén* ²⁾ geht nämlich hervor, dass der Uebergangswiderstand bei grossen Verdünnungen einen ganz enormen Werth erhält, welcher zum Theil in Ohm, nicht in Volt zu messen ist.

27. Bisher haben wir die Stromerscheinungen hauptsächlich als Bewegungen der elektrischen und magnetischen Induktionen aufgefasst. Die beiden Elektrizitäten wurden nur

¹⁾ Öfvers. af K. Vet. Akad. Förh. 1868, N:o 1: Om den nya elektromotoriska kraften i den galvaniska ljusbågen. Pogg. Ann. CXXXIV, 1868, S. 250; Ueber die neue elektromotorische Kraft in dem galvanischen Lichtbogen.

²⁾ Acta Soc. Scient. Fenn. T. XVI, XVII: Ueber die Elektrizitätsleitung der Gase I, II, III.

nebenbei erörtert. Wir wollen jetzt die Bedeutung der Elektrizitätsbewegung im Zusammenhange mit dem elektrischen Strom näher untersuchen.

Wir gehen von den elektrolytischen Erscheinungen aus. Die Ladungen der Ionen sowie ihre Wanderung im elektrischen Felde sind jetzt allgemein anerkannt. Das rechte Verständniss des elektrolytischen Vorganges fängt erst vom Jahre 1887 an, als Herr Professor *Svante Arrhenius* seine Theorie von der elektrolytischen Dissociation darlegte, laut welcher die Moleküle in der Lösung eines Elektrolytes zum Theil in ihre Bestandtheile, die Ionen, zerspalten sind. Aus den Gesetzen von *Faraday* scheint zu folgen, dass diese Ionen elektrische Ladungen, das Anion eine, für alle verschiedene (einwerthige) Anionen gleiche negative Ladung, das Kation eine gleich grosse positive Ladung besitzen. Die Grösse dieser Ladung für ein Grammion (die einem Gramm Wasserstoff äquivalente Masse in Gramm) geht schon aus den klassischen Messungen *Wilhelm Weber's* 1840¹⁾ hervor, durch welche bestimmt wurde, dass die elektromagnetische Einheit $\text{mm}^{\frac{1}{2}} \text{mg}^{\frac{1}{2}} / \text{sek}$ der Stromstärke 0,009376 mg Wasser in der Sekunde zersetzt, daher an der Kathode $\frac{2}{18} \cdot 0,009376 \text{ mg} = 0,001042 \text{ mg}$ Wasserstoff frei macht, die eine positive Ladung von $1 \text{ mg}^{\frac{1}{2}} \text{ mm}^{\frac{1}{2}}$ mitführen. Auf jedes Milligramm kommt mithin die Ladung $960 \text{ mm}^{\frac{1}{2}} \text{ mg}^{\frac{1}{2}}$, oder auf ein Grammion $9600 \text{ cm}^{\frac{1}{2}} \text{ g}^{\frac{1}{2}}$, eine Zahl, die durch neuere Bestimmungen kaum merklich geändert worden ist.

28. Auch im elektrischen Strome durch eine elektrolytische Lösung haben wir eine elektrische Feldintensität \mathcal{E} . Auf die Ladung e eines Grammiones wirkt daher die Kraft $\mathcal{E}e$, für das Kation in der Richtung des Stromes, für das Anion in der entgegengesetzten Richtung. Beim stationären Strome sind die Bewegungen der Ionen gleichförmig, d. h. sie bewegen sich mit einer Reibung, die ebenso gross ist wie die treibende Kraft.

Weiter zeigen die Untersuchungen von *Hittorf*, dass sich die beiden Ionen mit verschiedenen Geschwindigkeiten bewe-

¹⁾ Resultate aus den Beobachtungen des magnetischen Vereins im Jahre 1840.

gen. Bezeichnen wir die Geschwindigkeit des Kations mit \mathfrak{B}_k , die des Anions mit \mathfrak{B}_a , die Reibungen pro Grammion und pro Einheit der Geschwindigkeit mit P_k und P_a , so haben wir die Bewegungsleichungen

$$P_k \mathfrak{B}_k = \mathfrak{E}e, \quad P_a \mathfrak{B}_a = \mathfrak{E}e. \quad (29)$$

In der Zeiteinheit werden die Strecken $\mathfrak{B}_k, \mathfrak{B}_a$ zurückgelegt; für jedes Grammion muss daher in der Zeiteinheit die Arbeit

$$P_k \mathfrak{B}_k^2 + P_a \mathfrak{B}_a^2 = e \mathfrak{E} (\mathfrak{B}_k + \mathfrak{B}_a) \quad (30)$$

verrichtet werden. Wenn nun jede Volumeinheit C Grammmoleküle (die Konzentration) enthält, von denen der Bruchtheil α (Dissociationsgrad) dissociirt ist, so sind in diesem Volum $C\alpha$ Doppelionen vorhanden, und die pro Zeiteinheit und Volumeinheit nöthige Arbeit ist

$$A = C\alpha e \mathfrak{E} (\mathfrak{B}_k + \mathfrak{B}_a). \quad (31)$$

Diese Energiemenge muss daher zugeführt werden, damit die Wanderung der Ionen stattfinden kann.

29. Nach der *Poynting'schen* Anschauung wird die nöthige Energie vom herumliegenden elektromagnetischen Felde geliefert. Jede Volumeinheit empfängt in der Zeiteinheit die Energie $i \mathfrak{E}$, welche zur Ueberwindung der Reibungen angewandt wird und als *Joule'sche* Wärme erscheint. Wir erhalten daher die Gleichung

$$i \mathfrak{E} = C\alpha e \mathfrak{E} (\mathfrak{B}_k + \mathfrak{B}_a) \quad (32)$$

oder
$$i = C\alpha e (\mathfrak{B}_k + \mathfrak{B}_a). \quad (33)$$

Hier sind $C\alpha e \mathfrak{B}_k$ und $C\alpha e \mathfrak{B}_a$ die *Mengen positiver und negativer Elektrizität, die in der Zeiteinheit durch die Flächeneinheit in entgegengesetzten Richtungen wandern; die Summe dieser Mengen repräsentirt die Stromdichte i .*

Zu derselben Gleichung kommt auch *H. Weber*¹⁾ durch eine Betrachtung, die wir hier in verkürzter Form wiedergeben.

¹⁾ Die partiellen Differentialgleichungen der mathematischen Physik, I, S. 378—380, 406—409.

Der elektrische Strom wird, wie bei *Poynting*, als der Zuwachs der elektrischen Induktion definirt, d. h. die Stromdichte ist

$$\mathbf{i} = \frac{\partial D}{\partial t} + \sigma \mathfrak{E}.$$

Die Verschiebung wird jedoch hier in *Maxwell'schem* Sinne aufgefasst. Von der im Volumelement dv vorhandenen elektrischen Energie $dT = \frac{\epsilon}{2} \mathfrak{E}^2 dv$ geht der Betrag $dQ = \sigma \mathfrak{E}^2 dv$ in der Zeiteinheit verloren, d. h. erscheint als *Joule'sche* Wärme. Bei veränderlichem Zustande ist die Zunahme der elektrischen Energie in der Zeiteinheit

$$\frac{\partial dT}{\partial t} = \epsilon \mathfrak{E} \frac{\partial \mathfrak{E}}{\partial t} dv = \mathfrak{E} \frac{\partial \mathfrak{D}}{\partial t} dv.$$

Man hat daher

$$\frac{\partial dT}{\partial t} + dQ = (\mathfrak{E} \frac{\partial D}{\partial t} + \sigma \mathfrak{E}^2) dv = \mathfrak{E} \mathbf{i} dv.$$

„Der Stromvektor \mathbf{i} stellt also eine elektrische Verschiebung dar, entsprechend einer Arbeitsgrösse der elektrischen Kraft, die der Zunahme der elektrischen Energie, vermehrt um die verlorene Energie, gleichwerthig ist“. Die Arbeit bei der Verschiebung der Ionen wird wie oben berechnet und $= C \alpha e \mathfrak{E} (\mathfrak{B}_k + \mathfrak{B}_a) dv$ gefunden sowie mit der verlorenen Energie dQ identificirt. Man erhält mithin die Gleichung

$$\frac{\partial dT}{\partial t} + C \alpha e \mathfrak{E} (\mathfrak{B}_k + \mathfrak{B}_a) dv = (\mathfrak{E} \frac{\partial D}{\partial t} + \sigma \mathfrak{E}^2) dv = \mathfrak{E} \mathbf{i} dv$$

sowie bei stationärem Strome

$$\mathbf{i} = C \alpha e (\mathfrak{B}_k + \mathfrak{B}_a),$$

wie oben. Von woher die nöthige Energie kommt ist aber hiermit nicht erklärt. Die Erscheinung wird nur begreiflich durch die Annahme des *Poynting'schen* Energiestromes vom äusseren elektromagnetischen Felde, wobei auch der Vorrath an magnetischer Energie gehörig beachtet wird. Bei der Wanderung der Ionen entsteht durch die Reibungen P_k, P_a die

Joule'sche Wärme und die Elektrolyse liefert mithin wenigstens für Flüssigkeiten die physikalische Erklärung, wie die Energie der von aussen einströmenden elektrischen und magnetischen Induktionen in Wärme umgesetzt wird.

Dass die elektrischen Induktionsröhren auch in Flüssigkeiten eine Spannung besitzen, ist durch die oben in 7. citirten Versuche von *W. de Nikolajew* gezeigt. Zwei in Wasser als Elektroden eingetauchte bewegliche Staniolstreifen veränderten bei einer besonderen Anordnung deutlich ihre Stellung, wenn die Strombahn geschlossen wurde.

30. Der Zusammenhang mit der Leitfähigkeit σ geht aus folgenden Gleichungen hervor. Da $i = \sigma \mathfrak{E}$ ist, so haben wir nach den Gleichungen (29) und (32)

$$\mu_v = \frac{\sigma}{C} = \alpha e \left(\frac{\mathfrak{B}_k}{\mathfrak{E}} + \frac{\mathfrak{B}_a}{\mathfrak{E}} \right) = \alpha e^2 \left(\frac{1}{P_k} + \frac{1}{P_a} \right), \quad (34)$$

wo μ_v die molekulare Leitfähigkeit bei der Verdünnung $\frac{1}{C}$ ist. Bei unendlicher Verdünnung, wenn alle Moleküle dissociirt sind und $\alpha = 1$ ist, hat man

$$\mu_\infty = e^2 \left(\frac{1}{P_k} + \frac{1}{P_a} \right); \quad (35)$$

der Dissociationsgrad bei der Verdünnung $\frac{1}{C}$ ist mithin

$$\alpha = \frac{\mu_v}{\mu_\infty}. \quad (36)$$

Der Ausdruck μ_∞ zerfällt in die „elektrolytischen Beweglichkeiten“ der Ionen

$$\mu_k = \frac{e^2}{P_k}, \mu_a = \frac{e^2}{P_a} \quad (37)$$

(das Gesetz von *F. Kohlrausch*).

Die Ueberführungszahlen u , $1-u$ von *Hittorf* sind den Geschwindigkeiten \mathfrak{B}_k , \mathfrak{B}_a proportional:

$$u: 1-u = \mathfrak{B}_k: \mathfrak{B}_a = P_a: P_k = \mu_k: \mu_a; \quad (38)$$

daher
$$u = \frac{\mathfrak{B}_k}{\mathfrak{B}_k + \mathfrak{B}_a}, 1-u = \frac{\mathfrak{B}_a}{\mathfrak{B}_k + \mathfrak{B}_a}. \quad (39)$$

Bei hinlänglich verdünnten Lösungen können u , \mathfrak{B}_k , \mathfrak{B}_a , P_k , P_a als unabhängig vom osmotischen Drucke betrachtet werden.

31. Wir haben angenommen, dass die elektromotorischen Kontakte Potentialdifferenzen besitzen, vermöge derer sie bei geschlossenem Stromkreise elektrische und magnetische Induktionen ausstrahlen. Wie die Potentialdifferenz in einzelnen Fällen entsteht und unterhalten wird, ist zuerst von *Nernst*¹⁾ aus mechanischen Principien erklärt worden. Wir beschränken uns hier auf den Kontakt zwischen zwei verschieden concentrirten Lösungen desselben Elektrolyten.

Nernst bemerkt, dass in der Grenzschicht dieselbe Kraft $-\frac{dp}{dx}$ in der Richtung x vom Gefälle des osmotischen Druckes p auf alle Ionen in der Volumeinheit einwirkt, dass aber im allgemeinen wegen der verschiedenen Beweglichkeiten des Anions und des Kations das eine dem anderen voraneilt und dass dadurch die eine Lösung eine positive, die andere eine negative Ladung empfängt. In der Berührungsschicht ist daher eine Potentialsteigerung $\frac{d\pi}{dx}$ vorhanden, die die Bewegung des beweglicheren Ions verlangsamt, die des trägeren Ions aber beschleunigt; bei stationärem Zustande müssen daher die beiden Ionen mit derselben Geschwindigkeit von der concentrirten zur verdünnten Lösung diffundiren. Diese Erscheinung nennt man elektrolytische Diffusion zum Unterschiede von der gewöhnlichen Hydrodiffusion, in der die Moleküle unzertheilt dem Druckgefälle folgen. Da im allgemeinen nur ein Theil der Moleküle dissociirt ist, gehen hier beide Erscheinungen gleichzeitig vor sich; die Hydrodiffusion kommt aber jetzt nicht in Betracht.

Die in der Berührungsschicht veränderlichen Werthe der Koncentration und des Dissociationsgrades seien C_x und α_x . Ziehen wir auch die dem Potentialgefälle entsprechenden Kräfte in Berechnung, so erhalten wir für jedes Grammion die Kräfte

$$-\frac{1}{C_x \alpha_x} \frac{dp}{dx} - e \frac{d\pi}{dx} = \mathfrak{B}_k P_k,$$

$$-\frac{1}{C_x \alpha_x} \frac{dp}{dx} + e \frac{d\pi}{dx} = \mathfrak{B}_a P_a.$$

¹⁾ Theoretische Chemie, Dritte Aufl. 1900, S. 357, 358, 662.

Nachdem die Geschwindigkeiten \mathfrak{B}_k und \mathfrak{B}_a denselben Werth angenommen haben, wird die Potentialsteigerung $\frac{d\pi}{dx}$ durch die Gleichung

$$\left(\frac{e}{P_k} + \frac{e}{P_a}\right) \frac{d\pi}{dx} = - \left(\frac{1}{P_k} - \frac{1}{P_a}\right) \frac{1}{C_x \alpha_x} \frac{dp}{dx}$$

bestimmt, welche auch laut den Gleichungen (38) und (39)

$$\frac{d\pi}{dx} = \frac{1-2u}{e} \frac{1}{C_x \alpha_x} \frac{dp}{dx}$$

geschrieben werden kann. Beachten wir weiter, dass nach dem Gesetze von *Avogadro-van'tHoff*

$$p = C_x \alpha_x RT$$

ist, wo die Konstante R den Werth $83,1 \times 10^6 \frac{\text{dyn cm}}{\text{grad}}$ hat, so ist bei der absoluten Temperatur T

$$d\pi = \frac{1-2u}{e} RT \frac{dp}{p}$$

Eine Integration durch die ganze Berührungsschicht ergibt

$$\pi = \frac{2u-1}{e} RT \log \frac{p_1}{p_2} = \frac{2u-1}{e} RT \log \frac{C_1 \alpha_1}{C_2 \alpha_2}, \quad (40)$$

wo p_1 den grösseren, p_2 den kleineren osmotischen Druck bedeutet. Das Potential wächst von der konzentrierten zur verdünnten Lösung oder umgekehrt jenachdem die Wanderungszahl u des Kations $> \frac{1}{2}$ oder $< \frac{1}{2}$ ist.

32. Nachdem π seinen schliesslichen Werth erhalten hat, ergibt sich die gemeinsame Geschwindigkeit \mathfrak{B} der Ionen aus der Gleichung

$$\mathfrak{B} = - \left(\frac{1}{C_x \alpha_x} \frac{dp}{dx} + e \frac{d\pi}{dx} \right) \frac{1}{P_k} = - \left(\frac{1}{C_x \alpha_x} \frac{dp}{dx} - e \frac{d\pi}{dx} \right) \frac{1}{P_a}$$

$$\text{oder } \mathfrak{B} = - \frac{2}{C_x \alpha_x} \frac{1}{P_k + P_a} \frac{dp}{dx} = - \frac{2 RT}{(P_k + P_a) p} \frac{dp}{dx}$$

welche unabhängig von der erreichten Potentialdifferenz ist. Für jedes durch die Strecke dx in der Berührungsschicht passirtes Grammmolekül ist die zu verrichtende Arbeit

$$\mathfrak{B} (P_k + P_a) dx = - 2 RT \frac{dp}{p}.$$

Der Transport eines Grammmoleküles von der konzentrierteren zur verdünnteren Lösung erfordert daher die Arbeit

$$A = 2 RT \log \frac{p_1}{p_2} = \int \mathfrak{B} (P_k + P_a) dx,$$

wo das Integral auf die Berührungsschicht auszudehnen ist. Diese Energie muss daher an die Berührungsschicht (in der Form von Wärme) geliefert werden. Ueberdies ist Wärme erforderlich für den Transport der unzertheilten Moleküle sowie für die vermehrte Dissociation in der verdünnten Lösung.

33. In der Berührungsschicht wird mithin durch die elektrolytische Diffusion ein elektrisches Feld unterhalten, oder wir können diese Schicht als einen geladenen Kondensator betrachten; die Flächen, bei welchen die Lösungen mit den konstanten Drücken p_1 und p_2 anfangen, bilden die Belegungen dieses Kondensators und besitzen die oben berechnete Potentialdifferenz π . In Hinsicht auf dieses elektrische Feld muss die Berührungsschicht als ein Dielektrikum betrachtet werden; kommen aber elektrische und magnetische Induktionen von aussen herein, so wird ihre Energie in *Joule'sche* Wärme umgesetzt, d. h. die Berührungsschicht verhält sich gegen diese Induktionen wie ein Leiter.

Sowohl die elektrostatische Kapazität dieses Kondensators wie auch seine Ladung und elektrische Energie sind unbekannt; für die Theorie des Stromes sind nur die möglichen Veränderungen seiner Energie von Bedeutung, und diese können wir berechnen.

34. Stellen wir uns jetzt vor, dass wir die beiden Lösungen durch eine äussere Leitung verbinden können, ohne dass dadurch neue elektromotorische Kontakte entstünden. Die elektrische Induktion in der Berührungsschicht geräth sogleich in Bewegung nach aussen, gerade wie bei einem sich entladenden Kondensator. Die aus der Berührungsschicht heraus-

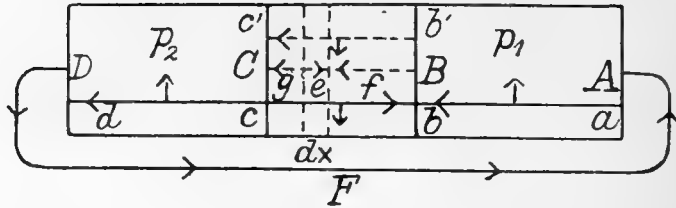


Fig. 8.

tretenden elektrischen Induktionsröhren legen sich an die Strombahn, treten in sie hinein und bilden den elektrischen Strom. Die Potentialdifferenz π und das elektrische Feld in der Berührungsschicht werden aber hierdurch nicht geschwächt; denn die elektrolytische Diffusion geht unverändert vor sich und stellt dieses Feld in voller Stärke immer wieder her.

Es seien AB Fig. 8. die konzentrierte, CD die verdünnte Lösung, BC die Berührungsschicht sowie AFD der Schliessdraht. Aus BC treten die Induktionsröhren von der Richtung cb heraus und liefern in AB und CD die Feldintensitäten ab und cd . Da auch in BC dieselbe Feldrichtung vorhanden sein muss, denken wir uns, dass die Potentialdifferenz E in BC in die Theile $E - E'$ und E' zerfällt; der erst genannte Theil strömt heraus und liefert die für den Strom in der Leitung $CDFAB$ nöthige Potentialdifferenz. Der Theil E' aber entspricht einer gleichen Anzahl eintretender Röhren mit der entgegengesetzten Feldintensität $b'e'$.

Die Entstehung von E' können wir uns so vorstellen, dass jede Theilschicht dx Fig. 8. eine Induktion von der Richtung e aussendet; ausserhalb der Schicht wird hierdurch die für den Strom nöthige Feldintensität in gehöriger Richtung (Pfeile f, g) geliefert.¹⁾

35. Zu der oben dargestellten gemeinsamen Bewegung der Ionen von der konzentrierten zur verdünnten Lösung kommt jetzt ihre Wanderung in entgegengesetzten Richtungen, mit den Geschwindigkeiten \mathfrak{B}_k und \mathfrak{B}_a hinzu und wir erhalten in den Lösungen die Stromstärke

$$J = C \alpha q e (\mathfrak{B}_k + \mathfrak{B}_a)$$

¹⁾ Diese Anschauung benutzt *Poynting* um die Entstehung der elektromotorischen Kraft in einem im magnetischen Felde sich bewegenden Drahte zu erklären. *Poynting* II, S. 294.

oder nach (34) $J = C \mu_v q \mathfrak{G}$,

wo q der Querschnitt der Flüssigkeitssäule ist.

Auch in der Berührungsschicht haben wir dieselbe Stromstärke. Durch die oben erwähnten einströmenden Röhren haben wir in der Schicht dx die Feldintensität \mathfrak{G}' und es gilt hier die Energiegleichung

$$C_x \alpha_x q e \mathfrak{G}' (\mathfrak{B}_k + \mathfrak{B}_a) dx = J \mathfrak{G}' dx$$

oder die Stromgleichung $J = C_x \alpha_x q e (\mathfrak{B}_k + \mathfrak{B}_a)$,

genau wie in den homogenen Lösungen.

36. Wie schon erwähnt worden ist, wird die Potentialdifferenz E im Kontakte durch die elektrolytische Diffusion fortwährend in einer konstanten Stärke aufrechterhalten, angenommen, dass die Wanderung der Ionen keine Konzentrationsveränderungen hervorbringen. Die zu ersetzende Energie ist $= JE$, der im ganzen Stromkreise entwickelten *Joule'schen* Wärme entsprechend. Da die Erscheinung bei konstanter absoluter Temperatur vorsichgehen soll, muss diese Wärmemenge in jeder Zeiteinheit dem Kontakte zugeführt werden, d. h. der Kontakt konsumiert die Wärme $W = JE$ (*Peltier'sche* Wärme). Kann man diese Wärme kalorimetrisch messen, so wird die elektromotorische Kraft des Kontaktes aus der Gleichung

$$E = \frac{W}{J}$$

erhalten.

In unserem Falle geht auch diese Kraft direkt aus den osmotischen Drücken oder den Ionenkonzentrationen hervor laut der Gleichung (40).

37. Seine Theorie der Kontaktspannung hat *Nernst*¹⁾ auch auf Kontakte zwischen Metallen und Flüssigkeiten ausgedehnt, bei denen die elektrolytische Lösungstension des Metalls den osmotischen Druck der einen Lösung ersetzt. Die erlangten Formeln haben sich sehr gut be-

¹⁾ L. c. S. 665.

währt bei der Bestimmung der elektromotorischen Kraft von Konzentrationsketten. Für Kontakte zwischen Lösungen verschiedener Elektrolyte hat *Planck*¹⁾ die Formeln durch Integration der *Nernst'schen* Gleichungen entwickelt. Da in diesen Fällen auch chemische Prozesse vor sich gehen, welche Wärme konsumiren oder produciren, so braucht die beim Kontakte nöthige Wärme nicht immer oder wenigstens nicht im ganzen Betrage aus der Umgebung genommen zu werden, sondern die chemischen Prozesse kommen hierbei auch in Betracht. In einigen Hydrosäulen ist in der That die chemische Wärme äquivalent der Wärmemenge, welche von der elektromotorischen Kraft verbraucht wird (*Thomson's* Regel, von *H. v. Helmholtz* 1847 und *Lord Kelvin* 1851 aufgestellt). Diese Regel gilt jedoch nicht für alle Kombinationen, wie *Edlund*²⁾ zuerst 1876 gezeigt hat.

38. Die Wirkung anderer Kontakte in derselben Strombahn modificirt nur die Anzahl der von einem Kontakte ausgehenden elektrischen Röhren, wie wir es schon oben ausführlich erörtert haben. Es werden $J_1 + J_2 + J_3 + \dots$ Röhren aus jedem Kontakte ausgesandt, wobei einige J auch negativ sein können (vom Kontakte eingenommene Röhren). Jede partielle Stromstärke hängt nur von der Potentialdifferenz des betreffenden Kontaktes und vom Leitungswiderstande des ganzen Stromkreises nach dem *Ohm'schen* Gesetze ab.

39. Es erübrigt noch zu untersuchen, wohin die Ladungen der Ionen schliesslich gehen. Durch jeden Querschnitt in den Lösungen Fig. 8. passiren in der Zeiteinheit $C \alpha \mathfrak{B}_k$ positive Ionen pro Flächeneinheit. Ein Grammion braucht daher die Zeit $\frac{1}{C \alpha \mathfrak{B}_k}$ um durchzukommen, der Bruchtheil u (Wanderungszahl des Kations) aber nur die Zeit $\frac{u}{C \alpha \mathfrak{B}_k} = \frac{1}{C \alpha (\mathfrak{B}_k + \mathfrak{B}_a)}$ (laut den Gleichungen (39)). In dieser Zeit wird daher ein positives Grammion mit der Ladung e frei an der Kathode, z. B. an B , Fig. 8. In der Zeiteinheit gelangen folglich dahin $q C \alpha (\mathfrak{B}_k + \mathfrak{B}_a)$ positive Ionen mit der Ladung

¹⁾ Wied. Ann. 40, S. 561.

²⁾ Kongl. Svenska Vetenskaps-Akademiens Handlingar, Bd. 14, N:o 9.

$qCa e (\mathfrak{B}_k + \mathfrak{B}_a) = J$. Diese Ladung denken wir uns neutralisirt durch die in der Lösung AB vom äusseren Felde eintretenden J elektrischen Induktionsröhren, welche die Richtung ab haben, mithin der Grenzfläche B die negative Ladung $-J$ zuführen. Der Vorgang bei der Anode C ist ein analoger; die Anionen führen mit sich die Ladung $-J$, die durch die gleich grosse positive Ladung der dazukommenden J Röhren (Pfeil cd) neutralisirt wird.

Für die Berührungsschicht BC ist B die Anode, C die Kathode. Es ist wohl wahrscheinlich, dass die hier von den Ionen mitgeführten Ladungen durch die eindringenden Röhren $b'c'$ neutralisirt werden. Auch die originalen J Röhren, welche aus der Grenzschicht hinaustreten, schaffen wohl die Ladungen $\pm J$ weg; diese Elektrizitätsmengen denken wir uns aber von der Ladung der Schicht als Kondensator betrachtet genommen und in Folge der gestörten elektrolytischen Diffusion immer wiederhergestellt.

40. Beim Kontakte zwischen Metall und Flüssigkeit entsteht die Frage, von woher die Elektrizität kommt, welche zur Neutralisation der Ladung an den Enden der eindringenden elektrischen Induktionsröhren nöthig ist. Als eine Folge der elektrolytischen Dissociationstheorie dürfte man annehmen müssen, dass auch ein metallischer Leiter mit entgegengesetzten Elektrizitäten geladene materielle Theilchen, *Elektronen*, enthält, die unter dem Einflusse der elektrischen Feldintensität in der Richtung des Stromes sowie in der entgegengesetzten Richtung wandern. Der elektrische Strom in festen Leitern würde daher, wie nach der alten Anschauung, mit einem Transport der beiden Elektrizitäten verbunden sein, oder dieser Strom müsste als ein Konvektionsstrom betrachtet werden, wie der Strom in den Elektrolyten. Zur Erklärung der Ionenladungen nimmt *Nernst* ¹⁾ ein hypothetisches Molekül $E_p E_n = E_p + E_n$ an, dessen Bestandtheile, das positive Elektron E_p und das negative Elektron E_n , durch chemische Verbindung mit dem Kation und dem Anion ihre Ladungen bedingen. Auch in einem festen Leiter könnten diese hypothetischen Moleküle in grosser Dichte und in starker Dissociation vorhanden sein. Sind die

¹⁾ Theoretische Chemie, Dritte Aufl. 1900, S. 346, 382.

Ladungen der Elektronen gleich gross wie die der einwerthigen Ionen, so werden auch an metallischen Elektroden die zur Neutralisation der von den elektrischen Induktionsröhren herbeigeführten Elektricitäten nöthigen Ladungen immer zur Hand sein.

Das elektrische Feld in einer metallischen Strombahn befördert daher durch jeden Querschnitt in der Zeiteinheit die Elektricitätsmenge

$$J = q \delta (\mathfrak{B}_p + \mathfrak{B}_n),$$

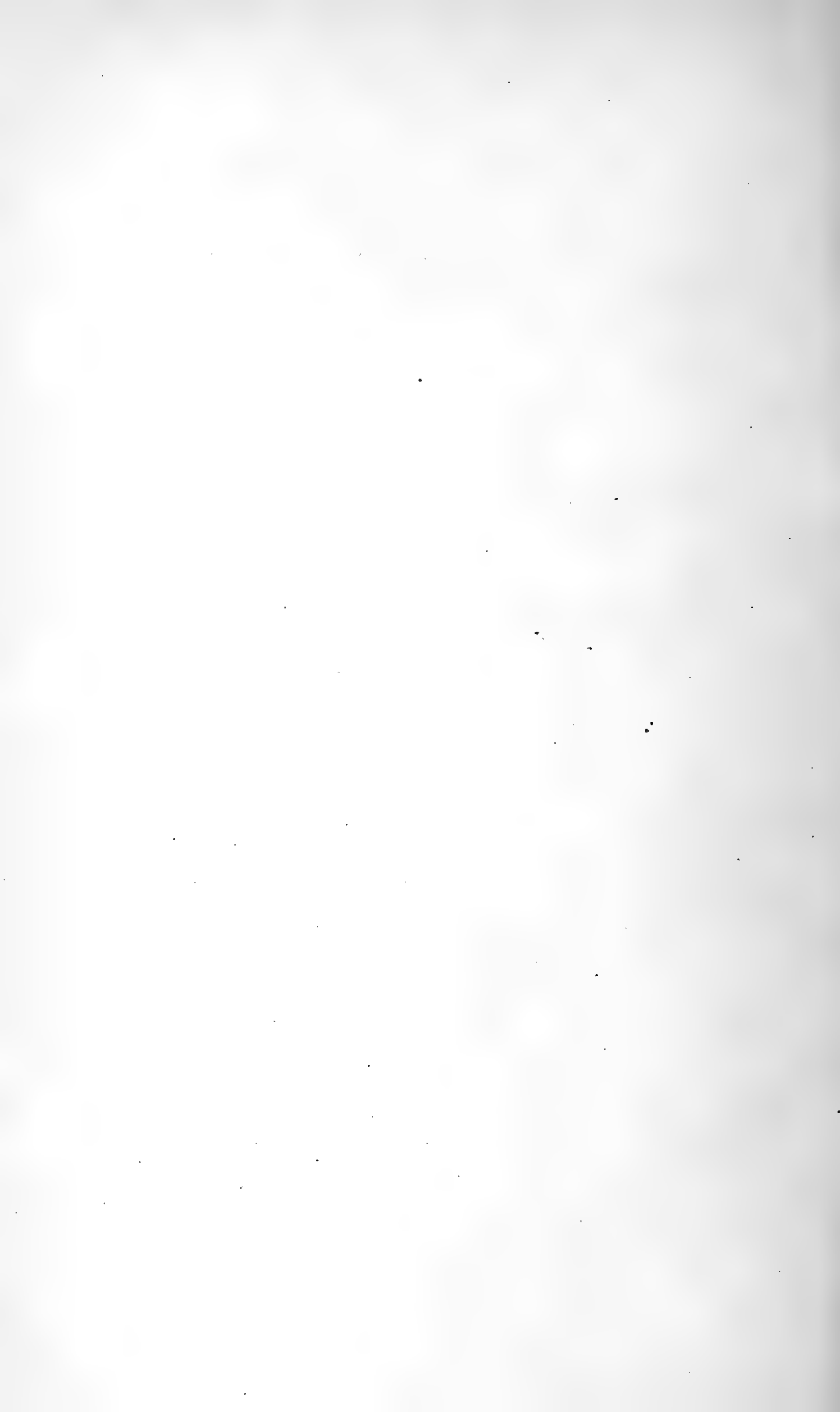
wo wir mit δ anstatt $C \alpha$ die Dichte der dissociirten Moleküle E_p E_n bezeichnet haben. Die Geschwindigkeiten \mathfrak{B}_p und \mathfrak{B}_n wie auch die Dichte δ sind gänzlich unbekannt. Die Elektricitätsmengen $+ q \delta \mathfrak{B}_p$ und $- q \delta \mathfrak{B}_n$ verschieben sich gegen einander in entgegengesetzten Richtungen. An das Ende eines Drahtes, der als Kathode in Berührung mit einem Elektrolyten dient, wird mithin vom Strom die Ladung $- q \delta \mathfrak{B}_n$ herbeigeführt, aber gleichzeitig die Ladung $+ q \delta \mathfrak{B}_p$ davon weggeschafft, d. h. hier führt der Strom die positive Ladung $q \delta (\mathfrak{B}_p + \mathfrak{B}_n)$ weg; analog an einer metallischen Anode.

Die *Joule'sche* Wärme in metallischen Leitern würde daher, wie in Flüssigkeiten, durch die Reibung der Elektronen gegen die materiellen Moleküle entstehen. Die Reibungen P_p und P_n sind aber gänzlich unbekannt.

41. Wenn die Enden der elektrischen Induktionsröhren sich unter gewissen Winkeln längs der Strombahn bewegen, so ist der Strom, wie oben in 3. gezeigt wurde, aus dem Körperstrom und dem Flächenstrom zusammengesetzt, deren Summe gleich der Stromstärke in anderen Theilen der Strombahn, z. B. in einer elektrolytischen Lösung, ist. Der Körperstrom befördert daher zu wenig Elektricität und wir sind gezwungen anzunehmen, dass der Flächenstrom die fehlende Menge mitführt, d. h. die wahre Ladung am Ende einer Induktionsröhre nimmt Theil an der Bewegung der Röhre, wie wir es uns schon oben in 8. vorgestellt haben.

Herr Professor *H. A. Lorentz* hat die konvektive Bewegung der Elektronen an die Spitze seiner Elektronentheorie gestellt. Die Eigenschaften des elektromagnetischen Feldes

werden dann aus den *Maxwell'schen* Grundgleichungen hergeleitet, in welchen der Konvektionsstrom des Elektrons ein wichtiges Glied bildet. Für uns aber ist die Ausstrahlung der Induktionen aus den Kontakten und ihre Aufnahme in die Strombahn die primäre Erscheinung, die Bewegung der Elektronen aber ein sekundärer Process.



Genera quatuor nova
divisionis Capsidarum Restheniaria.

Descripsit

O. M. REUTER.

Euryscytophora nov. gen.

Corpus ovale, latiusculum, superne dense breviter pilosulum; capite verticali, basi pronoti fere dimidio angustiore, strictura apicali pronoti paullulum latiore; fronte leviter convexa; antennis articulo secundo elongato-fusiforimi et primo crassiore (♀); pronoto latitudine basali paullo brevior, apice quam basi dimidio angustiore, callis in latera admodum extensis, medio distantibus, lateribus pone callos rectis; limbo laterali antrorsum obtuso, basin versus margine acutiusculo, disco postico versus apicem sat fortiter declivi, convexiusculo; scutello plano; hemielytris dilatatis, simul sumtis pronoto sat multo latioribus, margine costali late aequaliter arcuato, usque ad medium reflexo, commissura clavi scutello paullo longiore, cuneo horizontali, latitudine basali longiore; tibiis pilosis, spinulis destitutis; tarsis articulo primo secundo paullo crassiore et hoc duplo longiore; terebra feminae medium ventris attingente.

Genus ab omnibus reliquis structura antennarum, pronoti et hemielytrorum distinctissimum.

Euryscytophora lateralis n. sp.

Ovalis, nigra, opaca, superne dense puberula, hemielytris pallido-pubescentibus; capite utrinque gutta verticis ad oculum aliaque gutta utrinque ad basin clypei, articulo primo rostri, articulo primo antennarum annulo subbasali, hemielytris fere dimidio exteriori corii et cunei, femoribus annulo mox infra medium alioque ante apicem, tibiis annulo angusto basali stramineis, tibiis ante medium late pallescentibus; margine costali corii reflexo nigro; pronoto cum epipleuris, prosterno mesosternoque utrinque late cinnabarinis, pronoto vitta media limboque latissimo basali nigris, lateribus ante limbum nigrum basalem stramineis; rostro apicem coxarum intermediarum attingente; articulo primo antennarum capiti ab antico viso aequo longo, secundo primo duplo longiore, basin ac apicem versus aequaliter attenuato. ♀. Long. $8\frac{1}{4}$, lat. basis pronoti $2\frac{2}{3}$, hemielytrorum 4 mm.

Brasilia: Rio Grande, 1 sp. (Mus. Hung.).

Eurylomata nov. gen.

Corpus ovale, latiusculum, opacum, impunctatum, subglabrum, solum ventre piloso; capite verticali, basi pronoti $\frac{3}{7}$ — parum magis quam $\frac{1}{4}$ angustiore, a supero viso pronoto circiter $\frac{1}{3}$ brevior, longitudine sua saltem duplo latiore, margine antico late arcuato, vertice lato, immarginato, sulco longitudinali destituto, cum oculis strictura apicali pronoti parum vel paullulum latiore; capite ab antico viso latitudini cum oculis aequo longo vel hac paullo brevior, loris haud prominulis, a latere viso altitudine dimidio brevior, fronte leviter convexuscula, declivi, apice verticali, clypeo leviter prominente, a fronte impressione obtusa discreto, basi in medio altitudinis capitis posita, angulo faciali recto, loris etiam inferne apicem versus discretis, postice latioribus ibique apertis, genis altis, oculis saltem aequo altis vel iis altioribus; gula brevi obliqua; oculis parvulis vel mediocribus, vix vel parum exsertis, subtilissime granulatis vel sublaevibus, a supero visis orbi-

cularibus, a latere visis brevibus vel breviusculis, margine interiore versus apicem sat fortiter divergentibus, leviter latissime sinuatis; rostro apicem coxarum posticarum attingente, articulo primo apicem xyphi prosterni attingente vel subattingente; antennis gracilibus, ad apicem oculorum interne insertis, breviter sat parce nigro-pubescentibus vel pilosellis, pilis subadpressis, articulo primo capite ab antico viso brevior vel huic longitudine subaequali, secundo primo graciliore, lineari vel apicem versus leviter incrassato; pronoto sat brevi et fortiter trapeziformi, latitudine basali circiter $\frac{1}{3}$ brevior, apice quam basi solum circiter $\frac{2}{5}$ vel fere dimidio — ($\frac{3}{7}$) angustior, strictura apicali crassa, capite cum oculis vix vel paullulum angustior, callis transversis vel non-nihil obliquis, parvulis, stricturae apicali aequae longis, tertiam apicalem partem longitudinis pronoti sub superantibus, in latera parum extensis, medio late vel latissime distantibus et interdum striga transversali impressa conjunctis, limbo laterali extra callos sat late explanato, antice ultra marginem posticum stricturae leviter producto et crasse marginato, margine acutiusculo, marginibus lateralibus pone callos magis minusve, interdum fortiter sinuatis, angulis posticis rotundatis, margine basali versus latera rotundato, medio truncato vel late sinuato, disco postico convexiusculo, versus apicem leviter declivi; scutello pronoto parum vel paullo brevior, planiusculo, basi detecta; hemielytris lateribus late sat fortiter aequaliter rotundatis, vena clavi reliquis distinctiore, commissura clavi scutello paullulum longior, cuneo horizontali, latitudine basali paullo longior, fractura infra angulum basalem internam membranae posita, membrana biareolata, areola majore angulo interiore apicali sat fortiter rotundata vel angulato-rotundata; areola alarum hamo tota destituta; xypho prosterni lateribus marginato; mesosterno apicem versus leviter convexo, mesopleuris carina obliqua instructis; metastethio inter coxas intermedias et posticas orificiis distinctis, apertis instructo; coxis anticis medium mesosterni haud vel vix attingentibus, posticis ab epipleuris hemielytrorum remotis; femoribus linearibus, tibiis ipso apice leviter incrassatis, breviter nigro pubescentibus, spinulosis, spinulis crassitie tibiarum paullo brevioribus, tarsis inferne tomentosis, articulo primo reliquis distincte crassior,

posticis margine inferiore articuli secundi eodem primi circiter dimidio brevioribus; segmento genitali maris inferne medio carina tenui longitudinali instructo; terebra feminae medium ventris superante.

Genus capite strictura apicali pronoti vix vel parum latiore, oculis vix vel parum exsertis, genis altissimis, pronoto brevi et fortius transverso, disco ejus postico minus fortiter convexo-declivi, callis minoribus, in latera brevius extensis, lateribus antice ad callos late limbatis et crasse marginatis, margine costali corii fortius arcuato, areola alarum hamo destituta, tibiis distincte spinulosis, segmento maris genitali inferne carinato terebraque feminae longiuscula optime distinctum.

Eurylomata speciosa (Sign.).

Miniata, clypeo, fronte, vertice cum oculis, rostro, antennis, pronoto callis latissime distantibus maculisque duabus magnis disci postici late triangularibus, scutello limbo basali, clavo toto, corio limbis interiore et exteriori fasciaque lata apicali externe latiore, mesosterno, ventre medio latissime, segmento genitali maris inferne medio terebraque feminae, nec non pedibus, coxis exceptis, nigris; membrana nigricante; articulo primo antennarum capite ab antico viso fere $\frac{1}{3}$ brevioribus. ♂ ♀. Long. $7\frac{2}{5}$ — $7\frac{1}{2}$, lat. hemielytr. $3\frac{1}{2}$ mm.

Capsus speciosus Sign., Ann. Soc. Ent. France (4), III, 1863, p. 571, sec. spec. typ.

Chili (Coll. Signoret, Mus. Hung.).

Var. nigripennis m. Nigra, pronoto strictura apicali, callis ad partem, limbo explanato laterali usque ad medium maculae mediae mox pone callos, scutello, genis, gula, prosterno, epipleuris pronoti, maculis mesopleurarum ad coxas, area odorifica metastethii coxisque miniatis; hemielytris totis nigris. ♀.

Chili: Rancagua, D. P. Herbst (Mus. Hung.).

Species pulcherrima, colore signaturisque distinctissima. Caput basi pronoti parum magis quam $\frac{1}{4}$ angustius, vertice oculo triplo (♀) vel paullo minus quam triplo (♂) latiore; genis oculo magis quam dimidio altioribus. Oculi parum exserti.

Rostrum articulo primo apicem xyphi prosterni attingente. Antennae articulo primo capite ab antico viso fere $\frac{1}{3}$ brevior, secundo primo circiter $2\frac{1}{3}$ — $2\frac{2}{5}$, et margine basali pronoti distincte longiore, versus basin levissime gracilescente. Pronotum apice quam basi circiter $\frac{2}{5}$ angustius, strictura apicali capite cum oculis paullulum vel parum angustiore, callis levissime obliquis, medio latissime distantibus et striga transversali impressa conjunctis, lateribus a strictura apicali usque ad apicem callorum leviter divergentibus, dein autem versus basin subito sinuato-ampliatis. Scutellum pronoto parum brevius. Membrana angulo interiore apicali areolae majores sat fortiter rotundata. Tibiae breviter nigro-pubescentes.

Eurylomata gayi (Spin.).

Nigra, opaca, signaturis variabilis, saltem gula, apice vel strictura apicali pronoti, hac saepe puncto vel macula mediana excepta, epipleuris pronoti, coxis totis, nec non meso- et metastethiis saltem ad partem rubris, plerumque bucculis capitis, marginibus lateralibus pronoti antice epipleurisque pronoti postice sulphurescenti-albis; articulo primo antennarum capiti ab antico viso longitudine subaequali. ♂ ♀. Long. 7— $7\frac{3}{4}$, lat. $2\frac{1}{2}$ — fere 3 mm.

Phytocoris Gayi Spin. in Gay, Hist. Fis. Chili, VII, 1852, p. 184, sec. spec. typ. Sign., Ann. Soc. Ent. France (4), III, 1863, p. 571. *Lygaeus picturatus* Blanch. in Gay, l. c. p. 143, 3 (veris.).

Chili, plura specimina (Coll. Signoret, Mus. Helsingf., Hung., Washingt., Vindob.).

Var. rubrosignata: Nigra, genis et gula, pronoto tertia apicali parte, guttulis duabus mediis pone callos, nec non marginibus lateralibus et basali, scutello, basi excepta, corio limbo interiore juxta suturam clavi limboque apicali interiore in cuneum usque in marginem exteriorem hujus prolongato rubris, apice cunei nigro; pectore cum coxis lateribusque ventris basi rubris, mesosterno maculaque meso- et metapleurorum nigris. ♂.

Var. β typica: Ut praecedens, sed margine basali pronoti sat tenuiter sulphurescenti-albido, marginibus lateralibus rubris

vel plerumque saltem basin versus sulphurescenti-albis; limbo interiore curvato corii et cunei usque in marginem exteriorem hujus dilute sulphureo; epipleuris pronoti postice sulphurescenti-albidis; scutello toto nigro vel apice late rubro. ♂ ♀.

Var. γ: Ut praecedens, sed pronoto lateribus basin versus nigris, margine basali omnium tenuissime pallido vel concolore. ♂.

Var. δ: Ut *var. β*, sed hemielytris totis nigris. ♂.

Var. ε torquata Spin.: Pronoto ut *var. γ*, hemielytris ut *var. δ*; meso- et metapleuris externe totis nigris, ventre fere toto nigro; scutello nigro vel apice late rubro. ♂ ♀.

Phytocoris Gayi var. torquatus Spin. l. c., p. 185.

Var. ζ pluto Spin.: Nigra, solum strictura apicali pronoti incarnata.

Phytocoris Gayi var. Pluto Spin. l. c., p. 185.

Caput basi pronoti circiter $\frac{3}{7}$ angustius, cum oculis strictura apicali vix (♀) vel paullulum (♂) latius, vertice oculo duplo (♂) vel paullo minus quam triplo (♀) latiore; genis oculo saltem aequae altis. Oculi mediocres, sublaeves. Rostrum articulo primo apicem xyphi prosterni subattingente. Antennae articulo secundo lineari, primo graciliore et paullo magis quam duplo longiore, margini basali pronoti aequae longo, tertio secundo vix $\frac{1}{3}$ brevior, quarto tertio paullo magis quam $\frac{2}{5}$ brevior. Pronotum apice quam basi circiter $\frac{3}{7}$ angustius, lateribus usque a strictura apicali basin versus sat fortiter ampliatis, medio vel pone medium levissime sinuatis, angulis basalibus externe subtruncatis, margine basali medio late sinuato; limbo laterali antice ad callum explanato, nonnihil antrorsum producto, crasse marginato, strictura apicali lateribus graciliore. Membrana areola majore apice interne angulato-rotundata. Tibiae breviter subadpressim minus dense nigro-pubescentes.

Lampsophorus nov. gen

Corpus ovatum, sat dilatatum; opacum, inpunctatum; capite verticali, basi pronoti circiter $\frac{3}{7}$ angustiore, a supero viso longitudine duplo latiore et pronoto fere dimidio brevior, cum oculis strictura apicali pronoti latiore, vertice lato, immar-

ginato, sulco longitudinali destituto; capite ab antico viso latitudini cum oculis aequae longo, a latere viso altitudine basali saltem $\frac{1}{3}$ brevior, fronte convexiuscula, clypeo a fronte impressione obtusa sed sat profunda discreto, sat prominente, basi arcuata, dein perpendiculari, basi ejus in medio altitudinis capitis a latere visi posita, angulo faciali recto, loris etiam inferne apicem versus discretis, convexis, genis oculis paullo altioribus, gula brevi, obliqua; oculis pronoto contiguis, medio-cribus, excertis, laevibus, orbita interiore apicem versus divaricatis et leviter sinuatis; rostro coxas intermedias haud superante, articulo primo medium xyphi prosterni attingente; antennis mox supra apicem oculorum interne insertis, articulo primo capiti ab antico viso longitudine subaequali, subtiliter pubescente, secundo primo aequae crasso, dense subtiliter pubescente, basi graciliore, ultimis gracilioribus, simul sumtis secundo longioribus; pronoto sat transverso, trapeziformi, apice quam basi dimidio angustiore; strictura apicali articulo primo antennarum aequae crassa, callis transversis, discoloribus, nitidis, tertiam apicalem partem longitudinis pronoti haud superantibus, medio leviter distantibus, in latera longe extensis, disco postico callis altiore, convexo, sed apicem versus parum declivi, sub-horizontali, margine basali medio late truncato, versus angulos rotundato, angulis basalibus obtuse rotundatis, lateribus usque ad stricturam apicalem subrectis, immarginatis; scutello pronoto brevior, convexiusculo; hemielytris vena clavi elevata, clavo extra venam declivi, commissura clavi scutello distincte longiore, corio margine exteriori apicem versus nonnihil dilatato-rotundato, venis minus distinctis, cuneo declivi, latitudine basali fere duplo longiore, fractura infra angulum basalem internam membranae posita; membrana biareolata, areola majore sat elongata, apice interne in angulum subrectum rotundata; areola alarum hamo valde oblitterato vel nullo; xypho prosterni lateribus marginato; mesosterno sat convexo; metastethio orificiis destituto; pedibus mediocribus, coxis anticis medium mesosterni haud attingentibus, posticis ab epipleuris hemielytrorum longe remotis, tibiis apicem versus sat fortiter incrassatis, dense sat breviter subadpressim nigro-pilosis, spinulis pilis paullo longioribus immixtis; tarsis articulo primo reliquis multo crassiore et iis simul sumtis longitudine subaequali, secundo brevi;

ventre nigro-piloso; terebra feminae medium ventris attingente.

Genus callis pronoti nitidis, discoloribus, metastethio orificiis destituto, tibiis etiam posterioribus versus apicem sat fortiter incrassatis articuloque primo tarsorum fortiter incrassato insigne, a *Platytylo* Fieb. adhuc statura brevior nonnihil ovata lateribusque pronoti immarginatis divergens.

Lampsophorus caesareus n. sp.

Pronoto hemielytrisque obscure purpureis; inferne cum pedibus, rostro, antennis, capite, parte tertia antica pronoti, scutello, margine laterali exteriori (anguste) apiceque corii (oblique), nec non cuneo et membrana nigris, opacis; dimidio basali segmentorum ventralium segmentisque genitalibus, margine basali maculisque duabus verticis, maculis duabus frontis, clypeo, maculis tribus partis apicalis nigrae hemielytrorum utrinque, duabus corii, quarum interiore in angulum interiorem cunei producta, unaque cunei, nec non saepe etiam venis membranae chalybeo-nitentibus. ♂ ♀. Long. 9—10, lat. $4\frac{2}{3}$ — $5\frac{1}{3}$ mm.

Columbia: Bogota (Coll. Sign.); Nova Granada (Mus. Vindob.).

Species pulcherrima. Caput vertice oculo duplo latiore. Rostrum medium coxarum intermediarum vix superans. Antennae articulo secundo primo circiter $\frac{2}{3}$ longiore, tertio secundo circiter $\frac{1}{5}$ brevior, quarto tertio circiter $\frac{1}{4}$ brevior. Pronotum latitudine basali parum magis quam $\frac{1}{3}$ brevius.

Stenoparedra nov. gen.

Corpus angustum, valde oblongum vel elongatum, superne subglabrum, leviter sub-nitidulum, callis pronoti fortius nitidis; capite verticali, basi pronoti solum circiter $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{5}$ angustior, a superno viso pronoto circiter $\frac{2}{5}$ brevior, longitudine sua duplo latiore, margine antico obtusangulato, vertice sat lato; capite ab antico viso latitudini cum oculis vix vel paullulum

breviore, a latere viso altitudine basali circiter $\frac{2}{5}$ brevior, fronte convexiuscula, clypeo parum vel leviter prominente, verticali, basi a fronte discreta, in medio altitudinis capitis posita, angulo faciali recto, loris triangularibus, postice linea impressa a scrobe antennarum ad gulam ducta, nonnihil retrorsum obliqua oclusis, bucculis retrorsum ampliatis, genis oculis parum vel paullulum, raro $\frac{1}{3}$ humilioribus, gula brevissima; oculis exsertis, a supero visis orbicularibus, orbita interiore versus apicem divergentibus, subrectis; rostro apicem coxarum posticarum attingente vel distincte superante, articulo primo saepe apicem xyphi prosterni subattingente; antennis gracilibus, breviter pilosellis vel brevissime pubescentibus, mox supra apicem oculorum interne insertis, articulo primo diametro capitis a latere viso longitudine aequali vel hoc longiore, articulo secundo primo paullo graciliore, lineari vel basin versus leviter gracilescente; pronoto latitudine basali circiter $\frac{1}{4}$ brevior, apice quam basi dimidio vel fere dimidio angustiore, strictura apicali capite cum oculis distincte angustiore, articulo primo antennarum parum vel distincte crassiore, callis nitidis, strictura haud vel paullo longioribus, transversis, medio leviter distantibus, in latera magis minusve longe extensis, limbo laterali extra callum magis minusve distincto, lateribus obtusis vel apice subacutiusculis, late leviter sinuatis, margine basali subtruncato; disco punctulato; convexiusculo, apicem versus modice declivi; scutello basi detecto, plano, pronoto, strictura hujus apicali excepta, aequae longo; hemielytris parallelis, vena clavi reliquis elevatiore, commissura clavi scutello longiore, cuneo elongato-triangulari, fractura ejus sat longe infra angulum interiorem basalem membranae posita, membrana nigricanti-pellucida, biareolata, areola majore elongata, apice interne in angulum subrectum rotundata; areola alarum hamo tota destituta; xypho prosterni lateribus marginato; metastethio inter coxas intermedias et posticas orificiis distinctis instructo, his antice et postice tenuius, externe crasse marginatis; coxis anticis medium mesosterni attingentibus, posticis ab epipleuris hemielytrorum remotis; pedibus subglabris, femoribus linearibus, tibiis tenuiter spinulosis, spinulis crassitiei tibiae aequae longis; tarsis articulo primo reliquis paullo longiore, margine inferiore articuli secundi tarsorum po-

sticorum eodem primi dimidio brevior; terebra feminae valida, longissima, saltem quartam basalem partem ventris attingente.

Genus corpore angusto, parallelo, superne nonnihil nitidulo, subglabro, capite basi pronoti solum $\frac{1}{4}$ angustiore, loris postice oclulis, antennis gracilibus, pronoto sat transverso, punctulato, callis nitidis, lateribus totis obtusis, membrana nigricanti-pellucida, areola alarum hamo destituta, pedibus subglabris, tibiis spinulosis demumque terebra feminae longa et valida optime distinguendum.

Stenoparedra scutellata (Spin.).

Murina, superne leviter nitidula, subglabra, capite albo, gula, clypeo, puncto apicali utrinque ad clypeum vittisque duabus frontis im vertice, nec non oculis nigris; rostro nigro, articulo primo maximam ad partem albido; antennis nigris; pronoto marginibus lateralibus antice vittaque mediana percurrente, inter callos constricta et basin versus attenuata, parte scutelli apicali, angulis basalibus exceptis, margine costali corii et interdum etiam vitta angusta obliqua juxta dimidium apicalem venae cubitalis, prosterno, macula mesopleurarum, area orificiorum metastethii, marginibus acetabulorum posteriorum margineque tenui apicali segmentorum ventralium albidis; callis pronoti nigris; pedibus fusco-nigris. ♂ ♀. Long. $6\frac{1}{2}$, lat. $1\frac{3}{4}$ mm.

Phytocoris scutellatus Spin. in Gay, Hist. Fis. Chili, VII, 1852, p. 190, 9. *Cyllocoris* id Sign., Ann. Soc. Ent. France (4), III, p. 586, sec. spec. typ.

Chili, tria specimina (Coll. Sign.).

Vertex oculo paullo magis quam duplo latior. Lorae postice sutura distinctissima discretæ. Antennae articulo primo diagonali capitis a latere visi fere nonnihil longiore, secundo primo duplo longiore, tertio secundo paullo magis quam $\frac{1}{3}$ brevior. Pronotum strictura apicali articulo basali antennarum paullulum crassiore, callis strictura fere brevioribus, in latera minus longe extensis, limbo laterali extra callum optime distinguendo, margine fere acutiusculo.

Stenoparedra obscura n. sp.

Valde oblonga, nigra, nitidula, superne subglabra; marginibus frontis tenuiter, scutello, angulis basalibus exceptis, limbo costali hemielytrorum, apice cunei excepto, fractura cunei extrorsum albidis; antennis gracilibus, omnium brevissime nigro-pubescentibus, articulo primo capiti ab antico viso longitudine subaequali, secundo primo paullo magis quam duplo et dimidio et margine basali pronoti circiter $\frac{1}{6}$ longiore, versus basin leviter gracilescente; tibiis subglabris, distincte, breviter nigro-spinulosis; capite ab antico viso latitudine cum oculis paullo brevior. ♂. Long. 6, lat. $1\frac{3}{5}$ mm.

Chili: Rancagua, D. P. Herbst (Mus. Hung.).

St. scutellatae (Blanch.) affinis, sed brevior, minus elongata, articulo secundo antennarum margine basali pronoti vix magis quam $\frac{1}{6}$ longiore, nigro, capite solum marginibus frontis tenuiter albidis, pronoto, pectore abdomineque totis nigris, hemielytris abdomen multo brevius superantibus divergens.

Stenoparedra jucunda (Sign.).

Murina, superne leviter nitidula, subglabra; capite, clypeo oculisque exceptis, strictura apicali pronoti, scutello, angulis basalibus exceptis, prosterno epipleurisque pronoti nec non margine postico mesopleurarum aurantiaco-rubris vel fere miniatis, limbo costali hemielytrorum anguste, coxis apice trochanteribusque albidis; rostro, antennis pedibusque nigricantibus; callis pronoti nigris. ♂ ♀. Long. 6, lat. $1\frac{2}{3}$ — $1\frac{3}{5}$ mm.

Cyllocoris jucundus Sign., Ann. Soc. Ent. France (4), III, p. 570, T. XI, f. 5, sec. spec. typ. *Cyllocoris scutellatus* Walk., Cat. Hem. Het. Brit. Mus. VI, p. 67.

Chili, tria specimina (Coll. Sign.).

A *St. scutellata* non solum signaturis diversa, sed etiam strictura apicali pronoti paullo minus crassa, callis hac distincte paullo longioribus et in latere longius extensis distincta videtur. Vertex oculo duplo latior. Lorae postice sutura leviter impressa discretæ. Antennae articulo primo diagonali capitis

a latere visi aequae longo, secundo primo parum magis quam duplo longiore et margine basali pronoti paullulum longiore, tertio secundo fere $\frac{2}{5}$ brevior. Pronotum strictura apicali articulo primo antennarum parum crassiore, callis strictura paullo longioribus, in latera longius extensis, limbo laterali extra callos parum distinguendo, margine obtusiusculo.

Stenoparedra tenuicornis n. sp.

Murina, superne leviter nitidula, subglabra; capite, clypeo oculisque exceptis, scutelloque aurantiacis; pronoto strictura apicali medio sat late, limbis lateralibus usque ad medium vittaque mediana, hemielytris limbo costali, prostethio, epipleuris pronoti, mesosterno vitta mediana, mesopleuris macula magna anguloque basali exteriori, metapleuris ad coxas posticas discoque ventris, coxis femoribusque inferne sordide albidis, callis pronoti, vitta epipleurarum pronoti supra coxas, vittis duabus latis lateribusque mesosterni nigricantibus; antennis nigricantibus, tenuibus et longis, articulo primo diagonali capitae a latere visi saltem $\frac{2}{5}$ et pronoto paullo longiore, secundo primo duplo et margine basali pronoti saltem $\frac{3}{4}$ longiore, tertio secundo paullulum brevior, quarto tertio dimidio brevior. ♀: Long. $6\frac{1}{2}$, lat. $1\frac{3}{5}$ mm.

Chili: Concepo, D. P. Herbst, 1 sp. (Mus. Hung.).

St. jucundae (Sign.) colore simillima, pronoto pectoreque tamen aliter signatis, antennis multo gracilioribus et longioribus divergens.

Capsidae tres novae

in Brasilia a D:o D:re R. F. Sahlberg

collectae

descriptae ab

O. M. REUTER.

1. *Lampethusa* Dist.

Biol. Centr.-amer., Rhynch. Het., p. 303. Reut. Öfv.
Finska Vet. Soc. Förh. XLVII, N:o 20, 1905, p. 17, fig. 7.

Corpus oblongo-ovatum, opacum, laeve, pubescens; capite leviter nutante, basi pronoti circiter dimidio angustiore, a supero viso acuminato, pronoto circiter $\frac{1}{3}$ brevior, fere aequae longo ac lato vel leviter transverso, a latere viso altitudini basali aequae longo vel hac longiore, fronte gulaque parallelis, clypeo in capite verticaliter posito, compresso, a fronte sub angulo subrecto fortiter prominente, usque a basi parallelo, basi alte posita, angulo faciali recto, gula et peristomio in eodem plano positis, genis sat humilibus; oculis minute granulatis, sat magnis, sed modice prominentibus, a latere visis ovalibus et in lateribus capitis oblique positis, orbita interiore in vertice parallelis, dein sinuatis; rostro coxas posticas attingente; antennis ad medium sinus marginis interioris oculorum insertis, articulo primo capite ab antico viso longiore, valde dilatato et compresso, fere obovato vel ovali, dense sub adpressim piloso, reliquis glabris, secundo sat gracili, apicem versus sensim leviter incrassato, ultimis gracilioribus; pronoto

latitudine basali brevior, strictura apicali crassa, apice pone eam basi distincte magis quam dimidio angustiore, lateribus rectis vel late rotundatis, disco postico versus apicem sat fortiter declivi, callis brevibus; scutello pronoto aequae longo, oblongotriangulari, plano; hemielytris abdomen breviter superantibus, commissura clavi scutello fere brevior, corio versus apicem leviter dilatato, cuneo declivi, latitudine basali paullo longiore, fractura ejus anguloque interno basali membranae in eadem linea transversali positae; membrana biareolata, angulo interiore apicali areolae majoris fere rectangulari vel acutiusculo; xypho prosterni triangulari, plano, lateribus sat acute marginatis; mesosterno apicem versus altiore; metastethio orificiis rimam transversalem sat tenuiter marginatam formantibus; coxis anticis breviusculis, medium mesosterni parum superantibus, posticis ab epipleuris hemielytrorum longe remotis; pedibus mediocribus, femoribus posticis paullo incrassatis, tibiis spinulosis, tarsi margine inferiore articuli primi eodem secundi paullo longiore, articulo tertio duobus primis simul sumtis parum brevior, unguiculis a medio curvatis; segmento maris genitali ad sinum sinistrum aperturam muticam; terebra feminae medium ventris attingente.

Genus structura capitis et antennarum facillime distinguendum.

Lampethusa collaris n. sp.

Superne obscure caryophyllea, vertice et fronte nec non fascia pronoti per callos ducta pallide ochraceis; membrana cum venis obscure caryophylleo-fusca, vena connectente areolae majoris apiceque venae brachialis ochraceis, limbo exteriori infra apicem cunei macula transversali albido-hyalina signata; inferne caryophyllea, xypho prosterni, margine postico epipleurarum pronoti, marginibus anterioribus acetabulorum posteriorum, marginibus orificiorum metastethii ochraceis; ventre medio dilutior, lateribus obscurior, vittulis triseriatis laterum marginibusque posticis segmentorum omnium ochraceis; rostro ochraceo; antennis articulo primo subovali, pronoto circiter $\frac{1}{4}$ brevior, nigro-castaneo, ochraceo-guttato, dense adpressim nigro-piloso, se-

cundo primo fere duplo longiore, extrema basi nigro, dein annulo angusto albo notato, usque ad medium ferrugineo, mox pone medium iterum annulo angusto albo signato et dein nigro-fusco, duobus ultimis nigro-fuscis, tertio annulo basali alioque angusto mox infra medium nec non quarto basi albis, tertio secundo magis quam dimidio brevior; coxis nigro-fuscis, intermediis macula subbasali pallida notatis; pedibus nigro-fuscis, femoribus pallide flavo-guttulatis, tibiis annulis duobus pallido-vel albido-flaventibus, superiore latiore, inferiore subapicali angustiore, tarsis pallide flavis, articulo ultimo apicem versus obscure fusco. ♂. Long. $5\frac{1}{2}$, lat. $2\frac{2}{5}$ mm.

Rio Janeiro (Mus. Helsingfors).

L. anatina Dist. major, colore structuraque antennarum mox distinguenda. Caput a supero visum pronoto fere $\frac{2}{5}$ brevius, a latere visum altitudine basali aequae longum. Antennae articulo primo, pilis divulsis, latitudine sua maxima circiter $3\frac{1}{2}$ longiore, secundo margini basali pronoti aequae longo.

2. *Horcias modestus* n. sp.

Inferne cum capite, pronoto vittaque mediana percurrente scutelli fulvis; clypeo lorisque nigro-lineatis; limbo postico pronoti late, scutello, vitta excepta, hemielytris ventreque utrinque basin versus piceo-nigris; antennis obscure piceis vel piceo-nigris, annulo subbasali sat lato articuli secundi pallide flavente, basi tertii albida, secundo feminae in clavam $\frac{2}{3}$ apicales occupantem elongato fusiformem incrassato; rostro pedibusque cum coxis fulvis, femoribus obsolete pallide flaventi-guttulatis (pedes posteriores desunt), tibiis apice dimidioque apicali articuli ultimi tarsorum nigro-piceis; capite pronotoque fortiter nitidis, glabris, hoc laevi, scutello transversim leviter strigoso, hemielytris crebre subtiliter punctulatis, sat nitidis, tenuissime pallido-pubescentibus, membrana cum areolis fuscescenti-fumata, venis picescentibus, macula semi-ovali marginali infra apicem cunei hyalina. ♂. Long. 6, lat. $2\frac{1}{4}$ mm.

Rio Janeiro (Mus. Helsingfors).

A speciebus articulo secundo antennarum clavato-incrassato instructis colore signaturisque facillime distinguendus.

Caput nutans, basi pronoti vix magis quam $\frac{1}{3}$ angustius, a supero visum pronoto circiter $\frac{1}{3}$ brevius, vertice oculo circiter $\frac{2}{5}$ latiore (σ); ab antico visum latitudini cum oculis longitudine subaequale, loris leviter arcuatis; a latere visum altitudine basali paullo longius, vertice, fronte et clypeo in arcum latum fortiter declivem subconfluentibus, clypeo basi a fronte leviter discreto, angulo faciali acutiusculo, genis mediocribus, gula obliqua peristomio aequae longa. Oculi laeves, exserti et convexi, in genis oblique positi et modice extensi, orbita interiore apicem versus divergentes, sinuati. Rostrum apicem coxarum posticarum attingens. Antennae (σ) mox supra quartam apicalem partem orbitae interioris oculorum insertae, articulo primo capite ab antico viso fere $\frac{1}{3}$ brevior, sat gracili, secundo primo duplo longiore et margini basali pronoti aequae longo, clava ejus apice articuli primi saltem dimidio crassior, tertio primo circiter $\frac{1}{4}$ brevior. Pronotum latitudine basali paullo magis quam $\frac{1}{3}$ brevius, apice quam basi circiter dimidius angustius, lateribus rectis, margine basali truncato versus latera leviter rotundato, disco postico versus apicem sat fortiter declivi, callis tertiam apicalem partem vix superantibus, medio antice confluentibus, strictura apicali articulo primo antennarum aequae crasso, margine pone stricturam late sinuato. Scutellum sub-aequelateraliter triangulare, basi detecta. Hemielytra abdomen breviter superantia, cuneo latitudini basali aequalongis, incisura basali externa fracturae distincta, membrana areola majore oblonga, angulo interiore apicali acuto. Segmentum maris genitale muticum, inferne cum ventre tenuiter pallido-pubescentis.

3. *Alda* nov. gen.

Corpus (maris) oblongum, sat nitidum; capite basi pronoti fere dimidio angustiore, subverticali, a supero viso pronoto dimidio brevior et longitudine sua duplo latior, inter oculos antice sat late arcuato, vertice angustulo; capite ab antico viso leviter transverso, vertice immarginato, fronte sulco obsoleto longitudinali instructa, loris fortiter arcuatis; capite a latere viso altitudine basali brevior, fronte fortiter declivi, clypeo sat leviter prominente, nonnihil retrorsum arcuato, basi a fronte impressione

obtusa discreto, ipsa basi fere in medio altitudinis capitis a latere visi posita, angulo faciali recto, genis humilibus, gula brevissima, subhorizontali; oculis subtiliter granulatis, ultra angulos apicales pronoti leviter exsertis, a latere visis subperpendicularibus et in genas longe extensis, orbita interiore paullo ultra tertiam basalem partem parum, dein autem fortiter divergentibus et medio sinuatis; rostro apicem coxarum posticarum sat longe superante, articulo primo apicem xyphi prosterni attingente; antennis (♂) tenuissime pubescentibus, in sinu oculorum paullo infra medium orbitae interioris insertis, articulo primo lineari, basi constricto, capiti ab antico viso saltem aequae longo, secundo lineari, primo paullo graciliore et paullo magis quam duplo longiore, ultimis gracilibus, tertio primo longiore; pronoto trapeziformi, sat fortiter transverso, lateribus rectis, margine basali late rotundato, disco leviter convexiusculo, versus apicem leviter declivi, callis parum discretis, strictura apicali basi articuli secundi antennarum aequae crassa, margine pone stricturum ab antico viso latissime sinuato et basi circiter dimidio angustiore; scutello subaeque-lateraliter triangulari, pronoto, strictura ejus apicali excepta, aequae longo, planiusculo; hemielytris (♂) abdomen sat longe superantibus, commissura clavi scutello parum longiore, cuneo latitudine basali paullo longiore, membrana biareolata, angulo interiore apicali areolae majoris subrecto; xypho prosterni marginato; mesosterno subhorizontali; mesosthetio orificiis obliquis, marginatis; coxis anticis medium mesosterni parum superantibus, posticis ab epipleuris hemielytrorum modice longe remotis; femoribus elongatis, tibiis spinulosis, tarsi (postici desunt) margine inferiore articuli primi eodem secundi fere duplo longiore, articulo tertio duobus primis simul sumtis paullulum brevior.

Quibusdam speciebus generis *Lygus* Hahn, Reut. simile, differt autem vertice immarginato, oculis minus exsertis, structura apicali pronoti paullo crassiore structuraque tarsorum; a genere *Neostenotus* Reut. capite subverticali, a superno viso longitudine sua duplo latiore, a latere altitudine brevior, angulo faciali recto, strictura apicali pronoti graciliore divergens.

Alda fuscipennis n. sp.

Oblonga (♂), superne flavo-testacea, sat nitida, oculis nigro-fuscis; margine pronoti pone stricturam apicalem rufo-piceo, pronoto transversim punctato-ruguloso; scutello hemielytrisque pallido-pubescentibus, fuliginoso-fuscis, extremo apice scutelli flavo-testaceo, clavo fasciaque pone medium corii obscurioribus, hac postice medio ad marginem apicalem producta, cuneo sanguinolente, apice sanguineo-nigro, membrana cum areolis fuscescenti-fumata, venis sanguineis, cubitali tota brachialique versus basin fuscis, limbo exteriori macula inter areolam minorem et cuneum aliaque ante medium hyalinis; inferne cum rostro et pedibus livido-testacea, limbo utrinque, epipleuris pronoti exceptis, sat late piceo, area orificiorum metastethii pallida; tibiis tenuiter pallido-spinulosis, apice obscuriore; articulo primo rostri furrugineo; antennis flavo-testaceis, articulo primo summo apice rufescente, secundo basi anguste apiceque latius piceo, extremis basi et apice albo, tertio apicem versus quartoque fuscis. ♂. Long. $4\frac{3}{4}$, lat. $1\frac{3}{4}$ mm.

Rio Janeiro. (Mus. Helsingfors).

Caput (♂) ab antico visum latitudine cum oculis paullulum brevius; vertice oculo aequo lato. Antennae articulo secundo latitudine basali pronoti saltem $\frac{1}{3}$ longiore. Pronotum latitudine basali circiter $\frac{3}{7}$ brevius, disco postico crebre punctato-ruguloso. Scutellum transversim sat fortiter strigosum. Hemielytra dense punctulata, cuneo sublaevi. Tibiae spinulis crassitiei tibiae aequo longis.

Anthocoridae novae

descriptae

ab

O. M. REUTER.

I. Regio palaeartica.

Anthocoris albidipennis n. sp.

Sat robustus, niger, nitidus, superne sat longe griseo-pubescentis, capite pronotoque pilis nonnullis sat longis erectis, lateribus hujus pilis brevibus sub angulo acuto basin versus vergentibus ciliatis, basi scutelli utrinque pila erecta; hemielytris sordide albo-testaceis, totis nitidis, sublaevibus, pilis longis erectis destitutis, clavo basi anguste commissuraque sat late nigro-piceis, cuneo versus apicem late picescente, ramo exteriori furcae venae corii piceo cum margine interiore embolii signaturam V-formem formente; membrana albida, venis omnibus quatuor distinctissimis, externa fortius incurvata, duabus interioribus basi approximatis, apicem versus divergentibus, apice membranae leviter radiato-strigoso; antennis rostroque totis nigris, illis capiti et pronoto simul sumtis fere aequae longis, articulo secundo latitudini frontis oculique unici aequae longo, pilosulo, tertio et quarto aequae longis, tenuissime griseo-pubescentibus; rostro articulo secundo tertio circiter duplo longiore; femoribus nigris, trochanteribus, apice femorum, tibiis tarsisque

testaceis, tibiis margine exteriori pilis pallidis sat longis exsertis instructis, basi nigro-piceis; pronoto basi longitudine media duplo latiore, lateribus versus apicem modice convergentibus, subrectis, versus stricturam apicalem extra callum levissime rotundatis, margine tenuiter reflexo, strictura apicali distinctissima, disco postico medio sat fortiter et dense transversim strigoso, lateribus minus dense subtiliter punctulato; scutello subtiliter punctulato. ♀. Long. 4, lat. $1\frac{2}{5}$ mm.

Baalbeck, Syria: medio aprilis D. U. Sahlberg (Mus. Helsingf.).

Species distinctissima, ab *A. sibirico* Reut., cui maxime affinis, colore albido hemielytrorum tibiisque externe pilis exsertis albidis, crassitie tibiae longioribus, instructis divergens.

***Microphysa basalis* n. sp.**

Femina: Late ovata, rufescenti-ferruginea, glabra, sat nitida, oculis nigris; pronoto lateribus magis minusve late scutelloque infuscatis; abdomine toto piceo-nigro, nitido; hemielytris versus apicem fortiter ampliatis, abdominis latitudine, segmenta ultima quatuor haud tegentibus, capite et pronoto conjunctis paullo brevioribus, subtriangularibus, angulo apicali exteriori late rotundatis, margine apicali versus commissuram levissime oblique truncatis, obscure ligneo-fuscis, glabris, nitidulis, basi vel etiam margine commissurali tenuiter anguloque exteriori pallide albido-flaventibus; antennis gracilibus, rufescenti-ferrugineis, articulo secundo apice, tertio et quarto fuscis, quarto tertio paullo longiore, apice pallescente; rostro ferrugineo, medium mesosterni subattingente, articulo secundo basin capitis haud attingente; femoribus rufo-ferrugineis, tibiis tarsisque pallide flavo-testaceis; gula modice convexa. Long. $1\frac{1}{2}$ mm.

Palaestina: Jordan, Jerico, D. J. Sahlberg (Mus Helsingf.)

M. bipunctatae Perr. affinis et similis, mox autem corpore superne glabro, antennis gracilioribus, articulo earum ultimo fusco, gula minus fortiter convexa hemielytris obscurioribus, glabris divergens. Caput parte ante-oculari post-oculari cum oculis longiore, pone oculos sat longe constrictum,

parte post-oculari oculo longiore, lateribus retrorsum convergentibus. Antennae articulo primo apicem capitis haud attingente, secundo capite paullo brevior et quarto longiore. Pronotum capite circiter $\frac{1}{4}$ brevius, basi capite cum oculis distincte et longitudine sua paullo latius, strictura apicali distinctissima, disco alte aequaliter convexo, limbo basali anguste depresso, margine sinuato, angulis basalibus acutis. Scutellum pronoto circiter $\frac{1}{3}$ brevius, depressum, subopaculum. Hemielytra commissura scutello paullo longiore. Tibiae versus basin ferrugineae.

II. Regio aethiopica.

Lasiochilus (Dilasia) triimpressus n. sp.

Elongatus, piceus, nitidus, lateribus pronoti tenuiter sat longe retrorsum pilosis, scutello pone sulcum transversalem hemielytrisque fuscis, leviter nitidulis, unicoloribus, sat longe flavo-pubescentibus, his lateribus tenuiter ciliatis; antennis picescentibus, articulo primo apicem capitis attingente, secundo primo paullulum minus quam duplo longiore, versus basin pallido; rostro pedibusque totis pallide flavo-testaceis, illo coxas intermedias attingente, articulo primo insertionem antennarum attingente, femoribus anticis sat incrassatis; capite pronoto paullulum brevior, latitudini cum oculis fere aequo longo, fronte (♀) oculo distincte magis quam duplo latiore, medio fovea postice angulata instructa; pronoto basi longitudine fere duplo latiore, angulis posticis acutis, lateribus apicem versus sat fortiter convergentibus, rectis, ante apicem modice rotundatis, apice quam basi circiter dimidio angustiore, disco horizontali, antice convexiusculo, pone medium depresso, utrinque impressione obliqua foveaque media elongata instructo; hemielytris abdomine angustioribus, membrana concolore, venis obsoletis; abdomine leviter dilatato, oblongo. Long. $1\frac{1}{2}$ mm.

Litus occid. Africae: Assinia, D. Ch. Alluaud a. 1886, unicum specimen.

Thriphleps heynei n. sp.

Oblongo-ovata, nigra vel piceo-nigra, nitida, hemielytris tenuiter griseo-pubescentibus, fusco-testaceis, cuneo piceo, vel piceo-nigris, basi corii anguste fusco, subtilissime et obsolete punctulatis; capite latitudine cum oculis parum brevior; antennis flavo-testaceis totis vel articulis ultimis, basi tertii excepta, fuscis, secundo maris crasso, latitudine inter-oculari oculique dimidii vix longiore, feminae gracili, latitudine inter-oculari frontis vix longiore; pedibus totis flavo-testaceis; pronoto basin versus fortius dilatato, basi longitudine media magis quam duplo latiore, lateribus ante basin leviter arcuatis, dein apicem versus subrectis, apice inter setas subapicales basi saltem $\frac{3}{5}$ angustiore, disco antico callo in latera valde extenso, limbo laterali lineari, sulco transversali pone callum sublaevi, nitente, solum mox pone sulcum nonnihil subcoriaceo; membrana nigro-fusca. Long. ♂ 2, ♀ $2\frac{1}{3}$ mm.

Africa: Naguela, Usambara, 4 specimina, D. Heyne; communicavit D. H. Schouteden.

A *Tr. maderensi* Reut., cui affinis, structura et sculptura pronoti mox distingvenda; a *Tr. oblonga* Reut. statura minore, colore femorum multisque aliis notis divergens.

III. Regio neotropica.

Opisthyselus nov. gen.

Corpus oblongo-ovatum, medio constrictum, totum nitidum, superne longe pilosum; capite cum oculis basi pronoti dimidio angustiore, latitudini aequae longo, fronte sensim declivi, lata, prolongatione inter bases antennarum oculo longitudine aequali; ocellis ab oculis sat remotis; oculis granulatis, sat prominentibus et convexis, a latere visis rotundatis, saltem feminae gulam haud attingentibus; rostro sat robusto, medium mesosterni attingente, articulo primo apicem oculorum attingente, secundo apicem coxarum anticarum subattingente; antennis ar-

ticulo primo apicem capitis attingente, secundo primo parum magis quam duplo longiore, apicem versus sensim incrassato, tenuissime pubescente, ultimis gracillimis et tenuissimis, glabris (an pilae detritae?), tertio secundo distincte longiore, quarto tertio sat multo longiore; pronoto sat leviter transverso, sexangulare, lateribus medio obtusangulariter emarginatis, apice strictura distinctissima horizontali ante angulos posita instructo, dein basin versus sensim alte surgente, margine basali strictura apicali duplo latiore, recto, utrinque ante angulos omnium levissime subsinuato, disco versus apicem fortiter convexo-declivi, ante medium sulco tenui sat obsoleto callum anticum terminante instructo, callo fortiter transverso, margines laterales subattingente, postice medio foveola rotunda signato, disco postico sat remote profunde impresso-punctato; scutello ante medium sulco profundo leviter retrorsum curvato punctato, parte apicali convexiuscula; hemielytris a medio embolii apicem versus fortiter rotundato-dilatatis, clavo parteque adjacente corii impresso-punctatis, cetero laevibus, embolio linea longitudinali impressa, apice apice corii angustiore; membrana venis obsoletis; metapleuris sat brevibus, carina laterali longitudinali destitutis, rima orificii sat obliqua brevi, medium pleurae haud attingente; coxis intermediis sat distantibus; femoribus omnibus elongatis, anticis intermediis paullulum brevioribus, posticis his paullo longioribus.

Genus insigne, ab omnibus affinibus articulis ultimis antennarum longis et tenuissimis, (ut in speciebus *Ceratocombidarum*) structuraque pronoti et scutelli mox distingvendum. Pilositas speciminum olim in spiritu conservatorum forsitan ad partem detrita; antennae nempe solum articulo secundo subtilissime pubescente, reliquis glabris; latera pronoti et hemielytrorum glabra, solum strictura apicali utrinque angulique postici pronoti seta exserta.

***Opisthopselus punctaticollis* n. sp.**

Pallide flavo-testaceus vel ochraceus, nitidus, superne longe pallido-pilosus; articulo antennarum tertio secundo saltem $\frac{1}{3}$, quarto tertio iterum saltem $\frac{1}{3}$ longiore; clavo marginibus

omnibus serie punctorum impressorum, etiam corio interne serie punctorum levissime curvata. Long. $1\frac{2}{3}$ mm.

Venezuela: La Moka, duo specimina, m. augusti, D. Dr. Fr. Meinert.

Dolichiella nov. gen.

Corpus elongato-ovatum, superne sat dense longe pilosum, solum capite, callo pronoti limboque basali mesonoti detecto nitidis; margine laterali pronoti et embolii longe ciliatis; capite latitudine longiore, parte inter antennis producta oculis vix longiore; oculis granulatis, mediocribus; rostro apicem coxarum intermediarum attingente, articulo primo insertionem antenarum subsuperante, secundo coxas anticas haud superante; antennis longe pilosis, articulo primo apicem capitatis attingente, secundo primo duplo et dimidio longiore, apicem versus levissime incrassato, ultimis gracillimis, capillaceis; pronoto brevi, fortiter transverso, opaco, solum callo nitido, basi late et profunde sinuato, apicem versus fortiter angustato, lateribus leviter sinuatis, apice truncato, annulo collari distincto, ante angulos apicales prominulos constricto, disco planiusculo, pone medium transversim impresso, ante impressionem levissime convexo; scutello sulco medio transversali instructo, basi leviter nitidulo, parte apicali depressa opaca; hemielytris parallelis, laevibus, opacis vel levissime nitidulis, feminae abdomine brevioribus et angustioribus, embolio margine exteriori subrecto; pleuris metastethii carina tenui longitudinali destitutis, rima orificii marginata transversali, non nisi levissime retrorsum curvata; abdomine apice pilis longis exsertis; coxis intermediis leviter distantibus, posticis subcontiguis; pedibus longe pilosis, femoribus elongatis, anticis intermediis parum brevioribus, tibiis anticis feminae apice nonnihil dilatatis; tarsis articulo ultimo duobus primis simul sumtis aequae longo.

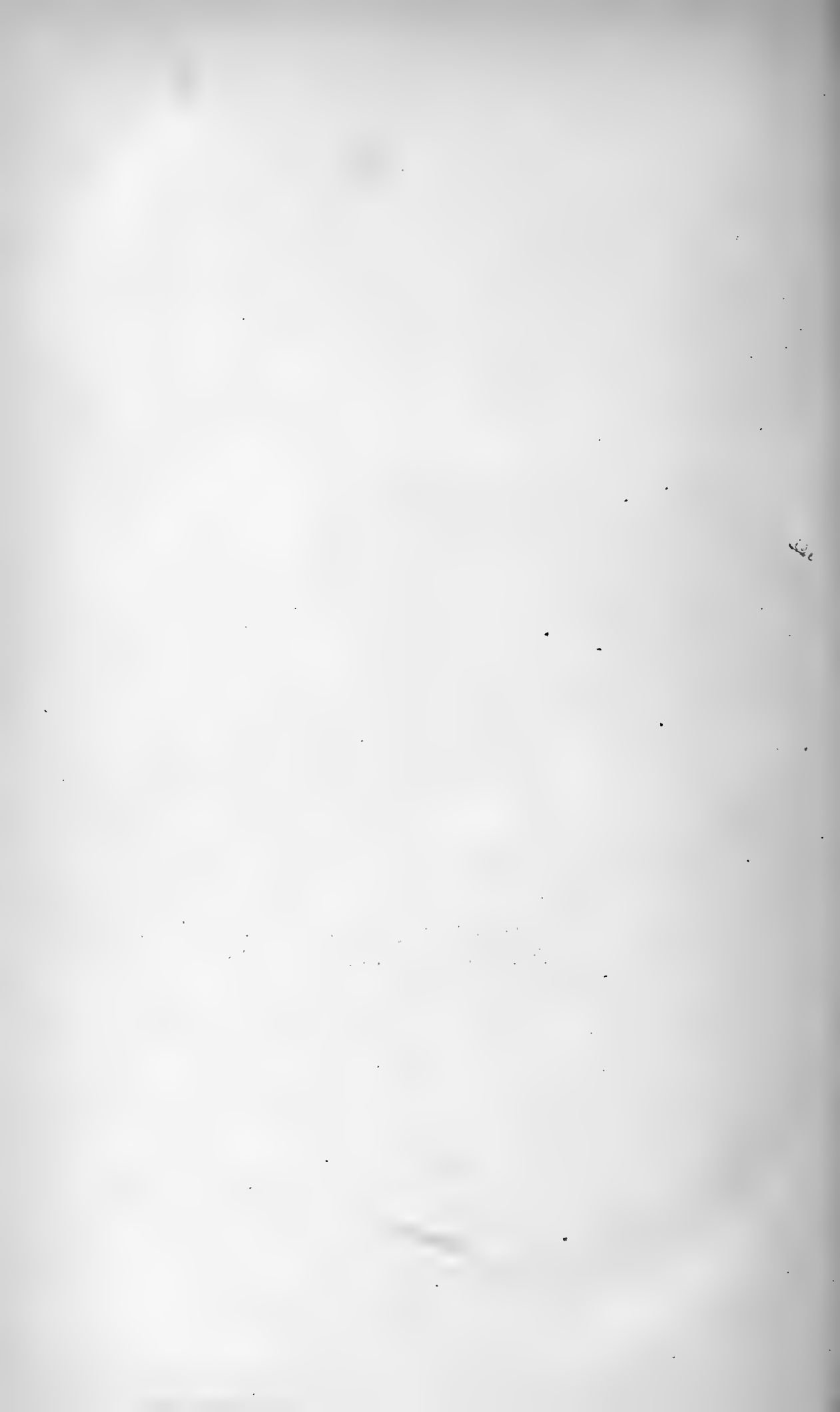
A genere *Lasiocolpus* Reut. pronoto, callo excepto, opaco, callo minore, rostro brevioris, articulo antenarum secundo primo vix magis quam duplo et dimidio longiore, hemielytris laevibus, parallelis, postice haud dilatatis, rima orificii pleurarum

metastethii parum curvata; a gen. *Lasiochilus* Reut. solum capite calloque pronoti fortius nitidis, pronoto ceteris opaco, strictura apicali pronoti distincte ante angulos constricto, his angulis haud deflexis, sed prominulis, a gen. *Lasiocolpoides* Champ. rostro longiore, scutello opaco, hemielytris laevibus, rima orificii metapleurarum non antrorsum curvata, sed transversa vel levissime retrorsum curvata, femoribus magis elongatis divergens.

Dolichiella pilosa n. sp.

Superne obscurius fusca, pilis longis erectis dense pilosa; capite piceo, nitente, fronte lata, oculo magis quam duplo latiore (♀), pone oculos in collum breve parallelum prolongato, gula pilosa; rostro antennisque pallide flavo-testaceis vel ochraceis, articulo primo antennarum obscuriore, duobus ultimis aequae longis et utroque secundo circiter $\frac{1}{4}$ brevioribus; pronoto laevi, basi quam apice circiter duplo latiore, annulo apicali margini laterali pone anulum posito aequae lato, disco opaco, callo parum convexo, nitido, medio sulco tenuissimo longitudinali; scutello fere toto opaco; hemielytris feminae apicem segmenti quinti dorsalis abdominis subattingentibus, levissime nitidulis, basi maculaque ad angulum interiorem corii vel lateribus late pallidioribus, apice embolii apici corii fere aequae lato, membrana fusca, vena unica externa distincta; pectore fusco, opaco; abdomine nitido, flavo-testaceo vel magis minusve infusato; pedibus pallide flavo-testaceis, flavo-pilosis. Long. ♀ $2\frac{4}{5}$ mm.

Venezuela: La Moka, duo specimina, D. Dr. Fr. Meinert.



ÖFVERSIGT

AF

FINSKA VETENSKAPS-SOCIETETENS

FÖRHANDLINGAR.

LI.

1908—1909.

A. MATEMATIK OCH NATURVETENSKAPER.



HELSINGFORS 1909.

Pris 8 mark.





MBL WHOI Library - Serials



5 WHSE 04366

