SITZUNGSBERICHTE

DER

NATURFORSCHENDEN GESELLSCHAFT

ZU LEIPZIG

ACHTUNDZWANZIGSTER
UND NEUNUNDZWANZIGSTER JAHRGANG

1901-1902

LEIPZIG
VERLAG VON WILHELM ENGELMANN
1903

Ausgegeben Weihnachten 1903

Inhalt.

Nur von den mit * bezeichneten Mitteilungen sind Referate gegeben.

Sitzungsberichte

der

Naturforschenden Gesellschaft zu Leipzig.

1901.

Sitzung vom 15. Januar 1901.

Herr Dr. **Richard Schmidt** sprach

über Gabelungen bei Farnen.

Die an Farnblättern auftretenden Gabelungen beanspruchen ein erhöhtes Interesse, seitdem Sadebeck[1]) diese Erscheinung an einem und demselben wildwachsenden Farn-Exemplare mehrere Jahre hintereinander beobachtete. Es handelte sich um einen Stock von *Asplenum viride* in Südtirol, der während dreier Jahre (1892—94) eine verhältnismässig grosse Anzahl gegabelter Blätter aufwies, z. B. 1894 neben 23 normalen 15 gegabelte. Dem Entsprechendes hat Geisenheyner später an *Blechnum Spicant*, *Polypodium vulgare* und *Athyrium filix femina* beobachtet und in den Ber. d. deutsch. bot. Ges. XVI (69) veröffentlicht. Es kann nicht zweifelhaft sein, dass in allen diesen Fällen eine der Pflanze inhärente Eigenschaft vorliegt.

Von anderer Seite fiel Licht auf diese Anomalie, als Potonié[2]) die heutige fiederige Verzweigung der Farne von der echt dichotomen auf dem Wege der Sympodienbildung ableitete, unter Berufung auf den Bau der fossilen Farne, bei denen sich alle Übergänge zwischen beiden Verzweigungssystemen vorfinden. Berücksichtigt man insbesondere die Thatsache, dass bei einer Anzahl vorweltlicher Arten die Wedel mit Ausnahme ihres äussersten Gipfels durchaus fiedrig aufgebaut sind, die Spitze des Wedels aber von

---

[1]) Ber. d. deutsch. bot. Ges. XII 345 ff.

[2]) z. B. in seinem Lehrbuch der Pflanzenpaläontologie Berl. 1897, S. 110 ff.

einer Gabel eingenommen wird[1]), und verbindet man damit die soeben angeführten Beobachtungen über gelegentliche Inhärenz der nämlichen morphologischen Besonderheit bei heutigen Farnpflanzen, so liegt es gewiss nahe, in letzteren Vorkommnissen einen atavistischen Rückschlag, eine Wiederkehr uralter, verschollener Formen zu erblicken. Giebt man dies zu, so folgt ohne weiteres, dass man dann auch solche Fälle in derselben Weise erklären muss, wo, wie das häufig vorkommt, ein Stock nur ein einziges Blatt mit gegabelter Spitze trägt; handelt es sich doch nur um quantitative Unterschiede, indem das Verhältnis der anomalen zu den normalen Blättern hier nicht den hohen Wert erreicht wie in dem Sadebeckschen Falle, und es hat nichts auffallendes, wenn es jahrgangweise = 0 wird, d. h. wenn dieselbe Pflanze unter Umständen lauter normale Blätter erzeugt. Übrigens fehlt es in dieser Hinsicht noch durchaus an Beobachtungen.

Sadebeck hat bereits a. a. O. eine Liste der mitteleuropäischen Farne aufgestellt, an denen bisher Gabelung der Blätter gefunden worden ist. Er zählt 20 Arten auf: *Polypodium vulgare, Phegopteris polypodioides, Ph. Robertiana, Blechnum Spicant, Scolopendrium vulgare, Athyrium filix femina, Asplenum viride, A. trichomanes, Aspidium filix mas, A. rigidum, A. cristatum, A. spinulosum, A. lobatum, A. thelypteris, Cystopteris fragilis, Onoclea struthopteris, Osmunda regalis, Ophioglossum vulgatum, Botrychium lunaria, B. matricariaefolium.* Später fügte Geisenheyner[2]) noch 5 Arten hinzu, nämlich *Ceterach officinarum, Pteridium aquilinum, Asplenum germanicum, A. ruta muraria, A. adiantum nigrum.* Ganz neuerdings hat er dieses Verzeichnis abermals um 3 Arten vermehrt[3]), nämlich *Aspidium lonchitis, A. montanum* und *Asplenum septentrionale,* und damit auf 28 Nummern gebracht.

Ich bin nun in der Lage, zu dieser Zahl wiederum drei Nummern hinzuzufügen, indem ich die in Rede stehende Erscheinung an *Asplenum adulterinum, A. adulterinum* × *viride* und *Woodsia ilvensis* beobachtete.

Asplenum adulterinum. Als ich im September vorigen Jahres das berühmte Serpentinvorkommnis bei Zöblitz im sächsischen Erz-

---

[1]) Dieser Typus ist so verbreitet, dass Potonié dafür einen besonderen Namen, *Hoeninghausi-Aufbau,* einführt, nach *Sphenopteris Hoeninghausi,* wo er besonders häufig nachzuweisen ist.

[2]) Ber. d. deutsch. bot. Ges. XVI (65).

[3]) Daselbst XVIII 471 f. (v. Jahre 1900).

gebirge besuchte, leider bei höchst unfreundlichem, nasskaltem Wetter, das nur ganz nebenbei auf derlei Specialitäten zu achten gestattete, fand ich ein Blatt dieser Art mit 7,5 cm langem Spreitenteile, das sich 1,5 cm unter der Spitze in zwei gleichlange Äste spaltet. Der Übergang der braunen Färbung der Rhachis in die grüne liegt 1 cm unter der Gabelung.

Asplenum adulterinum × *viride.* Von diesem hochinteressanten Bastarde [1]) sammelte ich daselbst trotz der Kürze der Zeit vier gegabelte Blätter, deren Spreitenlänge 10 cm, 9,5 cm, 9 cm und 6 cm beträgt; die Gabelung liegt der Reihe nach 0,5 cm, 1,7 cm, 1,7 cm und 1,8 cm unter der Spitze, die Stelle des Farbenwechsels der Rhachis ungefähr 5, 4, 3 und 2,5 cm unter der Gabelung. Die Gabeläste sind gleichlang, ausser bei dem an zweiter Stelle genannten Blatte, wo der linke nur 6 mm Länge erreicht. Zwei dieser Blätter entsprangen demselben Rhizome.

Nicht unerwähnt möchte ich lassen, dass mir der Zöblitzer Standort zugleich vier gegabelte Blätter von *Asplenum viride* lieferte, wie solche dort schon früher von Wünsche [2]) beobachtet wurden.

Woodsia ilvensis. Im September 1893 fand ich auf dem Schöber, [3]) einem 1,8 km WSW vom Tannenberge gelegenen Basaltberge Nordböhmens, ein gegabeltes Blatt dieses Farnes. Die Gesamtlänge beträgt 13,5 cm, wovon 7 cm auf den Stiel kommen. Die ungeteilte Rhachis ist 2,5 cm lang; von den beiden Gabelästen überragt der rechte mit 4 cm Länge den linken um 1 cm; auch verläuft er in der bisherigen Achsenrichtung, während der linke davon abspreizt.

In der Sitzung wurden ausserdem als neu Gabelungen an *Aspidium montanum* aus dem Krippengrunde der Sächsischen Schweiz und der Kesselgrube des Riesengebirges vorgelegt, da der Vortragende damals von der unmittelbar vorher erfolgten Mitteilung Geisenheyners noch keine Kenntnis haben konnte.

Damit ist die Sadebecksche Liste von 20 Nummern auf 31, oder — wenn man die Bastarde nicht mitzählt [4]) — auf 29 er-

[1]) Vgl. hierüber Ascherson Synopsis I 58 f., woselbst weitere Litteratur

[2]) Filices Saxonicae 2. Aufl. S. 14.

[3]) Dieser Standpunkt der *Woodsia ilvensis* dürfte neu sein, wohl auch der am Gr. Eibenberg in demselben Kreibitzer Gebirge, wo ich den Farn ebenfalls auffand.

[4]) Ausser der „Zöblitzer Zwischenform" müsste dann *Asplenum germanicum* in Wegfall kommen, das mit grösster Wahrscheinlichkeit als *A. trichomanes* × *septentrionale* aufzufassen ist, vgl. Ascherson Synops. I 76.

weitert. Was nun die mitteleuropäischen Farnarten betrifft, die bis jetzt noch auf dieser Liste fehlen, so erklärt sich deren Sonderstellung bei einer ganzen Reihe einfach durch ihr seltenes, teilweise äusserst seltenes Vorkommen, während bei anderen wohl der Zufall verantwortlich zu machen ist. In diese zweite Klasse stelle ich vor allen die so häufige *Phegopteris dryopteris,* auch *Athyrium alpestre,* das beispielsweise im Isergebirge und im Gesenke in fabelhafter Menge wächst, ferner zwei in den Alpen so verbreitete Farne wie *Cystopteris montana* und *Allosorus crispus.* Ich zweifle nicht im mindesten, dass man an geeigneten Örtlichkeiten auch bei den genannten Arten Blattgablungen ausfindig machen könnte und machen wird.

Sitzung vom 5. Februar 1901.

Herr **F. Stephani** sprach

über die Anpassung der Lebermoose an ihre Wasserbedürftigkeit.

Herr Dr. **Richard Schmidt** legte die 4. und 5. Lieferung von

Haeckel, Kunstformen der Natur

vor.

Sitzung vom 5. März 1901.

Herr Medizinalrat Professor Dr. **Hennig** sprach

über die Decidua uterina.

Im Jahre 1872 hatte Hennig der Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte (gynäk. Sektion) seinen Befund an der menschlichen Placenta dargelegt. (Vgl. Studien über den Bau derselben und über ihr Erkranken. Leipzig, W. Engelmann 1872, S. 11 u. 12, Taf. 2 und Taf. 6, Fig. 4).

Die einfachen Membranen des Eies niederer Säugetiere dienen zur Grundlage, welche den Aufbau des zusammengesetzteren Typus bei Affen und den Menschen verdeutlichen helfen. Man muss dabei die frühesten Zeiten des Embryo benutzen.

Bei den Dickhäutern legen sich die kindlichen Gefässsprossen der Lederhaut an die aufgelockerte, blutstrotzende Fläche des mütterlichen Fruchthalters. Beim Elefanten kommt zu dem gürtel-

förmigen Mittelfeld noch an jedem Eipole eine placentare Schale; die Raubtiere besitzen meist nur den genannten Gürtel. Bei den Wiederkäuern entwickeln sich jenseits der Lücken in der mütterlichen Schleimhaut knopfförmige kindliche Gefässinseln, welche von der Mutter den Nährsaft empfangen und den Gasaustausch, die Athmung des Nestlings vermitteln. Beim Menschen und gewissen Nagern treten die der Frucht entgegenkommenden mütterlichen Sprossen zu einer meist einzelnen Insel zusammen und verstricken sich allmählich mit den Fruchtzotten. Diese Verstrickung erschwert ungemein die Einsicht in die Verteilung des mütterlichen und kindlichen Säftestroms während ihres Gegenlaufes in den zugeteilten Behältnissen.

Wenige Tage nach Ankunft des Eies im Fruchthalter umhüllt sich der tierische Keim mit der Schafhaut, welche durch sich ansammelnde alkalische Flüssigkeit sich im centralen Teile von der mit Flocken (Zöttchen) besetzten peripheren Lederhaut, dem Chorion, entfernt. Bald darauf dringt aus dem Schwanzende des Embryo, wo Darm und Harnwege aneinander stossen, die Allantoïs blasenförmig zwischen Amnion und Chorion empor. Bis dahin wurde die Frucht zum Teil durch seine eignen, die Dotter-Gefässe ernährt, nun aber trägt die Allantoïs ein neues embryonales Gefässbäumchen zum Chorion. Hier dringen die Zweige jenes Doppelbäumchens in die bis dahin tauben Chorionzöttchen und heften die Gefässhaut rings an die Schleimhaut der Gebärmutter. Später verschwindet ein Teil der Choriongefässe und beim Menschen auch die Höhle der Allantoïs nebst ihren flüssigen, dem amnitischen ähnlichen Inhalte. Nur selten bleiben Reste der Membran, von der Flüssigkeit gebläht, in gewisser Strecke bis Ende der Schwangerschaft fortbestehen.

Dobbert, Schuchardt, Landau u. a. haben wegen der Schwierigkeit, die späteren Schicksale des menschlichen uterinen Eies zu klären, sich zunächst an frühe Phasen der analogen Verhältnisse beim Eie, welches im *Eileiter* ansässig geworden, gehalten, wo einfachere Anordnung der beteiligten Schichten vorwaltet. Man fand hier seit Rokitansky das Ei von Näpfen („Blindgängen", Drüsen ähnlich,) der Schleimhaut, ja endlich von der äusseren, ringförmigen Muskelschicht des Eileiters unterhalb seiner Längsschicht umfangen. Man hat Nebengänge dieses Organs als Nestbilder herangezogen (Göbel, Peters, H. Füth).

Demgemäss konnte Selenka vermuten, dass auch beim mensch-

lichen Uterus *das Ei primär unter das Dach der Schleimhaut gelangt* und dass „das Eibett sich in der Wand des Uterus selbst bildet“. Im Anfange werden Zöttchen zunächst auch in Mündungen der später sich verschiebenden Schlauchdrüsen gelangen (Reichert) und diese gelegentlich durchbrechen (Hennig). Redner vergleicht das weitere Ineinanderwachsen der kindlichen und der mütterlichen Eiwurzeln mit einem Gefässschwamme, dessen Grundstock zu Anfange des 3. Monates deutlich sichtbar ist (C. Hennig, Studien, Leipzig, Engelmann 1872). Derselbe fand eine Eiweissschicht zwischen Decidua vera und der dem Eie aufliegenden D. „reflexa“ s. capsularis, wodurch die Vorstellung von einer sich um das Ei schlagenden, es napfförmig einfassenden mütterlichen Gefäss- und Drüsenhaut verändert wird. Er schlug den Vergleich zweier ineinander steckender Hohlkugeln vor. Später wurde genannte, den Farbstoff des Blauholzes annehmende Zone *Fibrinschicht* genannt.

Zum „Syncytium“, der Kittschicht der Chorionzotten, tragen mütterliche und kindliche Sprossen bei.

Hennig gelangte damals zu dem Schlusse, dass sich die Decidua reflexa bis zum 4. Monat auch noch in der Placenta nachweisen lasse, ferner, dass der breite Streifen Plasma, welcher ausserhalb des Kuchens zwischen Reflexa und Vera rings um das Ei läuft, sich in schmaler Linie in die Placenta hineinverfolgen lässt. Demgemäss hebe sich die Reflexa, als innere Hohlkugel von der äusseren, der Vera, bis auf den Bereich der Serotina ab und bleibe mit ihr nur noch in Verbindung mittels der Gefässe und der später zerfallenden Drüsen.

Dieser Anschauung kommt nun die Untersuchung Paladino's zu Hülfe (Della genesi cet: Rendiconto dell' Accademia delle scienze fisiche e matematiche Soc. R. di Napoli fasc. 8—11, 1898; ser. 3ª vol. V. fasc. 6. juni 1899, Taf. fig. 1—4).

P. weist zunächst nach, dass die Uterusschleimhaut, sobald sie das Ei empfangen habe, ihr Epithel abwerfe, daher sich die Reflexa nicht „unter diesem Epithele“ entwickeln könne, wie v. Herff annehme. Nach Selenka bleibt es bei den menschenähnlichen Affen erhalten und nimmt die Chorionzotten auf. Leopold vergleicht die Nestbildung mit der „Fassung eines Edelsteins“.

P. zeigt demnächst, dass die bisher angenommene Erhebung einer Hautfalte der Reflexa, welche sich dann über dem Eie kapselförmig schliesse, sich nicht halten lasse. Er stellt im Bilde das Ei von Mitte des 1. Monates dar, wie es von einer Membran

umschlossen wird, welche mit der Decidua basalis s. serotina innig zusammenhängt. Obige Membran, die „capsularis“, s. reflexa, ist demnach eine Wucherung der serotina, welche das Lager der Chorionzotten *durchwächst* und von der ursprünglichen Uterusschleimhaut ausgegangen ist. Daher sieht man auch den von Hennig dargestellten Streifen der Eiweissschicht bis zu einem Drittel der Pflanzstätte des Eies an der Grenze zwischen Vera und Reflexa eindringen.

Von hier aus umspannt die durch die Empfängnis angeregte Vera das ganze Ei (P. Fig. I, cc). Ausserdem zieht sich gegenüber der Eikapsel, dicht an dieselbe, wie auch an die wandständige Uterusschleimhaut (vera) angeschlossen, eine später dem Schwunde verfallende *muköse Scheidewand* (Fig. I, dd), am Grunde des Fruchthalters bis nahe an den inneren Muttermund herab. Diese Scheidewand („Tramezzo deciduale“) hängt am Grunde organisch mit der allbekannten Vera zusammen.

Gedachte Scheidewand besteht aus vielgestaltigen nahrungreichen Protoplasmazellen, welche durch Ausläufer unter einander oder mit freien Zellen verbunden sind — aus lymphoiden Körperchen mit vielgestaltigem Kerne — und aus erweiterten Drüsen mit abfallendem Epithele, bisweilen durch Blutlachen ersetzt. Der Ausfall von Deciduazellen und Drüsen erteilt der visceralen Fläche dieser Scheidewand, wie auch der ihr angepassten Eifläche kleine Lücken (Kerben, „Lacinie“) vgl. P. Fig. 2, a. c; Fig. 3, a. c. *Während des Schwundes genannter Scheidewand nähert sich die Eikapsel der hinter der Scheidewand sich hinziehenden Vera parietalis, und verwächst mit letzterer.* Zwischen die Chorionzotten treiben alsdann Fortsätze der decidualen Zapfen hinein. Die Chorionzotten, von den Langhans'schen Zellen und dem Syncytium (Friedländer 1873) überzogen, empfangen Anfang der 2. Woche die embryonalen Blutgefässe. Die Gefässe der Decidua geben nach P. kein Endothel an die Zotten ab und verzweigen sich erst spät mit den Zottenzwischenräumen.

P. leugnet die Anwesenheit reinen Blutes in den Zwischenzottenräumen; er traf nur an ein feines Fasernetz mit Körnchen, Lymphocyten, mehrkernige Leukocyten, Körnchenzellen, einzelne Normoblasten, verkommene Drüsenepithelien, hyaline Bläschen. Ausserdem erblickt man vielkernige Riesenzellen, deren schon Rauber erwähnt; sie haben als Teilstücke der decidualen Fortsätze und ihrer Schicksale zu gelten.

Die Eingangs erwähnte Hennig'sche Schilderung stimmt zunächst mit dem Bild Paladino's, indem in letzterem ebenfalls die Vera sich unter dem wie ein kurzgestielter Pilz hervorquellenden Neste (Serotina) hinwegzieht, und die an dem Umkreise breite Eiweissschicht mit dünnerer Lamelle bis zu $^1/_3$ an den Pilzstiel heranreicht. Den die Scheitelgegend des Eies deckenden „Abhub" stellt P.'s „Scheidewand" dar.

Herr **G. Marpmann** sprach

über hygienische Untersuchung der Milch.

Die hygienischen Untersuchungen greifen direkt in die medizinischen Gebiete ein. Wie Ärzte und Apotheker den Kranken heilen, so soll der Hygieniker als Chemiker, Land-, Wasser- und Häuser-Baumeister die Krankheit verhüten, also die spezielle Prophylaxe erstreben.

Die Erfolge auf diesen Gebieten gehören der neusten Zeit an und dürften ihrer grossen Bedeutung wegen auch an erster Stelle genannt werden, wenn man von den Errungenschaften der Neuzeit spricht. Es sind nicht nur die epidemischen Krankheiten, wie Typhus, Cholera, Blattern, Pest etc. ferngehalten, sondern auch die Erkrankungen, welche durch tägliche geringe Vergiftungen mit verdorbenen Nahrungsmitteln entstehen, sind mehr und mehr eingeschränkt. So gross nun auch die prophylactischen Erfolge der Hygiene auf der einen Seite sind, so muss man doch gestehen, dass auf der anderen Seite noch so sehr wenig geschehen ist, dass man hier noch keine Erfolge sieht. Diese Seite ist die chemisch-hygienische Untersuchung und die Beaufsichtigung des öffentlichen Verkehrs mit unseren täglichen Nahrungsmitteln. Auf der einen Seite fehlt jede Kontrolle über die Gesundheit des Personals, dem die Zubereitung und der Verkauf der Nahrungsmittel obliegt — auf der anderen Seite sind die Nahrungsmittel — speziell Brot und Backwaren, Wurst, Fleisch etc. — Artikel, welche direkt genossen werden — ohne dass ein Abwaschen, Kochen oder Reinigen vorhergeht — dem Staub, Schmutz und der Infektion durch Fliegen etc. ausgesetzt, wobei irgend welche Kontrolle dem Käufer oft unmöglich ist. Endlich kommt dazu, dass der Käufer die Gegenstände mit den Händen berührt, ebenso der Verkäufer, Kellner, Koch u. s. w. und hierin liegt eine Seite unserer öffentlichen Gesundheitspflege, welche bis jetzt überhaupt noch nicht angeschnitten ist.

Dann kommt dazu, dass die ganze chemische Untersuchung nach den heutigen Gesetzen sich nur auf eine Beurteilung der

Nahrungsmittel nach Reinheit und Unverfälschtheit beschränkt. Das ist die chemische Beurteilung, die aber mit der hygienischen Prüfung nichts zu thun hat. Selbstverständlich ist es gut, dass der Käufer geschützt wird, indem die Polizei die groben Verfälschungen der Nahrungsmittel zu verhindern sucht — aber der ganze Schutz bezieht sich nur auf den Geldwert. Mit der gesundheitlichen Beurteilung stehen die chemischen Untersuchungen der Nahrungsmitttel sehr oft in krassem Widerspruch, denn es ist nicht immer gesagt, dass die Prüfung auf Reinheit und normale Zusammensetzung von einem Nahrungsmittel auch die Garantie der Reinheit von Krankheitskeimen einschliesst. Bei Butter zum Beispiel ist es bekannt, dass die Fabrikbutter des Grossbetriebes ebenso wie die Kunstbutter bedeutend reiner sind, als die sehr häufig unter den primitivsten Verhältnissen hergestellte Bauernbutter. Die Margarine kann bei normaler Herstellung überhaupt einen Krankheitskeim nicht enthalten. Auch die Milch der Molkerei ist in hygienischer Beziehung besser als die Milch des Kleinbetriebes, welche von einer oder wenigen Kühen herstammt. Es handelt sich hier nicht darum, ob die Milch 2—3 oder 4 Prozent Fett hat, sondern um die Erscheinung, dass die Milch von kranken Kühen leichter aus kleinen Betrieben zum Verkauf kommt, als von grossen Gütern, so dass die Milch einer kranken Kuh bedeutend schädlicher sein muss, wenn man dieselbe für sich gebraucht, als wenn diese Milch mit derjenigen von 20 bis mehr Kühen gemischt wird.

Gerade die Milch ist der Stoff, welcher uns die meisten Krankheiten ins Haus bringt. Typhus, Scharlach, Masern, Diphtherie und die vielen Zufälle, welche der Magen erzeugt, sobald man ihn schlecht behandelt und mit verdorbener Milch füttert, sind Erscheinungen, die aus Milch von kranken Tieren oder aus Milch aus infizierten Wohnungen oder von verseuchten Gegenden herstammt.

Wiederholt sind durch die hygienische Untersuchung von Milch grössere Epidemien darauf zurückgeführt, dass die als vollwertig eingeführte Milch auf irgend welche Art und Weise infiziert war.

Die polizeilichen Vorschriften erreichen in dieser Beziehung gar nichts, dieselben verlangen wohl, dass die Milch einen Minimal-Gehalt von Fett haben soll, womit aber niemals erwiesen ist, dass solche Milch etwa absolut rein wäre. Eine Milch mit 3 Prozent Fett kann 10—20 Prozent Wasser Zusatz erhalten haben, während Milch mit 2 Prozent absolut rein sein kann. Man hat hier in

L. gute Milchkühe gehalten, welche unter direkter Kontrolle stehend, doch kaum 2 Prozent Fett gaben — und solche Verhältnisse kommen oft vor.

Für den Konsumenten ist es ziemlich gleich, ob die Milch 2 oder 3 Prozent Fett aufweist, selbst der Säugling wird einen Mindergehalt von Fett auszugleichen wissen. Aber es ist nicht gleich, ob die Milch mit Wasser gemischt wurde, welches Typhusbacillen enthält, oder ob die Milch von kranken Kühen stammt, und ob die Melkerin oder der Verkäufer und sonst jemand, welcher direkt mit der Milch zu thun gehabt hat, an einer ansteckenden Krankheit leidet. Diese Fragen bilden die Hauptsache für den Hygieniker, während sie dem Nahrungsmittelchemiker fern liegen — aber sie sind am wichtigsten für das Volkswohl und für die Volksgesundheit.

Die hygienischen Untersuchungen sind viel umständlicher und zeitraubender und daher viel schwieriger als die chemischen Methoden, und man muss daher jeden Fortschritt, der sich hier bietet, mit Freude begrüssen.

Eine solche neue Methode, welche sich durch gewisse Einfachheit auszeichnet, ist die Erdmannsche Reaktion, welche seither für Wasseruntersuchungen empfohlen wurde. Man kann diese Reaktion der Diazo-Reaktion in der Medizin gleichstellen, durch die der Arzt sehr oft in der Lage ist, einen Krankheitszustand richtig zu diagnostieren und auf den besseren oder schlechteren Verlauf zu kontrollieren. So kann man auch durch die Erdmannsche Reaktion die Beschaffenheit der Milch in der Weise kontrollieren, dass man gewisse Krankheiten in der Milch feststellen kann.

Vortragender führte die Reaktion an reiner Kuhmilch und an infizierten Proben vor. Diese Proben bestanden aus Milch mit Zusatz von Typhus-, Cholera-, Tuberkel- und anderen Kulturen.

Am 8. März 1901

wurde im Hôtel zur Stadt Nürnberg eine

öffentliche Sitzung

abgehalten. Darin sprachen:

Herr Professor Dr. **Carus**

über Metamorphosen im Tierreiche

und Herr Professor **Göring**

über das Nest des Töpfervogels.

Sitzung vom 7. Mai 1901.

Herr Professor Dr. **Simroth** hielt einen Vortrag:

Neues über die Radula.

Herr Dr. **R. Krieger** sprach

über die Anpassung einiger Ichneumoniden an eine nächtliche Lebensweise.

Unter den Ichneumoniden giebt es verschiedene Gattungen, die durchaus nicht näher miteinander verwandt sind, trotzdem aber eine ausserordentlich grosse Ähnlichkeit im Habitus zeigen. Diese geht soweit, dass man, solange man das Flügelgeäder, die Bildung des Hinterleibsstieles und einige andere Merkmale nicht erkennen kann, also namentlich im Freien beim lebenden Tiere über die Gattung, zu welcher das Tier gehört, im Zweifel bleibt. Es handelt sich um bräunlichgelbe, langgestreckte Tiere mit mehr oder weniger zusammengedrücktem Hinterleibe, sehr langen Fühlern und Beinen und sehr grossen Netz- und Punktaugen. Besonders sind es die Gattungen Ophion und Paniscus im weiteren Sinne (also Ophion, Allocamptus, Henicospilus, Eremotylus sowie Paniscus, Parabates und Absyrtus), die hier zu erwähnen sind, doch finden sich Tiere von ähnlichem Habitus auch in den Gattungen Mesolius und Perilissus, ja auch in der den Ichneumoniden nahe verwandten Familie der Braconiden kommen Tiere vor, die im Freien von einer kleineren Paniscus- (Parabates-) Art kaum zu unterscheiden sind.

Es handelt sich hierbei offenbar um eine Convergenzerscheinung und es ist nur die Frage, wodurch diese verursacht worden ist. Ich glaube, dass man es mit der Anpassung an eine nächtliche Lebensweise zu thun hat. Zu dieser Annahme wurde ich dadurch veranlasst, dass mir zu wiederholten Malen von Mitgliedern des Leipziger entomologischen Vereins Fauna Ophion- und Paniscus-Arten gebracht wurden, die beim Schmetterlingsfange am elektrischen Licht oder am Köder erbeutet worden waren. Da ja die Ichneumoniden, wie die Hymenopteren überhaupt mit wenigen Ausnahmen, sonst ausgesprochene Tagtiere sind, ist diese Thatsache jedenfalls auffallend, besonders weil immer wieder nur Ophion- und Paniscus-Arten und nie andere Ichneumoniden nachts gefangen wurden. Auch ist es mir aufgefallen, dass gegen Abend, wenn andere Ichneumoniden nicht mehr fliegen, Ophion- und Paniscus-Arten noch munter sind.

Weiter sind aber auch die Eigentümlichkeiten, worin die er-

wähnten Ichneumonidengattungen übereinstimmen und wodurch sie sich von anderen Ichneumoniden unterscheiden, solche, wie sie sich bei anderen Nachttieren, oder Tieren, die an ein Leben im Dunkeln angepasst sind, finden. Grosse Augen finden sich bei den Katzen, vielen Halbaffen, wie den Loris, vielen Tiefseetieren u. s. w. Da auch die grossen Augen oft nicht mehr zur Orientierung ausreichen, sind häufig stark entwickelte Tastorgane entwickelt, wie die langen Schnurrhaare vieler nächtlichen Säugetiere, die langen Gliedmaſsen der Tiefseekrebse u. s. w. Als Tastorgane dürften wohl auch die langen Beine und Fühler der Ophion- und Paniscus-Arten aufzufassen sein. Endlich zeigen die Nachttiere meist eine indifferente Färbung und wenig Zeichnung, die ja ganz überflüssig wäre, und so sind denn auch die nächtlich, oder wenigstens z. T. nächtlich lebenden Ichneumoniden einfarbig. Ihr braungelbes Kleid verdanken sie wohl nur der dem Chitin überhaupt zukommenden Farbe, aber keinem besonderen Farbstoff.

Bemerkenswert scheint mir auch, dass die wirklichen Verwandten von Ophion und Paniscus im weiteren Sinne in allen den von mir durch die Anpassung an das Nachtleben erklärten Eigentümlichkeiten von diesen abweichen. Als nächst verwandt mit Ophion sehe ich die in Amerika einheimische Gattung Thyreodon an. Bei den Arten dieser Gattung, über deren Lebensweise mir allerdings nichts bekannt ist, finden wir vereint mit gefärbtem und zum Teil gezeichnetem Körper kürzere Fühler und Beine und Netz- und Punktaugen von normaler Grösse. Mit Paniscus dürfte wohl Mesolius am nächsten verwandt sein, und auch hier treten dieselben Unterschiede auf.

Sitzung vom 4. Juni 1901.

Herr Dr. **A. Voigt** sprach

über den Schutz, welchen den Immen ihr Giftstachel gewährt.

Herr Professor Dr. **Simroth** sprach

über Landverhältnisse auf der südlichen Halbkugel in früheren Zeiten.

Wanderversammlung

abgehalten in Zöschen bei Merseburg

am 9. Juni 1901.

Es wurden der Alpengarten und die naturwissenschaftlichen Sammlungen des Herrn Dr. G. Dieck besichtigt.

Sitzung vom 2. Juli 1901.

Herr **F. Stephani** sprach

über die Sporenausstreuung bei den Lebermoosen.

Herr Dr. **Tittmann** sprach

über proteolytische Enzyme im Pflanzenreiche.

Herr Professor Dr. **Simroth** sprach

über Beobachtungen an einem gefangenen Siebenschläfer.

Bemerkungen über die Ernährung einiger Tiere.

Der Siebenschläfer (Myoxus glis L.), der gelegentlich der vorjährigen Wanderversammlung von Herrn Seminaroberlehrer Hoepfner in Rochlitz vorgezeigt und mir freundlichst überlassen wurde, befindet sich noch vollkommen wohl und gewährt uns viel Kurzweil. Wohl mit dem Umstande, dass er als noch nicht ganz erwachsenes Tier eingefangen wurde, ist es zuzuschreiben, dass er verhältnismässig zahm geworden ist und sich zum mindesten nie bösartig gezeigt hat. Er kann zwar sehr empfindlich beissen, hat es aber nur aus Versehen bewiesen, in Folge des gering ausgebildeten Geruch- und Tastsinnes, der auch in der hübschen Arbeit von E. Bächler hervorgehoben wird[1]). Wenn meine Frau ihm vor dem Schlafengehen Zirbelnüsse durch das Gitter des Drahtkäfigs gereicht hatte (er nahm sie einzeln aus der Hand) und dann den Käfig in ein anderes Zimmer trug, passierte es wiederholt, dass er sie kräftig in die Fingerspitze biss, offenbar aber nur, weil er die Fingerkuppe, ihrer Grösse entsprechend, mit einer Zirbelnuss verwechselte. Man wird daraus keineswegs auf mangelhafte Entwickelung des Geschmacks schliessen dürfen, der ja bei der harten Schale der Zirbelnuss nicht in Frage kommt. Vielmehr hat sich das Tierchen sonst durchaus als ein höchst wählerisches Leckermaul erwiesen. Seine angeborene

---

[1]) Emil Bächler. Beobachtungen am Siebenschläfer (Myoxus glis L.) Ber. der St. Gallischen Naturf. Ges. während d. J. 1898—99. St. Gallen 1900. S. 266—288.

Wildheit zeigte er eigentlich bloss bei seinem ersten nächtlichen Ausbruche aus dem Käfige, wo er sich über einen alten Schneehuhnbalg hermachte und ihm den Schädel zermalmte, wohl um zum Hirn zu gelangen. Sonst hat er bei seinen Exkursionen in den Zimmern, die sich oft auf Tage, ja Wochen ausdehnten, ähnliche Liebhabereien während des Winters, wo er wohl sich ein Schlafnest zurecht machen wollte, in der Weise bewiesen, dass er mit Vorliebe die Monatsschrift des Vereins zum Schutze der Vogelwelt zerschrotete, um Nestmaterial zu gewinnen. Wie Bächler an seinem Exemplar Vorliebe für Schnecken beobachtete, so benutzte er auch wohl meine Gastropodenseparata zu ähnlichem Zwecke; irgend ein Bibliothekswinkel, eine grosse Mappe mit Zeichnungen, vernünftiger Weise auch der Papierkorb, waren ihm willkommene Lokalitäten für die Anlegung des Winterbaues. Dabei verriet er aber ein auf guten Geschmack gegründetes wissenschaftliches Verständnis insofern, als er von Broschüren und Stahlstichen nur den Spiegel zerfetzte, aber halt machte, sobald er an den geistigen oder künstlerischen Gehalt kam, nämlich an die Druckerschwärze.

Von Kohlehydraten waren ihm die mehl- und ölreichen Zirbelnüsse die liebsten. Semmel, in Milch geweicht, nahm er mehr im Notfalle. Ein Stück Schwarzbrot verschmähte er im Käfig, war jedoch erfreut, wenn er im Vollen schwelgen konnte. So schlich er sich gern, selbst wenn wir alle beim Abendbrot am Tische sassen, an das halbe Brotlaib, um in die Schnittfläche in aller Eile ein tüchtiges Loch zu nagen.

Nächst den Zirbelnüssen sind Süssigkeiten, Kernobst, Kirschen, Erdbeeren, Mohrrüben, in etwas geringerem Masse Datteln und Backpflaumen seine Lieblingskost. Erdbeeren nimmt er mit Vergnügen mit Wein durchtränkt, von der Bowle, wie er denn auch jede Flasche, in zierlichen Stellungen, rings am Kork beschnüffelt und beleckt. Am meisten bevorzugt er die Schale mit klarem Zucker. Interessant ist es, wie er mit einem Stück Würfelzucker umgeht; so leicht es seinem Gebiss wäre, es anzuknabbern, so zieht er doch den süssen Saft dem harten Stoff vor. Er nimmt das Stück in die Vorderpfoten und dreht es mit der Geschwindigkeit einer Windmühle andauernd im Kreise, fortwährend den Rand beleckend und einspeichelnd und ihn, soweit er erweicht ist, einschlürfend, wobei dann die Scheibe bald rundlich und immer kleiner und kleiner wird. Schliesslich folgt eine gründliche Säuberung der Pfoten. Hiermit stimmt eine andere Beobachtung, die mehr an natürliche Verhält-

nisse anklingt. Wiederholt machte sich das Bürschchen mit Blumensträussen in Vasen zu schaffen, die er arg zerzauste. Schliesslich wurde er von uns des Näheren belauscht, wie er einigen grossen Päonien zusetzte. Er zupfte ein Blatt heraus, lutschte das untere Ende ab und warf dann das Blatt weg, ebenso verfuhr er mit dem nächsten und so fort, bis die ganze grosse Blüte entblättert war. Die Lage der Nectarien bei den Ranunculaceen, an der Basis der Blumenblätter, lässt wohl keinen Zweifel, dass es ihm um den Honig zu thun war. Sollte im Freien dasselbe vorkommen? Dann hätten wir meines Wissens in unserer Fauna das erste Säugetier, das, wie die Honigbeutler in Australien, dem Blütennektar nachstellt. Dass freilich die Anpassung zur Befruchtung der Pflanzen angepasst wäre, ist nicht allzu wahrscheinlich. Immerhin ist das Verhalten auffällig genug.

Zu chlorophyllhaltigen Pflanzenteilen stellt er sich recht merkwürdig. Grüne Blätter verschmäht er, gerne aber sitzt er auf stachligen Kugel- und Schlangencactus, und einmal liess er sich herbei, sämtliche Stengel des Schlangencactus an der Wurzel abzubeissen, wiewohl er am Wasser in den Topfuntersetzern seinen Durst, wie gewöhnlich, hätte stillen können.

Ein Paar Worte über die Sinne mögen hier Platz greifen! Dass das Gefühl in der Haut nicht besonders entwickelt ist, beweist wohl die Verwechslung der Fingerspitze mit der Zirbelnuss ebenso gut als das Setzen auf den Cactus. Die Schnurrhaare kommen wohl in erster Linie in Frage bei den Nachttieren, zusammen mit den grossen Augen. Gegen Berührung und Streicheln des Schwanzes ist er durchaus nicht empfindlich, im Gegensatz zu den Erfahrungen Bächlers.

Seine Intelligenz möchte ich nicht allzu niedrig veranschlagen. Sie zeigt sich in der Vermeidung von Fallen, in die er ein paarmal geraten ist. Namentlich schlau benahm er sich, nachdem er wiederholt in seinen Käfig eingefangen war. Dieser, ein Cylinder aus Drahtgeflecht, wurde mit einem grossen Pappdeckel versehen, der an einer Seite mit Bindfaden scharnierartig befestigt wurde. An der Gegenseite wurde er schräg aufgerichtet gehalten durch ein Schlagholz, an welchem an langer Schnur eine Frucht bis nahe an den Boden des Käfigs hing. Sobald er die Frucht in die Hände nahm und benagte, klappte der Deckel zu und unser Äffchen war gefangen; indes nicht immer. Er lernte bald, vorsichtig in den Käfig hineingehen und die Frucht mit einer Geschwindigkeit fassen

und herausreissen, dass er vor dem Zuschlagen des Deckels mit ihr draussen war.

Seine Stimme besteht einzig und allein in einem heftigen Schnarren, das völlig dem eines Brummkreisels an einem gepichten Pferdehaar gleicht. Wie sich an den Erschütterungen des Bauches zeigt, wird es hauptsächlich durch die Bewegungen des Zwerchfells hervorgebracht. Es erfolgt fast ausschliesslich und mit grosser Promptheit, sobald ich in seiner Nähe das Pfeifen eines Mäuschens nachahme. Das geht so weit, dass er sich jedesmal verrät, wenn er sich einen neuen Schlupfwinkel gesucht hat; er schnarrt, sobald ich mit dem Ton in seiner Nachbarschaft angelangt bin. Das Schnarren macht durchaus den Eindruck ärgerlicher Erregung.

Dabei fühlt er sich offenbar in unserem Kreise sehr wohl, namentlich wenn er sich frei bewegen kann. Zwar immer vorsichtig, nimmt er doch die Nahrung aus der Hand, klettert auch wohl an den Familienmitgliedern in die Höhe. Eine bevorzugte Bewegung ist ein äusserst geschwindes Karusselllaufen im Kreise an der Innenseite der Decke, die von einem ovalen Tische herunterhängt. Je mehr die Decke schaukelt, um so toller die Lust. Sein Wohlbefinden in den bekannten Räumen hat er dadurch am besten bewiesen, dass er öfters die Nächte bei offenen Fenstern und weit geöffneter Balkonthür zubrachte. Seine Spuren zeigten, dass er in allen drei zusammenhängenden Zimmern gehaust hatte. Wir gaben ihn schon verloren, bis er sich in irgend einem Winkel, Staubtuchbeutel oder dergl., vergnügt wiederfand.

Wintervorräte hat er, allerdings in geheizter Stube, nie zusammengetragen, wiewohl der Hamster neben ihm den ganzen Herbst und Winter über eifrig damit beschäftigt war. Zum Schlafen kamen beide nicht. Die Gefrässigkeit, die dem Siebenschläfer meist vorgeworfen wird, möchten wir unserem Exemplar absprechen. Anfangs frass er wohl in einer Nacht einen Apfel oder eine Apfelsine auf, später viel weniger. Er erscheint entschieden bescheiden gegenüber dem Hamster, ja gegenüber der Waldwühlmaus, die, im Verhältnis zu ihrer Körpergrösse, viel grössere Portionen zu sich nimmt. Die Kontrolle ist leicht, da alle drei Nager gleichzeitig abends gefüttert werden.

Worauf ich aber besonders hinweisen möchte, das ist die Zusammensetzung der Speisekarte, Fleisch, eiweiss- und stärkereiche Sachen und Süssigkeiten, Früchte wie Nektar, von chlorophyllhaltigen Gebilden höchstens ein ganz saftiger Teil. Das ist eine Zusammen-

stellung, wie ich sie früher den altertümlichsten Säugetieren zusprechen zu sollen glaubte[1]), sie ist viel ursprünglicher, als die Herbivorie, die in ihrer reinen Form die letzte Entwicklungsstufe darstellt, sie ist altertümlicher, als die des Hamsters und noch weit mehr als die der Hasen unter den Nagern.

Das bringt mich zum Schluss auf eine andere Beobachtung. Ich habe an derselben Stelle unter den niederen Tieren die Käfer in eine kulinarische Entwickelungsreihe gebracht, was weiter keine Mühe macht, da sie mit der morphologischen, die sich in erster Linie auf die Tarsalglieder stützt, parallel läuft. Die Pentamera beginnen mit Raub- und Aaskäfern. Daran schliessen sich Pilzfresser, Moderfresser, Dungkäfer, Wurzelbohrer, Holz- und Rindenkäfer, Blütenkäfer. Hie und da schwenkt nur eine Form zur Phytophagie ab, ein Carabus, die Jmago des Maikäfers. Wasserkäfer, bez. Hydrophiliden kommen weniger in Betracht, da die ins Wasser zurückgewanderten höheren Pflanzen in ihrer Struktur wieder mehr und mehr niederen Thallophyten ähnlich werden. Reine Herbivorie der Larven und Imagines bildet sich erst auf der höchsten Staffel aus, bei den Blattkäfern, Chrysomeliden etc. Soweit stimmt das morphologische Schema mit dem biologischen überein. Zum Schluss aber kommt eine merkwürdige Ausnahme. Die Coccinelliden, die man ans Ende zu stellen pflegt, sind nicht herbivor, sondern Raubtiere, wenn sie auch nur während ihres ganzen Entwicklungscyklus auf Blattläuse angewiesen sind. Wie ist das zu erklären? Im Körperbau schliessen sich die Marienkäferchen sicher den Blattkäfern an; ich habe schon früher die Vermutung geäussert, dass auch die Ernährung von Blattläusen nicht mit ursprünglichen Raubtiergelüsten, sondern irgendwie mit den Blättern, mit Pflanzenstoffen also, zusammenhängen möchte. Eine zufällige Beobachtung, die ich neulich machte, scheint mir den Schlüssel zu geben. An meinem Rock war, wie sich bei Tisch herausstellte, eine Coccinellenlarve sitzen geblieben; ich that sie in ein Schächtelchen, nahm sie nach einigen Stunden mit in den Garten und setzte sie auf einen von Blattläusen strotzenden Rosenzweig. Anstatt dass aber das hungrige Tierchen sich, wie ich erwartet hatte, auf die Aphiden stürzte, leckte es gierig den süssen Kot, den Honigtau auf. Dass scheint mir zu beweisen, dass es sich bei der Blattlausfresserei weit weniger um Fleisch, also um echte Raubtiernahrung, handelt, als vielmehr um Zucker- d. h. Pflanzen-

[1]) Simroth. Entstehung der Landtiere.

stoffe. Damit wäre diese Art der Carnivorie in der That vielmehr auf dem Umwege der vegetabilischen Ernährung gewonnen und die Ausnahme hätte ihre Bedeutung verloren. Es wäre zu wünschen, dass der vereinzelte Befund durch Mitteilungen von anderer Seite gestützt oder, wenn nötig, in seiner Bedeutung abgeschwächt würde.

Sitzung vom 5. November 1901.

Herr Medizinalrat Professor Dr. **Hennig** sprach

über das Leben in den Hochalpen.

Ein breites, vielgefaltetes weisses Tuch überdeckte jetzt die als lachende Auen uns erinnerlich gewesenen, von starren Krystallfelsen eingefassten Hochgebirge. Ihre Anwohner kennen nur drei Monate Sommer, wie die dünngesäten Völker des hohen Nordens und des tiefen Südens. Doch um so kräftiger, um so saftiger, bunter und duftiger quillt das Bild des Spätfrühlings hervor, sobald die Schneeschmelze sich bis zu den ewigen Gletschern zurückzieht.

Das Leben in den Hochgebirgen lässt sich in zweierlei Sinne auffassen. Das Leben des Menschen und der Haustiere in den Hochthälern und auf den Felsengraten, auf der Wanderschaft in jenen luftigen Höhen — und als die Art und Weise, wie sich Tiere und Pflanzen als Bewohner, als Erzeugnisse der Alpentriften uns darstellen.

Verhältnismässig nur wenigen Glücklichen ist es vergönnt, aus den Niederungen, von den bescheidenen Vorbergen und Voralpen sich für einige Wochen auf den Alpenpass, auf die leichter oder mühsamer ersteigbaren Gipfel der Fürsten in der Schneeregion zu versetzen. — Die Übrigen müssen sich jahrelang vertrösten, bis ihnen die schweizerische oder norwegische Sonne lacht. Die Geschöpfe des Alpenkreises wollen besucht, wollen aufgesucht sein — sie können nicht zu uns gelangen, es sei denn ein lebendes Gärtchen, welches ein Freund, eine Kennerin uns mit Eilzug in die Heimat noch frischblühend schickt — oder es sind Zugvögel, die, leider meist in der Nacht, von oder zu den Alpen über unsere Häupter hinwegstreben.

Einen matten Ersatz bieten ausgestopfte Tierbälge und getrocknete seltne Pflanzen, einigermassen auch die schon leichter erreichbaren Pflanzgärtchen von alpinen Gewächsen auf den Thüringer, Harz-, Genfer und Strassburger Höhen, die Alpen-Pflegbeete, deren Zöglinge

leider nach einigen Jahren, falls sie es soweit bringen, viel von ihrem Schmelze, ihrem schneeweissen Pelze einbüssen. Nur die Mineralien, welche im Hochgebirge gebrochen werden, gelangen zu uns in ursprünglicher Form und Farbe — oder, auf Eisschollen vor abertausend Jahren zu uns verfrachtet, oder noch heutzutage durch Gletscherbäche herabgespült, dann gerundet, abgeschliffen oder zerbröckelt, also verändert und als geschichtliche Zeugen zu unseren Füssen. So pflegte Goethe, in den Alpen aufsteigend, schon im unteren Laufe der Flüsse zu erraten, welche Gesteine er weiter oben zu erwarten hatte oder nicht erreichen konnte.

Allerdings ist das Erklimmen der lockenden blauschimmernden Höhen durch Kunst und Menschenhand neuerdings so erleichtert, dass Zeit und Reisemittel in einem Grade gespart werden, von welchem unsere Vorfahren keine Ahnung haben konnten. Mit jedem Jahre werden kühne Pläne, Entwürfe zu Drahtseil- und Zahnradbahnen gezeitigt und ausgeführt; Rigi, Pilatus, Jungfrau werden in wenigen Stunden statt Tagen befahren.

Ja man plant jetzt eine elektrische Bahn, welche auf den Mont Blanc zu kraxeln bestimmt ist. Die auch im Winter munter rauschende Arve wird die elektrische Kraft zu liefern haben. Der erste Tunnel soll in Ouches beginnen. Von Châtelard aus liefert die Kraft ein Wasserfall von 40 m Höhe, zur Bahn Fayet-Chamonix. Eine Station kommt auf den Gipfel des aussichtreichen Gouter in den Rochers des Bosses, der Endbahnhof auf die Petits Rochers Rouges. Schutz gegen die Einflüsse des geringen Luftdruckes und der strengen Temperatur ist vorgesehen.

Auch dem Reisenden kommen Ergebnisse der meteorologischen Hochwarten zu Gute. Die älteste ist die Brockenstation (1141 m) seit 1836; die höchste auf dem Gipfel des Pikes Peak (4308 m) [1]. Die Beobachtungen vom pyrenäischen *Pic du Midi* hat Friedrich Klengel (jetzt in Leipzig) benutzt („Ausland“ 1893). Besonders infolge der Meeresnähe hat letzter Pic reichlich 2° höhere *Mittelwärme* [2]) als gleichhohe (2877 m) Spitzen der Schweizer Alpen. Am relativ kältesten ist April. Der *Luftdruck* schwankt jährlich

---

[1]) Die Einrichtung drahtloser Telegraphie zwischen Chamonix und dem Mont Blanc ist im Gange.

[2]) *In freier Luft* ist die Wärme im Winter 140 m über dem Boden bedeutender als am Boden, erreicht diesen Grad aber 2 Stunden später als das untere Maximum ist; im Sommer nimmt die Wärme am Tage gegen Mittag auf der Höhe sehr rasch ab.

um 9,3 mm. Die *Regenmenge* erreicht fast tropische Summen, im April allein die Höhe des ganzen Jahres in norddeutschen Tiefebenen, während die Sommermonate auffallend trocken sind. Im Gegensatze zu den alpinen Hochstationen, welche im Sommer die grössten Niederschläge empfangen, fallen solche am Pic auf die Herbst- und Wintermonate. Bezeichnend für Sättigung der Luft mit Wasserteilchen in Hochgebirgen sind immer die Gürtel von *Tannenwäldern.* Auffallend ist überall der *regenvermehrende Einfluss der Hochgebirge.* Die Einwirkung der Föhntage auf Zahl und Gewitter wird für Südbayern die im Gange (1901) befindliche Warte auf der Zugspitze aufklären (Erk: Geogr. Zeitschr. VI, 5, S. 278. München 1900). Die Höhen halten, besonders in den Falten, die Wolken fest. Die Volkssprache nennt dieses Verweilen „Degen", von denen der obere zuerst aufgelöst wird. — Daher günstige Wetterprognose für den folg. Tag. Die *Windstärke* nimmt, abweichend zur Leipziger Ebene, vom Morgen bis gegen Mittag am Pic ab, von Abend an wieder zu!

In beiden Klimaten herrschen infolge der Seekühle die *Westwinde* vor.

Die Nutzbarmachung der alpinen Klimate für Erholungbedürftige und für *Kranke* bildet seit 50 Jahren einen wichtigen Gegenstand der Beratung.

Eine schon sehr besuchte Höhenlage ist das Oberengadin mit seinen balsamduftenden Arven. Der englische Arzt Holland führte eine Anzahl seiner Landsleute nach St. Moritz-Dorf, welchem später das für Brustschwache geeignetere Davos neben Arosa, Leysin, Les Avants am Genfer See den Rang abliefen. Gerade der Winteraufenthalt hat sich für Kranke der Luftwege heilsam erwiesen. Die Wärme übersteigt hier selten den Gefrierpunkt, aber die wenigen sonnigen Tagstunden wirken durch ihre Gleichmässigkeit, die den schädlichen Keimen sich entgegensetzenden chemischen Lichtstrahlen, die dünne trockene Luft, welche nach dem ersten Schneefalle *staubfrei* und Feindin der mikroskopischen Seuchenkeime bleibt, ausserordentlich heilsam.

Der fast absolute Mangel an Wind, das schöne, dauerhafte Wetter wirken auch auf das Gemüt teils beruhigend, teils erfrischend und kräftigend; man vergisst, dass man „Nerven" hat und nimmt, zu hohem Gewinne an Widerstand, teil an den lustigen, abhärtenden Spielen und Schneevergnügungen. Der Ankömmling erstaunt, wenn er da oben

Leute in Hemdärmeln im Freien sitzend, lesend oder naturgeniessend erblickt.

Die oberitalischen Kurorte leiden häufig an schwüler Luft, welche mit Wind und Staub abwechselt; dazu sind beliebte Lenzfrischen und Herbstidylle oft überfüllt; die Reisen durch Ferienströme erschwert, sogar nachteilig.

Eine wichtige, schwer beweisbare aber unter Ärzten und Laien feststehende Thatsache ist der Gewinn an Strammheit der Gewebe, vorbeugend verzehrendem Städteklima und den Rückfällen von entzündlichen Hals- und Lungenleiden.

Welche *Veränderungen* machen Schneefelder auf der Höhe *am menschlichen Körper* und welche bringt der Aufstieg hervor? Neulinge und Ungeübte werden 3—4 Wochen lang *„schneeblind"*. Die *Oberhaut,* von Hitzfriesel erhoben, *fällt* bisweilen schon am ersten Abend von offen getragenen Stellen in Fetzen *ab.*

Dafür *gewinnt* aber *die Sehkraft* durch die kräftigere Tagesbeleuchtung; die gegenüber liegenden Berge erscheinen infolge der dünnen Luft, besonders vor Regeneintritt und über einem grösseren See näher. Der Kontrast der Farben in der Landschaft z. B. am Thuner, am Genfersee, in Tyrol und im bayrischen Gebirge wirkt *belebend auf das Gemüt, meist erheiternd.* Alpenbewohner preisen die Flachländer erst hoch wegen der weiten *wagrechten* Umsicht, sehnen sich aber endlich in ihre Hochthäler zu ihren Herden und Bergglocken zurück — es giebt Heimweh.

Das Höhenklima befördert den Stoffwechsel, damit die Neubildung roter Blutkörperchen, mittels der verdünnten Luft — die Esslust steigt. (Vgl. O. Schaumann und E. Rosenqist: Ztschr. für klin. Medizin Bd. 35, S. 126 u. 315. 1899.) Im Gegensatze hierzu vermindert die aus brennenden Steinkohlen sich entwickelnde schweflige Säure, gleich dem Essig, die roten Blutkörperchen und reizt nachteilig die Atemschleimhaut. Hieraus erklärt sich, dass die Beschwerden, welche das Bergsteigen in den ersten Tagen infolge der dünneren Luft veranlasst, sich nach und nach ausgleichen, und dass je höher, um so mutiger gestiegen wird. Dr. von Liebig in Reichenhall, der Sohn des berühmten Chemikers, hat durch Versuche nachgewiesen, dass in Luft von hohem Drucke die Leistung unserer Muskeln zunimmt. Zu dem Vermögen, leichter zu steigen, kann also der Aufenthalt in dünnerer Luft auf Alpen nicht beitragen. Es kann sich hier nur um die *Reinheit* der Luft von Staub, faulen Dünsten, feuchter Schwüle (wie im Föhn) handeln.

Dazu kommt als günstiger Umstand die Wohlthat des blauen Himmels, der blauen Berge und der grünen Matten auf die *Augen*, somit auf das Gemüt, welches im Verkehr mit neuen, sich leicht anschliessenden Personen erhoben wird, während der Anschauung gewollte oder unerwartete Lerngegenstände sich anbieten. Botanisch berühmt sind Mürren, die Lehne oberhalb Villeneuve, das südliche Ufer des Genfersees, Argentière, der schwerer erreichbare Jardin auf der Mer de Glace. Nicht zum Geringsten kommt der Gewinn an Spannkraft auch auf Rechnung der veränderten, meist nahrhafteren *Kost*. Die frische, wohlschmeckende Kuh- oder Ziegenmilch von den gewürzhaften Sennweiden, das köstliche Trinkwasser, im Herbste saftiges Obst, selbst süsse Trauben befördern die Ausscheidungen aus dem Körper und hinterher die Esslust und — im Vereine mit mässiger Bewegung — später von Hungertagen auf Hochtouren nicht zum Nachteile abgelöst — die *Ernährung;* nach Fasten schmeckt und bekommt alles um so besser; endlich den *Schlaf!* Manche finden die Wohlthat gesunden Schlafes erst in den Bergen, sobald sie sich aufreibender Denkarbeit enthalten und Wein womöglich nur *abends* und stets *verdünnt* trinken — oder reines, leichtes Bier. Das Geläute der Kirchen- und der Weideglocken, der ungekünstelte, manchmal wohllautende Gesang der Anwohner lullen den Wanderer nach rüstigem Marsche sanft ein. Nachdem Anatomen und Kliniker nachgewiesen haben, dass sowohl die katarrhalische (bronchiektatische), wie auch die in Knötchen auftretende (tuberkulose) Lungenschwindsucht in ihren Anfängen heilbar sind, kam es darauf an, diesen wichtigen Vorgang auf seine Bestandteile zu zergliedern.

Zur Schmelzung der bacillären Tuberkeln ohne Schaden für den Organismus gehört, wie auch zur Abwehr gegen Bacillen, welche den Menschen von aussen her anfallen wollen, eine gesunde Beschaffenheit des Körperblutes, dessen weisse Kügelchen kräftig genug sein müssen, um eine nicht zu grosse Anzahl Tuberkelkeime aufzuzehren, beziehentlich in die sie verdauenden Lymphdrüsen der Luftröhre zu schaffen. Ausser den körperlichen Heilmitteln, welche der Aufenthalt in den Alpen bietet, kommt hier auch als wichtige Hilfe der Gemützustand und die Summe geistiger Kräfte in Betracht, welche in heiterer, sonniger Umgebung den Brustschwachen aufrichten und seine Esslust steigern, seinen Schlaf befördern.

In zunehmender Höhe nimmt Schwindsucht ab, verschwindet die Diphtherie; in Peru giebt es keine derartigen Seuchen, weil der

verminderte Luftdruck das Herz anregt, Ernährung und Stoffwechsel beschleunigt. Auch auf Island, den Faröerinseln und in den kirgisischen Steppen fehlt Lungentuberkulose kraft der starken Bewegung der Leute im Freien bei grossem Fettverbrauche und dem alkoholhaltigen Kumys. Auf dem Meere und hohen Bergen fehlen die festen Teilchen (Kieselstaub, schädliche Pilzkeime) der Einatmungsluft, welche in der Ebene allerdings von gesunder Luftröhrenschleimhaut flimmernd *nach aussen* oder *in die Drüsen* geschafft werden; kranke Schleimhaut kann sie nicht mehr bewältigen. Ausserdem bringt die Seeluft, wie auch das gleichmässige Klima über Schneeflächen Schutz vor Erkältung; ähnlich dienen kalte Abreibungen und Douchen gegen das hektische Fieber. Während die Lunge durch Abgabe von Wasserdämpfen neben der Kohlensäure sich abkühlt, nimmt bei hoher äusserer Hitze (Föhn), in enger, dunkler Kleidung die Lungensucht zu. Indem auf Höhen mehr Blut nach der Haut und den Schleimhäuten strömt, werden Wärme und Schweiss, auch Schleim abgegeben, daher das *Wohlgefühl,* das Heilen alter Katarrhe. Die Lunge nimmt an Raum zu, das bei Phthisikern kleine *Herz* arbeitet kräftiger, Stoffwechsel und Ernährung heben sich, Blutarme, Sumpfsieche erholen sich. *Nicht* passen Höhen und Steigen für Hochschwache, nervös Erregte, gegen Wetterwechsel und Rheuma Empfindliche. Die Lunge ist bei Solchen eben für das Herz zu gross, dessen Trägheit Nachtschweisse erzeugt.

Man hat neuerdings die Heilkraft der geringen, aber nur in *freier* Luft anwesenden Mengen *Ozons* am Meere, in Harzwäldern verkannt: es beschleunigt das Atmen, treibt die Kohlensäure aus und desinfiziert. Nur Übermass des Ozongehaltes erzeugt Husten, Brustweh, Schwindel, Schlafsucht, Schweiss.

Was ist Bergkrankheit?

Bergkrankheit ist derjenige Zustand reizbarer Schwäche, welcher durch schnelle Erhebung auf höhere Berge (über 500 m) unterhalten wird. Sie ist mit der Seekrankheit verwandt, seltener, aber gefährlicher. Die Bergkrankheit wird auch manchen Luftschiffern zu teil, da sie Folge des Aufenthalts in verdünnter Luft ist. Beide Übel befallen mehr schwächliche, magenkranke als starke Personen. Sie gehen vom Gehirn aus. Die Bergkrankheit steigert sich durch die Anstrengung beim *Aufstiege.* — Sie beginnt mit dem Gefühle der Ermüdung, verschwindet aber sofort, wenn man sich lagert, besonders langlegt. Mrs. Bullock-Workmann und ihr Gatte haben

mit dem Schweizerführer Zurbriggen den 17,400′ hohen Korakoum im Himalaya bestiegen. Keiner aus der Gesellschaft litt an höheren Graden der B., doch führte jede plötzliche Anstrengung Atemnot herbei[1]). Durch die *dünne* Luft dehnen sich die Adern des Körpers aus — demnach wird dem Hirne und dem Herzen Blut entzogen, zumal wenn sich Nasenbluten oder das seltene Ohrbluten einfinden. (Das Ohrbluten bei tiefem Tauchen ist Folge der *verdichteten* Luft unter dem gesteigerten Drucke.) Dann giebt es Herzklopfen, Sehschwindel — zumal wenn man an Abgründen nach unten, statt nach oben blickt. Die Knie zittern, Ohrenbrausen und Klopfen der Schläfenschlagadern steigern sich; es kann zu Übelkeiten mit starkem Durstgefühl kommen; Ohnmacht tritt ein, höchst selten Schlagfluss. Sonnenstich und Hitzschlag steigern auch auf Schnee- und Eisfeldern das Unbehagen.

Viele Reisende verschulden ihr Übel durch *mangelnde Vorbereitung,* namentlich was Einübung im Wandern und Klettern, was zweckmässige Kleidung und passende Nahrung betrifft. Am längsten hält schon beim Holzfäller Schwarzbrot vor, am besten mit Butter, während geistige Getränke im Allgemeinen schaden. *Wenn junge Eheleute aus der Ebene in Sonntagstracht auf eine Alpe steigen, oben nicht die gehoffte Unterkunft, nicht einmal ein Heustadel finden, so bezahlen sie es mit Erkältung; zarte Damen verfallen leicht in typhöse Fieber oder Lungenentzündung; selbst Tod kann eintreten.*

Verhaltungsmassregeln.

Vor einer grösseren Hochgebirgsreise übe sich der übrigens gesunde Mensch mehrere Tage lang in massvollen, aber zunehmenden Märschen ein. Er bestelle sich bequeme Stiefeln von dickem, aber nachgiebigem Rindsleder, welche an den Rändern der Doppelsohlen Bergnägel erhalten und nicht gewichst, sondern mit Thranschwarz geschmiert werden. Sie müssen weit genug sein, um 1 Paar dicke oder 2 Paar mitteldicke wollene Strümpfe aufnehmen zu können. Vor einer heissen Tour ohne Eisfelder wickelt man um die Füsse besser mit Hirschtalg gestrichen genau anliegende leinene Fusslappen.

Kreussner (L. T. 18. Juli 1900) empfiehlt wollene oder dünnseidene Tricotunterkleider, darüber einen lockeren, aber wasserdichten

---

[1]) Leipz. Ztg. 9. Oktober 1900.

Lodenanzug. Damen haben die *langen* Kleider daheimzulassen. Meyer's „Schweiz“ rät zu einer wollenen Leibbinde für Gletschertouren; über dunkle, leichtwollene bis zum Knie reichende Beinkleider kommt ein einfaches, durch Aufknöpfen verkürzbares Kleid mit weiter Taille (kein festes Korset!) oder Bluse und ein anschliessender Paletot. Je dunkler der Stoff, desto mehr leidet man an Hitze. Ratsam ist, einen Regenmantel mitzunehmen, wenn man oben ohne Schutz auszuruhen gedenkt. Bei *Nebel* ist überhaupt jedes Weiterschreiten lebensgefährlich. — Starke geräumige Kalbleder-Schnürstiefel mit flachen Absätzen, noch ein leichtes Paar Stiefel, Morgenschuhe, ein warmer Plaid, ein kleines Halstuch, wildlederne oder wollene Fausthandschuhe, ein starker Stroh- oder gefütterter leichter Filzhut mit schützender Krämpe und ein graublauer Schleier vollenden die Ausrüstung. Auf Eis geht sichs am sichersten in wollenen, über die Schuhe gezogenen Socken. Mitzunehmen hat man guten starken schwarzen Thee, welcher oben mit Wasser verdünnt wird — in Mangel des Wassers löscht ein Scheibchen Citrone den Durst; Cognac in kleiner Menge. Der Tyroler Rotwein muss verdünnt werden. Wurst, leichte Eier-Mehlspeise, etwas Käse, eine Tafel Kakao; von Hilfsmitteln seien beigefügt: eine Mullbinde, englisches Heftpflaster, einige Antipyrinpulver, eine Büchse Guajacol-Carbonat, Salicylsalbe, ein Fläschchen Opiumtinktur, Pfefferkuchen oder einige Strahl'sche Pillen. *Absteigend* halte man nie die Knie steif, sondern halb gebogen, „durchgedrückt“. Je höher man zu steigen hat, um so langsamer, bedächtiger fange man an, ruhe nicht zu oft aus. Am besten steigt man nachmittags in schattigem Wege hinauf, übernachtet auf oder nahe der Spitze, gehe früh bei Zeiten herab: so vergeudet man nicht in den heissen Tagstunden Kräfte und hat die klarste Umsicht. Ausnahmen werden freilich durch höchste Touren (Alpengipfel, Pyrenäen, Cordilleren, Himalaya) geboten. Ein Führer für den Mont Blanc wurde von seinem Reisenden erst durch Besteigen des Ararat, dann des Himalaya erzogen. Rucksack bequemste Provianttasche.

Schnee und Eis: Im ganzen kann man sich auf die Vorgefühle und Erfahrungen der Bewohner verlassen, wann Schneegestöber oder Tauwetter zu erwarten sei. Während bei mässigen Höhen der feste *Bergstock* hinreicht, um namentlich beim Abstiege ihn *hinter* sich schräg aufgestellt als Stütze gegen das Abgleiten zu benutzen, sind für Gletschertouren vonnöten: Steigeisen, Eispickel, Drahtseile, Schneebrille; *nie ohne Führer!* Tritt man in

eine *Spalte,* wie z. B. bei Neuschnee, so spreize man sofort die Ellbogen mit *quer* über dem Spalte gehaltenen Alpstocke! Stellt sich Hitze im Kopfe ein, so lege man ein zusammengefaltetes Taschentuch, von Zeit zu Zeit in frisches Wasser eingetaucht, über den Kopf. Vor dem kalten Trunke stets ein Stück Cake oder Zwieback essen und gleich darauf weiter gehen! Abends reibe man die Füsse, die *nicht warm* zu baden sind, mit Spiritus, dann mit Talg ein, ebenso früh nach kalter Abreibung — zunächst neue Strümpfe und leichte Schuhe. Gesicht mit lauer Milch oder Mandelkleie abwaschen, dann mit Reispulver gehörig einreiben — die Lippen mit Cold-Cream oder Traubenpomade.

Nach grosser Tour ist ein laues Bad Wohlthat. Nach der Rückkehr erfreut man sich an dem Gesehenen (Lämmergeier, Steinbock noch höchst selten in Europa; Gemse einzeln, auch in Rudeln durch Fernglas zu beobachten [1]). Murmeltiers Pfiff; Schneegans, -huhn und Hase, Alpfuchs; Luchs, Wolf, Bär nur gelegentlich. Der blaue „Alpenbock", blaue und rote Heuschrecken, bunte Falter. Herrliche Blumen, himmelblaue grosse und kleinste Enziane; Gent. *lutea,* purpurea etc. Bei Genf die stolze Kugeldistel (violett), am Jaufen und Mont-Blanc das zierliche Cirsium spinosissimum, seltene Moose und Farne (verzeichnet von Mr. Venance Payot in Chamonix.) Gleichwie sich jedoch Hochgebirgspflanzen schon auf mässigen, manchen Kranken näheren Höhen niedergelassen haben, so verdanken bereits viele Leidende Herstellung oder doch Kräftigung dem Aufenthalte in Gebirgswäldern Mitteldeutschlands. Das sächsische Erzgebirge, auslaufend im Osten in das Lausitzer, im Westen in die stattlichen Höhen des Voigtlandes mit ihren terpentinduftenden Kiefern und Tannen, birgt bereits mehrere *Luftheilorte.* Den naturgeschichtlichen Beweis liefern subalpine und alpine Gewächse, welche dem südlichen Höhenzuge schon auf seinem Nordabhange, namentlich aber auf den Gipfeln (Fichtelberg, Lausche, Brambach) eigen angehören. Nach L. Reichenbach's „Flora Saxonica" lassen sich 150 subalpine Phanerogamen und 5 alpine zusammenzählen für das Königreich Sachsen allein, nämlich 23 Spitzkeimer (einbegriffen 12 Orchideen, darunter 2 Erdschmarotzer); 10 blumenlose mit Betula nana; 48 mit einblättriger Blume (Erica carnea, Hieracium succisaefolium, [Melittis,] Swertia); 40 Kelchblütler (Saxifraga umbrosa); 29 Sielblütler.

---

[1]) Reinster Sternhimmel!

Durchaus zu verlangen ist, dass in den subalpinen Heilstätten, sofern sie wirken sollen, alle Tapeten, *wollenen* Vorhänge, Möbelüberzüge und Teppiche aus den mit Spucknäpfen zu versehenden Zimmern der Kurgäste entfernt werden.

Herr Professor Dr. **Simroth** sprach

über eine neue Familie von Landgastropoden.

Sitzung vom 3. Dezember 1901.

Herr Professor Dr. **Simroth** sprach

über Gebiete kontinuierlichen Lebens.

Herr **F. Stephani** sprach

über die geographische Verbreitung der Lebermoose.

Um eine solche Darstellung der geogr. Verbreitung in Anlehnung an die heutige Methode der Forschung auch für die Lebermoose zu geben, und zwar in erschöpfender Weise ist der Zeitpunkt zu früh gewählt; denn eine rationelle Durchforschung ist nicht einmal für Europa erfolgt und weite Gebiete wie Russland, die Balkanhalbinsel sind uns in dieser Hinsicht eine terra incognita; auch Italien und die Iberische Halbinsel lassen noch viel zu thun übrig; sehr sporadisch sind unsere Kenntnisse der aussereuropäischen Länder, und in dem hoch kultivierten Nord-Amerika hat sich bisher niemand gefunden, der eine regelmässige Erforschung in die Hand genommen und die Kenntnis der dortigen Lebermoose und deren Verbreitung gefördert hätte. Von dem aber, was wir in unseren Sammlungen an Lebermoosen besitzen, lässt sich auf die Verbreitung derselben nicht schliessen, da besonders die Universitäts-Herbarien sehr viele falsch bestimmte Pflanzen enthalten; man braucht auch nur einen Blick in die Synopsis Hepaticarum zu thun, um sich zu überzeugen, dass deren Verfasser — das Werk stammt aus dem Jahre 1844 — eine unglaublich naive Vorstellung von der Verbreitung der Arten hatten und dass sich unter den Standorten ein und derselben Art die Namen ganz heterogener Florengebiete befinden, so dass diese Ortsangaben von vornherein als irrtümlich dazu gestellte, auf falscher Bestimmung der Pflanzen

beruhende zu betrachten sind, was die Untersuchung in allen bisher geprüften Fällen bestätigt hat. Diese Untersuchungen harren aber meist noch ihrer Erledigung, und aus diesen Gründen ist es zur Zeit nicht möglich, ein zutreffendes einigermassen vollständiges Bild über die Verbreitung der Lebermoose zu gewinnen.

Dieselben sind aber für die pflanzengeographische Forschung von besonderem Werte, weil die Verbreitungsmittel derselben solche sind, die sie zwar auf beschränktem Gebiete erhalten, zu weiteren Wanderungen aber nicht befähigen; diese Verbreitungsmittel sind in erster Linie die Sporen; man hat früher angenommen, dass dieselben sehr leicht vom Winde fortgetragen werden und sich über ungeheure Meeresflächen hinweg an einem fremden Gestade ansiedeln können; einen Nachweis dieser Behauptung hat man aber bisher von keiner Seite erbracht, und es ist auch sehr unwahrscheinlich, dass die Lebermoose auf diese Weise eine ausgedehnte Verbreitung finden können; denn sie wachsen überall und auch in den Tropen an geschützten Orten, wo sie das ihnen erforderliche Mass von Feuchtigkeit finden, und wo eine heftige Bewegung des Luftmeers keinen Zutritt hat. Auch eine Verbreitung durch Treibholz ist völlig ausgeschlossen, weil die Sporen, nach vielfachen Versuchen, die ich in dieser Richtung angestellt habe, durch den Salzgehalt des Seewassers getötet werden; in den Kontrollversuchen waren die auf Erde und Rinde ausgesäten Sporen zur Entwicklung gekommen, die in 3 % Salzwasser aufbewahrten aber schon nach wenigen Tagen nicht mehr keimfähig. Die Keimkörner der Lebermoose (abgeschnürte Zellen an der Spitze der Blätter), die bei manchen Gattungen sich zu einem Thallusähnlichen Vorkeime entwickeln und andere Verbreitungsmittel wie Ausläufer u. s. w. kann ich in dieser Betrachtung übergehen, da sie noch mehr wie die entwickelten Pflanzen an die mit Feuchtigkeit geschwängerte Luft geschützter Orte gebunden sind.

Fehlt also den Lebermoosen, wie vielen anderen Cryptogamen, ein gutes und weitreichendes Verbreitungsmittel, so sind sie — mehr wie die Phanerogamen — ein vorzügliches Werkzeug zur Ermittelung oder Bestätigung pflanzengeographischer Fragen.

Um dieses durch einige Beispiele zu erhärten, möchte ich nur 2 neuerdings konstatierte Fälle vorführen. Eine englische Expedition nach Britisch Guyana bestieg daselbst den Berg Roraima und brachte von dieser Expedition und zwar vom Gipfel des Berges eine Anzahl Lebermoose mit, welche bisher nur in den Anden von Peru gefunden

worden waren; da es Hochgebirgspflanzen sind und eine montane Verbindung der Gebirge von Guyana mit den Anden nicht existiert, so muss doch jedenfalls früher eine solche Brücke bestanden haben, denn eine Verbreitung durch Sporen über dieses ungeheure meist mit Steppen besetzte Gebiet, in dem Lebermoose überhaupt nicht existieren können, ist ganz undenkbar; aber auch die Gebirge von Venezuela sind als Verbindungsbrücke ausgeschlossen, da sie für alpine Arten viel zu niedrig sind — was in den Tropen von ganz anderer Bedeutung ist als bei uns — und auch durch die ausgedehnten Niederungen des Orinokothales von den Gebirgen Guyanas getrennt werden.

Ein anderer Fall betrifft ein Lebermoos, welches von Spruce in den Anden gesammelt wurde und sich offenbar, dieser langen Gebirgskette folgend, verbreitet hat, denn es findet sich auch im südlichen Chile und in Fuegia, ein Wanderungsgebiet, das uns auch von anderen andinen Pflanzen bekannt ist, welche das alpine Klima unter dem Äquator in den höheren Breiten Chiles wieder gefunden haben; diese Pflanze hat ein französischer Offizier bei der Besteigung eines hohen Berges auf der Insel St. Johanna bei Madagaskar wiedergefunden; und da es Merkmale hat, die es leicht von anderen unterscheiden, kann über die Identität der Pflanze kein Zweifel sein; erinnern wir uns, dass es gänzlich undenkbar ist, dass die Sporen dieser Pflanze dieselbe nach genannter Insel verbreitet haben könnten, so finden wir durch diesen interessanten Fund die anderwärts bereits ausgesprochene Annahme, dass zwischen Afrika und Amerika, also mit Australien als Mittelglied, früher ein Kontinent existiert haben muss, welcher die Wanderung der Pflanze ermöglichte.

Welches Alter hat aber dann diese Art, und welche Schlüsse kann man daraus für die Variabilität der Arten ziehen?

Sie sehen, dass die Festlegung der geographischen Verbreitung so niedrig stehender Pflanzen wie die Lebermoose es sind. ein besonderes Interesse hat und geeignete Momente bieten kann, pflanzengeographische Fragen zu lösen.

Gehe ich nach diesen allgemeinen Betrachtungen auf ein spezielles Gebiet über, so muss ich mich aus früher angegebenen Gründen auf die europäische Lebermoosflora beschränken, da sie allein in annähernd genügender Weise auf sicheren Füssen steht, und ich greife, innerhalb dieses Gebietes mich haltend, zwei Momente heraus, welche ein besonderes allgemeines Interesse in Anspruch nehmen. Das ist zunächst der botanisch hervorragend interessante

südwestliche Teil von Irland und die Umgebung des Ortes Killarney; hier finden wir eine Ansammlung von Pflanzen, in einem Klima, das von der Einwirkung des Golfstroms zu einem sehr milden gemacht wird, die sich nirgends auf der Erde wiederfinden und in ihrer Mehrzahl südamerikanischen Arten nahe stehen; wir haben hier offenbar eine Relictenflora in optima forma vor uns; einzelne Arten finden sich zwar auch in den Pyrenäen, in den Gebirgen Portugals und auf den Azoren wieder, was auf eine Zeit zurückführt, in welcher die britischen Inseln mit dem Kontinent noch in Landverbindung standen; die Mehrzahl fraglicher Pflanzen sind aber der Umgegend Killarneys allein angehörig. Spruce hat diese Frage, die mich in lebhaften Meinungsaustausch mit ihm brachte, später im Journal of Botany Vol. 25. 1887, eingehend behandelt.

Neuerdings las ich zu meinem Erstaunen, dass die Einwirkung des Golfstroms auf das europäische Klima „ein Märchen" genannt wird. — Dass diese Behauptung nicht zutrifft, kann jeder Botaniker bestätigen, der die Verbreitung der Arten in England und Skandinavien studiert hat. Lediglich dieser warmen kontinuierlich strömenden Wassermasse verdanken wir die Erhaltung dieser jedenfalls uralten Arten, die so wunderbar gebaut sind, so ganz fremdartig unter den modernen Genossen dastehen, dass sie das Erstaunen und die Bewunderung jedes Fachmannes erregen.

Diese Relictenflora Killarneys führt mich zu der Betrachtung unserer gesamten europäischen Lebermoosflora. Der eigentliche Typus unserer europäischen Arten, die übrigens auch im nördlichen Asien und Amerika eine weite Verbreitung haben, sind die kleinen kriechenden Pflanzen, mit treppenartig gestellten ganzrandigen oder zweispitzigen Blättern; sie sind dem Erdreich dicht anliegend und mit zahlreichen Rhizoiden angeheftet; diese Art des Wachstums, das feuchte doch nicht tiefschattige Lagen voraussetzt, findet man nur in der nördlichen gemässigten Zone ermöglicht; diese Pflanzen sind offenbar hier entstanden und deshalb in zahlreichen Arten vorhanden. Ähnliche finden sich erst im antarctischen Gebiet (Chile und Patagonien, Tasmanien) wieder, ein Beweis, dass ähnliche Vegetationsbedingungen ähnliche Formen erzeugen.

Betrachten wir aber einen anderen Teil unserer europ. Lebermoosflora, so finden wir eine ganze Anzahl Gattungen, die auffallender Weise nur mit einer oder wenigen Arten vertreten sind und zwar: *Trichocolea, Sendtnera, Chandonanthus, Anastrophyllum* mit je 1 Art, ferner: *Mastigobryum, Plagiochila, Lepidozia Caly-*

pogeia, Chiloscyphus, Radula mit je 2 Arten, endlich: *Frullania* und *Lejeunea* mit je 3 Arten.

Vergleichen wir diese Ziffern mit der Anzahl der überhaupt bekannten Arten jeder dieser Gattungen, so stellt sich das überraschende Resultat heraus, dass wir einerseits im tropischen Asien, andererseits im tropischen Amerika alle diese Gattungen mit vielen, oft mit hunderten von Arten vertreten finden und darunter nicht wenige, die unseren einheimischen Formen sehr nahe stehen. Man kann sich daher der Überzeugung nicht verschliessen, dass ein nicht geringer Teil unserer europ. Lebermoosflora hier nicht entstanden ist, dass diese Pflanzen vielmehr in einer weit zurückliegenden Epoche mit anderen zugewandert sind und mit der Änderung des Klimas als die anpassungsfähigsten unter der Schar der ausgestorbenen allein zurückgeblieben sind; anders lässt sich die auffallend geringe Artenzahl nicht erklären und dieser Teil unserer Flora ist daher auch eine Relictenflora zu nennen. Über deren weiteren Ursprung und über den Weg, den die Pflanzen zu ihrer Wanderung benutzten, ist aber zur Zeit keine Vermutung möglich und gerade die Gebiete des türkischen Reiches, Kleinasien und Persien sind, soweit es die Lebermoose betrifft, noch gänzlich unerforscht, andere, wie Syrien, Arabien, Ägypten haben einen wüstenartigen Charakter angenommen und werden uns gar keine Stütze in diesen Fragen sein können. Ich hoffe nach Vollendung der Species Hepaticarum weiteres Material beibringen zu können und wollte heute nur eine Anregung gegeben haben, mehr als bisher in unerforschten Gebieten zu sammeln, da die Lebermoose, ganz abgesehen von dem geographischen hier berührten Interesse, an und für sich eine ausserordentlich interessante, weil vielgestaltige, Gruppe von Pflanzen sind, deren Studium auch dem Laien manche genussreiche Stunde bereitet.

Sitzungsberichte

der

Naturforschenden Gesellschaft

zu Leipzig.

1902.

Sitzung vom 14. Januar 1902.

Herr Professor Dr. **Simroth** sprach

über Philomyciden und Arioniden.

In diesen Blättern wurde vor einigen Jahren auf einen japanischen Philomycus hingewiesen, der Mimicry nach Schlangen zeigt[1]). Inzwischen habe ich mich mit der Gattung weiter beschäftigt. Es ist mancherlei Material hinzugekommen, Prof. Ijima in Tokio hat mich nicht nur mit japanischen Formen versorgt, sondern auch — eine Folge des japanisch-chinesischen Krieges — mit solchen von Taiwan oder Formosa. Prof. Doederlein schulde ich einige, wenn auch ältere Stücke von den Liu-Kiu-Inseln, Herrn Fruhstorfer von einer früheren Reise den typischen Philomycus lineatus von Japan und von einer vorjährigen interessante neue Funde von Tonkin und verschiedenen japanischen Inseln, namentlich auch von Tsushima zwischen Japan und Korea. Ihnen allen danke ich aufs verbindlichste. Die Sarasin haben Philomycus von Celebes beschrieben in ihrem jüngst vollendeten Prachtwerk. Wenn mir nun auch im wesentlichen festländisches Material noch fehlt von China und Korea, und wenn auch die Stücke vom Amur, die mir aus den Petersburger Sammlungen vorlagen, sehr alt und schlecht konserviert waren, so reicht doch das Vorliegende immerhin aus, um über die Verbreitung, Differenzierung und Herkunft der Gruppe allgemeine Schlüsse zu ziehen, wobei ich namentlich durch eine vortreffliche, reiche Serie, die Ijima bei Tokio zusammenbrachte und die bis

[1]) Philomycus. Diese Sitzungsber. 1897/98. S. 30.

auf die jüngsten, eben aus dem Ei gekrochenen Stadien zurückgeht, aufs Beste unterstützt wurde.

Die inzwischen abgeschlossene Arbeit über die russische Nacktschneckenfauna hat dazu Gelegenheit geboten, mich wieder ausführlicher mit der verwandten Familie der Arioniden zu beschäftigen. Unter dem neuen Gesichtspunkte der Pendulationstheorie war es äusserst erwünscht, dass ich im Leipziger Zoologischen Museum ein Glas fand, das unter der Bezeichnung „Arion" einige von Gueinzius Anfang der vierziger Jahre des verflossenen Säculums gesammelte Stücke enthielt. Sie gehören in Wahrheit zu Oopelta und erlauben trotz dem Alter des Objektes die Feststellung einer Reihe interessanter Daten, welche Collinge[1]) in seiner eben erschienenen Arbeit über das gleiche Thema entgangen sind. So dürfte es an der Zeit sein, auch diese schwierige Familie in den Kreis der Betrachtung zu ziehen, zunächst in vorläufiger Skizze (die ausführliche Arbeit wird später in Tokio erscheinen).

Morphologische Übersicht der Gruppen.

Zunächst werden nur die altweltlichen Formen berücksichtigt.

Dem Äusseren nach gehören die Arioniden der alten Welt, welche die Gattung Anadenus und die enger zusammengehörigen Arion, Ariunculus, Geomalacus und die noch immer zweifelhafte Letourneuxia umfassen, mit Oopelta zusammen, Philomycus (Incillaria, Meghimatium, Tebennophorus), stehen weiter abseits. Die erste Gruppe, Arioniden—Oopelta, hat das feinkörnige Mantelschild unserer Arionen, mit dem Pneumostom auf der rechten Seite vor der Mitte, bei Philomycus reicht dieser Mantel bis ans Hinterende und seitlich bis zur Sohlenleiste, so dass nur die Nackenhaut von dem ganzen Integument der Seiten und des Rückens ausser oben dem Mantel übrig bleibt. Das Pneumostom, mit dem benachbarten After darunter und der Nierenöffnung darüber, liegt an gleicher Stelle, d. h. verhältnismässig ungleich weiter vorn. Der ganze Rücken wird also bei Philomycus vom Mantel bedeckt.

Die *Sohle* scheint überall wie bei Arion zu sein, sodass das mittlere Drittel allein locomotorisch wirkt, ohne indes von den Seiten durch Rinnen geschieden zu sein. Nur bei dem norwegischen Arion limacopus Westerlund soll eine solche Trennung vorhanden sein.

Die *Schalentasche* verhält sich recht verschieden. Bei Letour-

[1]) Collinge. On a further collection of South African slugs, with a check list of known species. Ann. of the South African museum 1901.

neuxia soll sie noch eine zusammenhängende Kalkplatte einschliessen, ähnlich ist es bei Anadeus. Oopelta hat darin, wie Arion, Kalkkrümel von verschiedener Grösse, die unter dem Mikroskope teils unregelmässig rundlich, teils als einfache oder in verschiedener Kombination in Zwillings-, Vierlingsstellung etc. zusammengewachsene Krystalle sich darstellen. Die unregelmässigen Stücke scheinen Calcosphärite zu sein, oder Krystalle, die von calcosphäritischer Struktur überwachsen sind.

Die grosse *Manteltasche* von Philomycus bei dem das Diaphragma bis zur Sohle reicht, ist stets ganz leer; höchstens findet man vorn etwas Gerinnsel (Blut, Schleim), niemals aber Kalk. Ebensowenig habe ich die geringste Spur einer Cochinplatte entdeckt. War nie eine Schale darin vorhanden oder ist sie resorbiert worden?

Die Antwort auf die naheliegende Frage ist schwer genug, namentlich deshalb, weil sich nur Befunde darboten, die einen ganz verschiedenen Weg andeuten.

Das kleinste Stück der Serie, die Ijima bei Tokio sammelte, von etwa 6 mm Länge, ist von allen übrigen Stücken durch einen scharfen Rückenkiel ausgezeichnet, der vom Hinterende beinahe bis an den Vorderrand des Mantels reicht. Es liegt nahe, anzunehmen, der Mantel sei in zwei Falten von den Seiten nach der Mitte zu heraufgewachsen, ähnlich wie es Sarasin's von Vaginula beschrieben[1]). Nur hätte man sich zu denken, dass diese Falten nicht als Wülste mit der Unterseite in die Rückenhaut übergingen, sondern eben als freie echte Falten nur am Rand ansässen. Ihre Verschmelzung in der Mitte würde die Manteltasche zum Abschluss bringen.

Dieser Vorstellung widersprechen zwei andere, nahezu erwachsene Stücke derselben Serie. Sie haben in der Decke der Manteltasche links vorn, etwa gegen das erste Drittel der Länge, ein Loch, aus dem bei dem einen Tier in der Kontraktion des Todes sogar der linke Lungenzipfel herausgequetscht war und als Bruchsack hervorsah. Das Loch ist bei dem einen herz-, bei dem anderen nierenförmig, also von annähernd derselben Form, dabei von gleicher Grösse. Seine Lage wechselt insofern, als es bei der einen Schnecke am oberen Rande der Stammbinde lag, bei der anderen ziemlich weit unter ihr. Seit wir durch Täuber[2]) wissen, dass eine Öffnung

---

[1]) P. u. F. Sarasin. Die Landmollusken von Celebes.

[2]) Täuber. Beiträge zur Morphologie der Stylommatophoren. Ann. Mus. zool. St. Petersburg V. 1900.

in der Manteldecke bei den Nacktschnecken die Regel bildet, ist wohl anzunehmen, dass wir bei Philomycus hier den letzten Rest der Schalenöffnung vor uns haben, was nothwendigerweise einen anderen Bildungsmodus bedingen würde, als den aus jenem jugendlichen Rückenkiele abgeleiteten. Ich bemerke dazu, dass es mir bei keinem anderen Stücke gelungen ist, an der gleichen Stelle mit der Lupe den feinsten Porus zu entdecken. Die Frage ist also nur durch künftige entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen zu beantworten.

Der *Verdauungsapparat*, an dem ich die Radula bisher vernachlässigt habe, ist überall nach dem Schema von Arion gebaut, insofern, als von den vier *Darmschenkeln* der erste der längste ist und die kleinere ungeteilte Leber hinten liegt. Nur bei Anadenus liegt der Übergang zwischen dem dritten und vierten Darmschenkel weiter hinten als der zwischen dem ersten und zweiten. Die Lebermündungen sind bei Philomycus am weitesten auseinander gerückt. Der erste Darmschenkel ist überall ein weiter cylindrischer Vormagen oder Kropf. Bei Philomycus reicht er bis an die Umbiegung in den zweiten Schenkel, ohne dass hier ein besonderer Magen abgesetzt wäre. Bei Oopelta ist umgekehrt die Abschnürung des muskulösen Magenstiefels am schärfsten.

Der *Kiefer* von Oopelta ist glatt mit Mittelzahn, die Gattung ist oxygnath; bei Arion ist er umgekehrt gerippt. Philomycus hält in dieser Beziehung die Mitte. Der Kiefer ist höher und schwach gerippt, hie und da lässt sich noch der Rest eines medianen Zahnes erkennen.

Niere und *Lunge* sind eigenartig genug und geben die besten Anhaltspunkte für die Beurteilung der Phylogenie.

Die Niere schliesst rings das Pericard ein bei Anadenus, den Arioniden s. s., Oopelta und den grössten Philomycusarten. Bei den kleinsten Species indessen hält sie sich fast nur rechts und lässt die linke Seite frei; bei den Mittelformen reichen Vorder- und Hinterende nach links herüber bis zur Berührung. Die allmähliche Umwachsung lässt sich also genau verfolgen.

Der *Ureter* entspringt bei Anadenus hinten und zieht in schwachem Bogen zum Nephrostom. Ähnlich scheint es bei Oopelta zu sein, nur dass er sich in seinem proximalen Teile enger an die Niere schmiegt und an ihr entlang läuft. Bei den übrigen entspringt er vorn an der Niere und geht erst an ihr nach hinten mit einem weiteren Abschnitt, um dann plötzlich wieder nach vorn umzubiegen

und ziemlich gestreckt zur Nierenöffnung zu verlaufen. Beide Schenkel liegen unmittelbar aneinander zum Unterschied von allen übrigen Stylommatophoren mit zwei Ureterschenkeln, die immer durch ein Lungenstück voneinander getrennt sind und nur hinten ineinander übergehen. Wie Pilsbry neuerdings den Ureterverlauf als Einteilungsgrund genommen und eine Anzahl Gruppennamen danach gebildet hat, so könnte man die Philomyciden und Arioniden zusammenfassen als *Klasturethra, Knicknieren.*

Allerdings wäre zu bemerken, dass logischerweise auch die Vaginuliden und Janelliden in diese Abteilung einzubeziehen wären; und mir scheint, dass dem nichts im Wege steht. Nur hat dann diese Gruppe einen verhältnismässig sehr grossen morphologischen Umfang, sie umfasst altertümliche Nacktschnecken, die zwar den Gehäuseschnecken schärfer gegenüberstehen als alle übrigen Nacktschnecken, untereinander aber wiederum grosse Verschiedenheiten zeigen.

Die *Lunge* beschränkt sich bei Oopelta auf die rechte Seite der Niere, bei den Arioniden greift sie mit einem rechten und linken Flügel ziemlich gleichmässig auf beide Seiten über. Bei Philomycus wird der linke Flügel viel grösser als der rechte, und sein Hinterende ragt als freier Blindsack weit in die Manteltasche hinein. Auch greift das Atemgewebe in dem Blindsack bis auf den Boden hinunter. — Zunächst entstand hier eine Schwierigkeit, wie man sich den Mechanismus der Atmung vorzustellen habe. Dass der Rücken, die Decke der Manteltasche nicht in Frage kommt, ergiebt sich aus den überall gleichen Umrissen dieser Körpergegend bei der verschiedenen Konservierung. Es zeigt sich, dass das Diaphragma in seinem vorderen Teile besonders muskulös ist und mit grosser Gewalt die Eingeweide vorn zusammenschnürt und nach unten drückt. Dadurch muss ein leerer Raum in der Manteltasche entstehen, den die Lunge natürlich ausfüllt. Die Expiration macht weiter keine Schwierigkeiten.

Der *Schlundring* variiert namentlich in Bezug auf die Länge der Cerebralkommissur. Sie verschwindet fast ganz bei Philomycus. Bemerkenswert ist, dass die Pedalganglien eine Gliederung erkennen lassen in eine Anzahl hintereinander liegender Kerne, wie bei Amalia. Namentlich zeigt es der kleinste, Phil. striatus, deutlich.

Die Komponenten des *Columellaris* entspringen überall getrennt, am weitesten treten sie bei Philomycus auseinander, wo die Tentakelretraktoren bis unmittelbar an die Sohlenkante hinuntergerückt

sind und der Pharynxretractor seinen Ursprung weit nach hinten verlegt.

Die *Geschlechtswerkzeuge* sind in ihrer allgemeinen Grundlage nicht weiter von dem Typus der Stylommatophoren verschieden, wohl aber sind die Endwege charakteristisch genug. Allen gemein scheint nur eine Art vorspringender Falte oder Ligula im Atrium, die aber bei der weiteren Gliederung bald mehr auf die weiblichen Wege übertritt, wie bei Arion, bald mehr auf einen abgegliederten Penis: Anadenus, Oopelta. Bei Anadenus ist sie striegelartig mit Dornzweigen bedeckt, wohl als Folge des Aufenthaltes im Hochgebirge, sonst fehlen alle harten Stimulationsmittel. Dass bei den Arioniden s. s. der Genitalretractor sich mit dem distalen Ende an die weiblichen Wege heftet, so dass bei Arion der Eileiter, bei Geomalacus der Ausführgang des Receptaculums, der Blasenstiel, als Copulationswerkzeug ausgestülpt wird, ist öfters erwähnt. Bei Anadenus ist's, wie gesagt, ein echter Penis, mit starker Auftreibung durch die Ligula. *Philomycus* hat folgende Verhältnisse:

Ein geräumiges Atrium, kolbig geschwollen und oben in ganzer Länge durch Muskeln an das Diaphragma geheftet, hat im Innern seiner linken, der Geschlechtsöffnung gegenüberliegenden Wand eine Faltenbildung, die zu einer sehr starken Ligula anschwellen kann. Sehr verschieden stark entwickelt, wird sie bei der Copula nach aussen vorgestreckt und dient wahrscheinlich als Reizorgen beim Vorspiel. Anatomisch bildet sie, wenn man das Atrium eröffnet hat, in den einfachsten Fällen eine Art Glans, denn der Penis öffnet sich gerade an ihrem Grunde von links her in's Atrium, und sie stellt eine Art von nicht geschlossenem Ringe um diese Öffnung dar. Der Penis ist ein derber Muskelschlund, cylindrisch oder birnförmig, der sich mit kurzem, derben Retractor über der linken Sohlenkante anheftet, unmittelbar neben dem linken Tentakelretractor. Proximal verschieden keulig geschwollen, mit wechselnden äusseren Umrissen und verschieden gewundenem Innenraum, wohl mit drüsigen Wänden um den Eintritt des Vas deferens, ist er im mittleren Abschnitt mit dichten Längsreihen parallelepipedischer Reizpapillen, die mit Conchin oder Chitin kräftig überzogen sind, ausgestattet. Der distale Abschnitt, oft durch einen Ringwulst mehr abgesetzt, hat unbewaffnete kräftige Falten. Am hinteren medialen Ende sitzt am Atrium der lange Blasenstiel an. Er zieht gerade nach hinten als eine dicke Keule, die sich nach vorn, distal, zuspitzt. Dieser lange Abschnitt hat innen starke, gebuchtete Längsfalten, und es schien mir einmal, als wenn zwischen ihnen Reste einer langen Spermatophore stäken.

Doch handelt sich's wohl nur um einen von den Wänden selbst abgeschiedenen Schleimwulst. Hinten wird der Blasenstiel plötzlich verengert. Dieser enge Teil, dem ein ziemlich kleines, kugelrundes Receptaculum ansitzt, macht mit demselben den Eindruck einer gewöhnlichen Samenblase mit ihrem Stiel; der weite, dickwandige Abschnitt scheint ein Novum zu sein, das bei der Copula eine besondere Aufgabe übernimmt; nur war über die Natur der Leistung aus der Anatomie keine Klarheit zu gewinnen, zumal ein besonderer Retractor, der auf Ausstülpung gedeutet hätte, vermisst wurde. Vermutlich dringt der Penis in ihn ein. Der enge Oviduct tritt nicht unmittelbar in das Atrium ein, sondern wendet sich seitlich gegen die untere Hälfte des dicken Blasenstielabschnittes.

Ganz besonders merkwürdig ist *Oopelta*. Der Oviduct, relativ weit, mündet ganz unten nahe dem Genitalporus in ein kurzes Atrium; ihm sitzt unten der enge Blasenstiel an, ohne jede Sonderheit. Der Penis ist das Auffallende. Er gabelt sich in zwei Hörner, ein kleineres und ein grösseres. Das kleinere ist die eigentliche Rute, in sie mündet das Vas deferens, an der Mündung fasst ein kräftiger, langer Penisretractor an. Über die Mündung greift, verborgen genug, ein kurzes Flagellum hinaus. Das grössere Horn, das proximal blind endet, besteht aus zwei hintereinanderliegenden Abschnitten. Das Blindende ist eine Art Pfeildrüse, ein Cylinder mit dicker muskulöser Wandung, hauptsächlich aus Ringfasern, mit ganz engen Lumen, das wieder durch Längsfalten verengert ist. Dieser Muskelcylinder mit seinem Centralkanal streckt eine freie Papille in das Innere des grossen Horns, die vom Hintergrunde hereinragt, ähnlich also, wie eine Pfeilpapille in das Lumen eines Sackes bei Parmarion oder Urocyclus. Der Gedanke, dass der Cylinder temporär einen Liebespfeil absondert, scheint nahezuliegen, dürfte aber gleichwohl nicht stichhaltig sein, da sich gar keine Drüsenzellen wahrnehmen lassen; sie müssten denn bei der langen Konservierung zur Unkenntlichkeit geschrumpft sein. Unterhalb der Papille springt aus der Wand des grossen Horns eine weite Falte oder Ligula vor. Bei einem Exemplar mit ausgestülpten Organen legt sie sich als ein freies Blatt um die hervortretende Papille, ähnlich wie die Spatha eines Arum um den Blütenkolben. An der Basis dieser Spatha erhebt sich noch ein besonderer stumpfer Kegel, auf dem das Receptaculum mündet, also der eigentliche, herausgestülpte Penis. Am eigenartigsten ist eine Rinne auf der Innenseite der Spatha, der Papille zugekehrt. Sie beginnt plötzlich,

ein Stück von der Mündung des Vas deferens entfernt; dann zieht sie sich gegen die Basis der Papille, ohne an ihr hinaufzuklettern. Ihre Ränder sind als freie Wülste erhoben. Sie macht ganz den Eindruck einer Samenrinne; nur begreift man nicht, was in dieser Rinne entlang geleitet werden soll, da sie weder mit dem einen noch mit dem anderen Ende in eine Öffnung übergeht. Collinge hat sie übersehen. Ihre Bedeutung in der jetzigen Ausdehnung ist vollkommen rätselhaft. Wahrscheinlich ist sie der partielle Rest des Samenleiters. Das Nähere siehe unten.

Einen Epiphallus, also den Einschluss des Sperma in eine Spermatophore, scheinen nur die eigentlichen Arioniden zu haben.

Die neotropischen Arioniden.

Die wesentlichen Dinge sind folgende:

Nach der Darstellung von Pilsbry und Vanatta[1]) existieren in Amerika noch die Gehäuseschnecken, welche die Arioniden mit den Endodontiden verbinden: Binneya und Hemphillia. Die Schale wird halb vom Mantel überdeckt.

Der Darm ist durchweg nach dem Schema von Anadenus gebaut, der Übergang zwischen d_1 und d_2 liegt vor dem zwischen d_3 und d_4.

Die *Genitalien* sind nach verschiedenem Typus gebaut, am besten unterscheidet man wohl einen dreifachen:

a) Der Samenleiter, zu einem dünnen langen Epiphallus geworden, tritt distal durch eine Muskelspindel von gleicher Struktur wie der isolierte Apparat von Oopelta; so bei Prophysaon.

b) Es ist ein echter Penis vorhanden, ähnlich dem von Anadenus; so bei Ariolimax.

c) Der Penis fehlt, die Copula wird vom Atrium ausgeführt, entsprechend Arion; so bei Aphallarion.

Der Typus a scheint Licht zu werfen auf die Verhältnisse von Oopelta. Es liegt wohl nahe, anzunehmen, dass die Rille ursprünglich als Kanal vom Vas deferens weiterführte bis zum Lumen des Muskelcylinders, dass also der Cylinder ebenso das distale Ende des Samenleiters darstellt, wie bei Prophysaon. Wie bei diesem der Penisretractor fehlt, der Muskelcylinder also nicht als Penis

---

[1]) Pilsbry. Phylogeny of Arionidae. Proc. Malac. Soc. London III 1898.

[2]) Pilsbry and Vanatta. Revision of the north american slugs: Binneya, Hemphillia, Hesperarion, Prophysaon and Anadenulus. Proc. Ac. nat. sc. Philadelphia 1898.

hervortreten konnte, so musste es wohl ursprünglich auch bei Oopelta sein. In weiterer Ausbildung aber drängten sich die männlichen Teile stärker vor, der Samenleiter öffnete sich weiter proximal und erwarb hier eine besondere Penisbildung mit einem Retractor, also zum Ausstülpen und Retrahieren. Der distal davon gelegene Teil des Samenleiters verlor seinen Charakter als Kanal und wurde zur offnen Rinne, von der nur die genauste und wiederholte Beobachtung der Copula in der Natur wird Aufschluss geben können, ob sie noch in irgend einer Weise (mit Funktionswechsel?) fungiert und wie. Dass der Muskelcylinder jetzt für sich eine besondere Aufgabe übernommen hat, wahrscheinlich beim Vorspiel, oder doch auch bei der Begattung selbst, ist wohl nicht von der Hand zu weisen, nur ist sie so wenig präcisierbar als die Bedeutung, welche der Muskelcylinder als unterstes Ende des Epiphallus bei Prophysaon hat, also in der ursprünglichen Lage. Nur das scheint deutlich, dass die morphologischen Verhältnisse von Oopelta sich am einfachsten und wohl allein aus denen von Prophysaon erklären lassen. — Nebenbei sei bemerkt, dass das Hervorgehen der Rinne aus dem geschlossenen Samenleiter ein paralleles Licht wirft auf die Entstehung der äusseren Samenrinnen der Prosobranchien und Tectibranchien, d. h. dass auch diese äusseren Rinnen nicht die Vorläufer geschlossner Röhren sind, sondern deren Rückbildungen im Wasser. Onchidium hat sogar noch die doppelte Leitung für Copula unter Wasser und auf dem Lande, seiner Lebensweise gemäss, einen inneren Samenleiter und aussen, parall dazu, eine Samenrinne.

Anadenus entspricht in seinem Penis etwa der Gruppe b, also Ariolimax, wozu auch Anadenulus zu rechnen sein wird.

Arion entspricht wohl der Gruppe c, also Aphallarion, d. h. der Epiphallus ist dicker geworden, wird aber nicht weiter zum Penis entwickelt, sondern dessen Funktionen werden dem Atrium übertragen. Es ist wohl anzunehmen, dass diese Form hervorgegangen ist aus der Gruppe a, d. h. dass mit der Erweiterung des Kanales, welcher die Spermatophore bildet, auch der Muskelcylinder oder die Muskelspindel als solche verloren gegangen ist, dass sich vielmehr ihre Muskulatur auf die Wand des vergrösserten Epiphallus verteilt hat. Und es wäre die Aufgabe des ursprünglichen Muskelcylinders vermutlich die, die ganz feine und lange Spermatophore nach aussen zu befördern, wahrscheinlich, indem die radiären Muskelbündel eine Saugwirkung ausüben.

Über die Pigmententwicklung und die Artbildung bei dem asiatischen Philomycus.

Von Java bis Japan zieht sich, so weit sie mir vorliegt, eine Kette von Arten hin, die ständig an Grösse zunehmen und bestimmten Färbungsgesetzen folgen. Die feineren Unterschiede liegen teils in dem Verhältnis der Pallialorgane, so dass die Kette mit offener Niere anhebt und mit geschlossener endet, teils in den Reizpapillen und der proximalen Anschwellung des Penis, teils in Grösse und Form der Ligula; auf diese und andere geringere Differenzen soll in dieser vorläufigen Mitteilung nicht eingegangen werden. Ich gebe zunächst die Aufzählung.

1. *Philomycus striatus van Hasselt.* Java.

Diese alte kleine Form ist weisslich mit fünf schwarzen Längsstreifen. Ich nenne sie die Mittelbinde, die beiden Stammbinden und die beiden äusseren Binden.

2. Hier schliessen sich die *Sarasin'schen Formen von Celebes* an. Die eine scheint dieselbe Art zu sein, die andere hat verbreiterte Binden.

3. *Philomycus balius* n. sp. Tonkin. Fruhstorfer leg.

Eine etwas grössere Form, auf weisslichem Grunde auffallend braun gescheckt. Die Stammbinde ist derb und unregelmässig, die äussere ist verschwunden. Von der Mittellinie des Rückens strahlen derbe braune Streifen schräg nach vorn und aussen. Sie werden nach aussen schmäler und verschwinden oft schon, längst ehe sie die Stammbinde erreichen. Sie können ganz asymmetrisch von der als haarscharfe Linie markierten Mitte des Rückens ausgehen, sie können auch über diese hinweggreifen. Dann entsteht ein Zickzackband auf dem Rücken, dessen Schenkel abwechselnd rechts und links ein Stück weit nach vorn verlängert sind. Die äussere Binde ist in Flecken aufgelöst, nur vorn noch etwas zusammenhängend.

4. *Philomycus tonkinensis* n. sp. Tonkin. Fruhstorfer leg.

Etwas kleiner als die vorige Form. Der Grund ist ockerig. Auf dem Rücken ein Zickzackband, feiner als bei der vorigen. Die Stammbinde ist scharf, von ihr reicht eine Zeichnung nach unten verschwommen bis zur Sohle. Auch in diesem äusseren Felde lassen sich braune Zeichnungen wahrnehmen aus gekreuzten Schrägstreifen.

5. *Philomycus taiwanensis* n. sp. Formosa. Ijima leg.

Die Jugendformen, bis ziemlich zum erwachsenen Zustande sind, auf grauem Grunde, schwarzstreifig; wie Phil. striatus; doch sind die Binden nicht mehr ganz zusammenhängend, sondern ein wenig in Flecke aufgelöst. Auch ist die äussere Binde verschwunden bis auf eine Andeutung am Vorderende. Die erwachsenen gleichen No. 7.

6. *Philomycus Doederleini* n. sp. Liu-kiu-Inseln. Doederlein leg.

Eine grosse, robuste Form, bei der leider die Zeichnung allmählich vollkommen gebleicht war. Ich muss daher zu einem anderen Kriterium meine Zuflucht nehmen und bemerke, dass die Ligula vor der Penismündung einen völligen Ring bildet, der nur an einer Seite unterbrochen ist, als wenn man einen Ring mit der Schere an einer Stelle durchschneidet.

7. *Philomycus bilineatus?* Auf den japanischen Inseln verbreitet. Nur die kleinsten haben noch die Mittelbinde und die Stammbinden aus schwarzen Punktreihen gebildet. In den Feldern zwischen ihnen tauchen ebenfalls scharfe schwarze Punkte auf. Nachher erscheinen dieselben Binden als graue Streifen. Die Felder dazwischen haben verwaschene Flecken. Die Stammbinde ist nach aussen weniger scharf. Das Feld bis zur Sohle ist gedunkelt, ebenfalls mit verwaschenen Flecken. Vorn lässt sich bisweilen noch ein verschwommener Rest der äusseren Binde erkennen.

Ohne Vergleichsmaterial von China und vom Amurlande lässt sich nicht entscheiden, ob wir hier wirklich den Phil. bilineatus vor uns haben. Vermutlich ist's eine neue Art.

8. *Philomycus melachloros* n. sp. Tsu-shima zwischen Japan und Korea. Fruhstorfer leg.

Eine grosse Schnecke mit dunkel ockerig-braunem Grunde und tiefschwarzer Zeichnung, alles sehr dunkel. Die breite, schwarze Stammbinde klingt nach unten in schwarzen Flecken ab, die den Raum bis zur Sohle fast ausfüllen. Auf dem Rücken hinten schwarze divergierende Streifen wie bei Phil. balius, vorn mehr in dichte, unregelmässige Punkte aufgelöst.

9. *Philomycus viperinus* n. sp. Japan. Ijima leg. Bei der grössten Form, braun gezeichnet auf ockerigem Grunde, klingt die breite Stammbinde unregelmässig nach unten ab. Die Mittelbinde hat sich verdoppelt, sie besteht in der Jugend aus zwei durchbrochnen Längslinien, die nachher ein braunes Würfelband einschliessen, wie bei der Kreuzotter. Der Raum zwischen den Stammbinden ist in der Jugend durch unregelmässige braune gekrümmte, nach

hinten konvexe Querstreifen ausgefüllt, die später in wolkige Flecke übergehen zwischen dem Band und den Stammbinden. — —

Das *Pigment* ist ursprünglich nicht epithelial, sondern entstammt dem Innern.

Bei Phil. striatus greifen die schwarzen Streifen durch die ganze Cutis hindurch, bei allen übrigen liegt es oberflächlich im Epithel, bez. zwischen dessen Zellen.

Bei Phil. balius ist der braune Farbstoff der Haut auch im Innern verbreitet, aber in einem ganz bestimmten Bezirk, nämlich *in dem vorderen Blutraum, aus dem nach Plate's Untersuchungen an Chiton*[1]) *die Visceralarterie entstanden ist.* Es findet sich demnach am Hirn, in den Wänden der vorderen Visceralarterie und deren Verzweigungen, sowie an den Fühlern.

In den schwarzen Streifen von Phil. striatus scheinen eigentümliche Drüsen zu liegen, es dürften *Giftdrüsen* oder Ekeldrüsen sein, wie sie Plate von einer schwarzen Vaginula von Chile beschrieben hat.

Sehr bemerkenswert ist die *schräge Kreuzstreifung* verschiedener Arten. Sie dürfte sich nur noch bei Atopos wiederfinden. Sie scheint also eine Eigentümlichkeit des Ostpoles zu sein, der so viele Besonderheiten hat.

Phylogenie und Verbreitung.

Auf die bisherigen Annahmen gehe ich nicht ein. Klarheit scheint nur die neue Pendulations- oder Schwingpoltheorie zu bringen. Da zeigt sich folgendes[2]).

Die östlichen Philomycus sind vom Ostpol in einem nordöstlichen Bogen verbreitet, genau so die amerikanischen von Texas und Carolina, durch die Oststaaten bis Canada.

Die östlichen Arioniden gehen vom Ostpol sämtlich nach Westen, die amerikanischen halten sich sämtlich an der Westküste, Californien, Idaho, Oregon, Washington, Columbien.

Die Parallele kann nicht schärfer sein.

Wie aber Anadenus von Westchina (Mu-ping) durch den Himalaya geht, so entstehen die amerikanischen Parallelformen in Californien.

---

[1]) Plate. Die Anatomie und Phylogenie der Chitonen. Zool. Jahrb. 1887. 1899 und 1901.

[2]) Simroth. Die wahre Bedeutung der Erde in der Biologie. Ann. der Naturphilos. 1902.

Die beschalten Formen, welche die amerikanischen Arioniden mit den Eudodontiden verbinden, leben teils zwischen ihnen, Hemphillia in Idaho und Oregon, teils auf der Zwischenstrecke zum Westpol, Binneya auf Guadeloupe. Und da ist es besonder interessant, dass diese Gattung auch den beschalten Urformen am nächsten stehen soll.

Höchst auffallend ist die Lücke, die zwischen Anadenus im Himalaya und Arion, von Siebenbürgen an, klafft. Entweder müssen die fehlenden Formen noch in den Zwischengebirgen gefunden werden oder sie sind durch die Trocknis, welcher diese Gebiete bei den Schwankungen der Erdachse ausgesetzt waren, ausgelöscht. Dasselbe gilt für die Formen, welche Oopelta über Lemurien hinweg mit dem Ostpol verbanden.

Die Entstehung dürfte die folgende sein.

Philomycus, ohne jede nachweisbare morphologische Beziehung zu den beschalten Stylommatophoren, dürfte die ältere Gruppe sein, über die zunächst nichts weiter auszumachen ist. Das stimmt zu dem Gesetz, dass nach Osten zu sich hauptsächlich die altertümlicheren Tiere halten, wahrscheinlich weil die nach Westen gewanderten durch die grösseren Landmassen zu höherer Entwicklung angeregt wurden.

Die Arioniden sind im Westen und Osten verschieden genug, dass man sie nicht aufeinander im einzelnen zu beziehen braucht. Das Gemeinsame ist bloss der gemeinsame Ausgangspunkt, die Endodontiden, wenn anders die Pilsbry'schen Erörterungen über diese Frage zu Recht bestehen. Im übrigen beruhen sie auf Parallelschöpfung.

Aus demselben Stamm haben sich nun im Westen und Osten unter gleicher geographischer Lage entsprechende Formen gebildet, Anadenus und seine Parallele in Westchina und Californien, weiterhin die Arioniden; in besonderer Linie Oopelta.

Wie aber die hauptsächliche Landtierschöpfung vom Ostpol ausging, so dürften sich auch die östlichen Formen, zugleich entsprechend ihrer viel grösseren Ausbreitung, eher entwickelt haben. Sie haben ihre letzte und höchste Ausbildung in und seit der Eiszeit gefunden, wo unter dem Schwingungskreis das Maximum der Differenzierung eingetreten ist, Arion limacopus, die massenhaften westeuropäischen Arionen und Letourneuxien, Geomalacus und Ariunculus. Wie weit die Schöpfung zurückgeht, etwa im Alpengebiet, bleibt noch unsicher, man wird über das Tertiär zurückgreifen müssen.

Die amerikanischen Formen dürften ihre erste Ausbildung, mindestens ihre generische Differenzierung während unserer Eiszeit genommen haben, als die amerikanische Westküste mit dem Äquator einen spitzeren Winkel bildete. Nach dieser Epoche, also von der Eiszeit bis jetzt, wo die Küste sich wieder aufrichtet, dürfte die feinere Differenzierung der Arten mit der stärkeren Differenzierung des Klimas ihrer Wohnorte parallel vor sich gegangen sein.

Interessant ist's wieder, dass Oopelta, die in Südafrika unter dem Schwingungskreis die stärksten Schwankungen durchgemacht hat, auch die weitgehendste morphologische Gliederung aufweist.

Die amerikanische Arionidenschöpfung ist jünger, wie die Erhaltung der beschalten Vorläufer beweist, wie denn überhaupt die Westhälfte immer später kommt als die Osthälfte, entsprechend dem Ostpol als dem wichtigsten Herde des Lebens, von dem aus die ersten Formen immer nach dem Westpol wandern mussten, um unter gleicher solarer Lage hier die parallele Entwicklung zu durchlaufen. Wahrscheinlich gliederten sich die amerikanischen Formen erst während unserer Eiszeit, als die amerikanische Westküste dem Äquator näher lag, und die Gliederung dauert seit dieser Zeit an, mit der fortschreitenden Änderung des Klimas an dieser Küst bei ihrer immer stärkeren Aufrichtung.

Sitzung vom 4. Februar 1902.

Herr Prof. Dr. **Simroth** sprach
über die Entstehung der Wirbeltiere.

Herr **Reichelt** sprach
über neue Diatomeenlager.

Herr Dr. **R. Schmidt** sprach
über ein für Mitteleuropa neues Lebermoos.

Sitzung vom 4. März 1902.

Herr Prof. Dr. **Simroth** sprach
über Mitose und Fortpflanzung.

Öffentliche Sitzung vom 14. März 1902.

Herr Dr. **R. Möbusz** sprach
über die psychischen Fähigkeiten der Ameisen.

Sitzung vom 6. Mai 1902.

Herr Prof. Dr. **Simroth** sprach
über die Entstehung der Weichtiere.

Sitzung vom 3. Juni 1902.

Herr **R. Schlegel** sprach
über den Brutparasitismus des Kuckucks.

Herr Dr. **R. Schmidt** sprach
über die beiden grossen Sammelwerke „Das Pflanzenreich“ und „Das Tierreich“.

Herr Prof. Dr. **Felix** sprach
über Girvanella problematica Nich & Eth.
und Sphaerocodium Bornemanni Rothpl.

Sitzung vom 1. Juli 1902.

Herr Dr. **O. Pazschke** sprach
über den Pilz Corticeps.

Herr Prof. Dr. **J. Felix** sprach
über tertiäre und posttertiäre Korallenriffe in Ägypten.

Sitzung vom 4. November 1902.

Herr Prof. Dr. **H. Simroth** sprach
über tierbiologische Beobachtungen aus den Alpen,
besonders über einige neue Beispiele von Mimicry.

Herr Dr. **R. Schmidt** hielt seinen ersten Vortrag
über Gallenbildungen und deren geographische Verbreitung,
speziell in Tirol.
(Referat unter der Sitzung vom 2. Dezember.)

Sitzung vom 2. Dezember 1902.

Herr Dr. **R. Schmidt** gab die Fortsetzung seines Vortrages
über Gallenbildungen und deren geographische Verbreitung,
speziell in Tirol.

Herr **H. Reichelt** legte vor und besprach die letzte Lieferung von
A. Schmidts Atlas der Diatomeenkunde.

Herr **P. Ehrmann** sprach
über die Schneckenfauna des Tanganyikasees.

Dr. Richard Schmidt,

Tiroler Zoocecidien.

Ein Beitrag zur Kenntnis ihrer geographischen Verbreitung.

Auf botanischen Ausflügen in die Umgegend von Bozen und auf die Seiser Alp habe ich in den letzten drei Jahren auch den durch Tiere verursachten Gallbildungen einige Aufmerksamkeit geschenkt und gedenke dies auch künftig auf Alpenreisen zu tun, zumal da ich in diesem Jahre in der nächsten Nähe Bozens handgreiflich erfahren habe, wie eine botanisch vorzüglich bekannte Gegend cecidiologisch recht ungenügend durchforscht sein kann. Waren doch hier so auffällige Gallbildungen wie die von *Pemphigus semilunarius* und *P. vesicarius* den Blicken entgangen.

Eine äußerst sorgfältige und schätzenswerte Zusammenstellung der bisher aus Tirol bekannten Zoocecidien verdanken wir dem Prof. v. Dalla Torre*). Das nachfolgende Verzeichnis ist als Ergänzung dazu gedacht und schließt sich deshalb auch in Anlage und Gliederung engstens an jene Arbeit an. Es sind nur solche Gallenvorkommnisse aufgenommen worden, die sich für eine bestimmte Örtlichkeit bei v. Dalla Torre noch nicht angegeben finden. In anderer Hinsicht ist jede Reduktion unterblieben, und es ist darum selbstverständlich, daß meine Liste eine Reihe von Gallen weitester Verbreitung enthält. Doch möchte ich andererseits hier

*) Ber. naturw.-med. Verein Innsbruck XX (1892), 90—172; XXI (1894), 1—24; XXII (1896), 135—165. Neuere Litteratur ist mir nicht zu Gesicht gekommen.

in aller Kürze auf verschiedene Neuheiten hinweisen, die bei v. Dalla Torre noch fehlen.

Was die Milbengallen betrifft, so nenne ich das *Phyllerium Celtidis* Mass. auf *Celtis australis*, die Rindengalle auf *Cotoneaster integerrimus*, die Blätterschöpfe auf *Geranium sanguineum*, ferner die Blattpocken auf *Sorbus torminalis*, die als *Legnon crispum* bekannte Randrollung auf *Tilia ulmifolia**) und die durch *Eriophyes populi* verursachten Knospenwucherungen am Stamme der Schwarzpappel.

Unter den Hemipterocecidien ist anzuführen die Triebspitzendeformation des Perückenstrauches, die durch *Pemphigus nidificus* hervorgerufenen Blätterschöpfe an der Esche, die Blattgallen des *Pemphigus follicularius* und *P. semilunarius* an *Pistacia Terebinthus*, die des *P. vesicarius* an der Schwarzpappel und die der *Tetraneura rubra* an der Feldrüster.

Von den Mückengallen sind zu erwähnen die durch *Oligotrophus panteli* erzeugten, aus drei (bis vier) Blattwirteln hervorgegangenen Kiekbeeren des Wachholders, die Blattrandrollung der *Macrodiplosis volvens* auf der Stieleiche und die flachen Blasengallen des *Oligotrophus hartigi* auf Lindenblättern.

In dem folgenden alphabetisch nach den Nährpflanzen geordneten Verzeichnisse bedeutet H Hieronymus, Beiträge zur Kenntnis der europ. Zoocecidien. Breslau 1890 (zugleich Ergänzungsheft z. 68. Jahresber. schles. Ges. für vaterl. Kultur); Sch v. Schlechtendal, Die Gallbildungen (Zoocecidien) der deutschen Gefäßpflanzen im Jahresber. d. Ver. f. Naturk. Zwickau 1890; mit 2 Nachträgen, ibid. 1891 und 1895; DH Darboux et Houard, Catalogue systématique des zoocécidies de l'Europe et du bassin méditerranéen. Paris 1901 (Bull. scient. de la France et de la Belgique XXXIV bis).

Acer campestre L.

Phytoptocecidium: Cephaloneon myriadeum Bremi, erzeugt von *Eriophyes macrorrhynchus* Nal. — H 15. Sch 561. DH 31. — Rentsch bei Bozen, 3. Juli 02.

Acer Pseudoplatanus L.

Phytoptocecidium: Erineum acerinum Pers. — H 21. Sch 577. DH 78. — Gröden: bei St. Ulrich, 15. Juli 00.

---

*) Diese in Deutschland überall vorkommende Galle dürfte wohl in Tirol nur durch Zufall bis jetzt unbemerkt geblieben sein.

Aegopodium Podagraria L.

Hemipterocecidium: kleine Blattbuckel, erzeugt von *Trioza aegopodii* F. Löw. — H 289. Sch 607. DH 140. — Seis, 4. Juli 02.

Alnus glutinosa Gaertn.

Phytoptocecidium: a) Cephaloneon pustulatum Bremi, erzeugt durch *Eriophyes laevis* Nal. — H 31. Sch 87. DH 186. — Haslacher Wald bei Bozen, 2. Juli 02.

b) Nervenwinkelausstülpung mit Erineum, erzeugt durch *Eriophyes nalepai* Fockeu. — H 30. Sch 86. DH 189. — Haslacher Wald bei Bozen, 2. Juli 02.

c) Erineum alneum Pers., erzeugt von *Eriophyes brevitarsus* Fockeu. — H 29. Sch 88. DH 190. — Haslacher Wald bei Bozen, 2. Juli 02.

Alnus incana DC.

Phytoptocecidium: a) Cephaloneon pustulatum Bremi, erzeugt durch *Eriophyes laevis* Nal. — H 33. Sch 93. DH 196. — Gröden: Pufelsschlucht, 5. Juli 00; bei Ratzes, 4. Juli 02.

b) Erineum alnigenum DC., erzeugt von *Eriophyes brevitarsus* Fockeu. — H 32. Sch 91 DH 197. — Gröden: Pufelsschlucht zusammen mit dem Cephaloneon, 5. Juli 00; bei Seis, 4. Juli 02.

Alnus viridis DC.

Phytoptocecidium. a) Nervenwinkelausstülpung, unterseits mit Erineum, erzeugt von *Eriophyes nalepai* Fockeu? — Sch 966. DH 203. — Am Schlern, 10. Juli 02.

b) Erineum purpureum DC., erzeugt durch *Eriophyes brevitarsus* Fockeu? — H 34. Sch 96a. DH 205. — Gröden: bei St. Ulrich, 2. Juli 00.

Atragene alpina L.

Phytoptocecidium: Blattrandrollung und Aussackung der Spreite neben dem Mittelnerven. — H 48. Sch 1214. DH 887. — Am Grödner Joch, 10. Juli 00; Seiser Alp, 15. Juli 02.

Celtis australis L.

Phytoptocecidium: lichtgrüne, oft zusammenfließende Blattbuckel, unterseits mit weißlichen, einzelligen, langkegelförmigen, am Grunde angeschwollenen Haaren. Die infizierten Stellen sind etwa doppelt so dick als die normalen; die Pallisadenzellen sind stark verändert und ähneln dem Schwammparenchym. Erzeuger

unbekannt. Die Galle wurde im August 1895 von C. Massal am Fuße des Monte Baldo auf italienischer Seite entdeckt und von Massalongo als Phyllerium Celtidis in Bullett. della Soc. bot. ital. 1896, S. 54 f. beschrieben. — DH 723. — Bozen: bei Siebeneich, 17. Juni 01; am Kalvarienberge, 2. Juli 02 (hier konnte nur ein einziges Blatt gefunden werden).

Corylus Avellana L.

Phytoptocecidium: Knospenschwellung, erzeugt von *Eriophyes avellanae* Nal. — H 80. Sch 121. DH 923. — Haslacher Wald bei Bozen, 2. Juli 02.

Cotinus cotinus Voss.

Hemipterocecidium: Deformation der obersten Blätter eines Zweiges, verursacht durch *Calophya rhoïs* F. Löw. — DH 2814. — Bei Waidbruck, 4. Juli 02.

Cotoneaster integerrimus Med.

Phytoptocecidium: kleine knötchenartige Rindengallen an den Zweigen. — Sch 711. DH 936. — Virgl bei Bozen, 13. Juni 01.

Cotoneaster tomentosa Lindl.

Phytoptocecidium: Blattpocken, erzeugt durch *Eriophyes piri* Nal? — H 81. Sch 712. DH 934. — Salegg am Schlern, 13. Juli 02.

Crataegus Oxyacantha L.

Dipterocecidium: Triebspitzenschöpfe, erzeugt durch *Perrisia crataegi* Winn. — H 412. Sch 718. DH 943. — Virgl bei Bozen, 2. Juli 02.

Erica carnea L.

Dipterocecidium: Blätterschöpfe an den Triebspitzen, hervorgerufen von *Perrisia ericina* F. Löw. — H 417. Sch 943. DH 1080. — Guntschna bei Bozen, 1. Juli 02.

Euphorbia Cyparissias L.

Dipterocecidium: Blätterschöpfe an den Triebspitzen, verursacht durch *Perrisia euphorbiae* H. Löw (P. capitigena Bremi). — H 419. Sch 596. DH 1117. — Bozen: am Tscheipenturm, 30. Juni 02.

Fraxinus excelsior L.

Phytoptocecidium: beiderseits hervorragende hornförmige Blattgallen, erzeugt von *Eriophyes fraxinicola* Nal. — H 101. Sch 960. DH 1216. — Völs bei Bozen, 7. Juli 02.

Fraxinus excelsior L.

Hemipterocecidium: Deformation ganzer Zweige durch Abwärtskrümmung der Blätter und Fiederblättchen unter Runzelung der Spreite, verursacht durch *Pemphigus nidificus* F. Löw. — H 317. Sch 956. DH 1207. — In Seis, 16. Juli 02.

Dipterocecidium: taschenförmige Blattfalten längs der Mittelrippe, erzeugt von *Perrisia fraxini* Kieff. (*Diplosis botularia* Winn.) — H 425. Sch 958. DH 1212. — Seis, 18. Juli 02.

Fraxinus Ornus L.

Phytoptocecidium: Klunkern in den Blütenständen, vereinzelt aber auch an den Stielen der Fiederblättchen und auf deren Mittelrippe, erzeugt durch *Eriophyes fraxini* Nal. — H 100. Sch 954. DH 1222. — In und um Gries bei Bozen mehrfach, 30. Juni und 1. Juli 02.

Geranium sanguineum L.

Phytoptocecidium: Triebspitzendeformation durch Rollung der Blätter nach oben, erzeugt von *Eriophyes geranii* Can. — H 126. Sch 543. DH 1379. — Guntschna bei Bozen, 1. Juli 02.

Hippophaë rhamnoides L.

Phytoptocecidium: Ausstülpung und Verkrümmung der Blätter, erzeugt durch *Eriophyes hippophaënus* Nal. — H 132. Sch 707. DH 1516. — Rentsch bei Bozen, 3. Juli 02.

Juglans regia L.

Phytoptocecidium: a) knötchenartige Blattpocken, erzeugt von *Eriophyes tristriatus* Nal. — H 136. Sch 280. DH 1601. — Völs bei Bozen, 7. Juli 02.

b) Blattbuckel, unterseits mit weißem Haarfilz = Erineum juglandinum Pers., erzeugt von *Eriophyes tristriatus* var. *erminea* Nal. — H 135. Sch 281. DH 1602. — Guntschna bei Bozen, 1. Juli 02; Völs bei Bozen, 7. Juli 02.

Juniperus communis L.

Dipterocecidium: a) aus zwei Blattwirteln gebildete Kiekbeere, erzeugt von *Oligotrophus juniperinus* L. — H 457. Sch 1 und Nachtr. II p. 3. DH 1619. — St. Oswald bei Seis, 12. Juli 02; Salegg bei Seis, mit b, 18. Juli 02.

b) aus drei oder vier Blattwirteln gebildete Kiekbeere, die Blätter des zweitobersten Wirtels sind kahnförmig und am Grunde

stark gekielt; erzeugt von *Oligotrophus panteli* Kieff. — DH 1621. — Salegg bei Seis, mit voriger auf demselben Zweige, 18. Juli 02.

Leontopodium alpinum Cass.

Helminthocecidium: Blattgallen von *Tylenchus nivalis* Kühn. — H 9. Sch Nachtr. II. DH 1406. — Gröden: Cislesalp bei der Regensburger Hütte, 8. Juli 00.

Lonicera alpigena L.

Hemipterocecidium: umgerollte, purpurn gefleckte Blätter, verursacht durch *Siphocoryne xylostei* Schrank. — H 326. Sch 1132. DH 1741. — Gröden: Pufelsschlucht, 5. Juli 00; Ratzes, 16. Juli 02.

Lonicera caerulea L.

Hymenopterocecidium: Markgalle, erzeugt durch *Hoplocampa xylostei* Giraud. — H 739. Sch 1135. DH 1748. — Gröden: im Saltariethal, 13. Juli 00.

Lonicera nigra L.

Phytoptocecidium: Blattrandrollung nach oben. H 139. Sch 1134a. DH 1753. — Gröden: bei St. Ulrich, 2. Juli 00.

Lonicera Xylosteum L.

Phytoptocecidium: Blattrandrollung nach oben mit welliger Kräuselung und Ausstülpung der Blattfläche nach unten, erzeugt durch *Eriophyes xylostei* (Can). — H 141. Sch 1137. DH 1769. — Gröden: Pufelsschlucht, 11. Juli 00.

Pirus communis L.

Phytoptocecidium: Blattpocken, erzeugt durch *Eriophyes piri* Nal. — H 163. Sch 731. DH 2023. — Guntschna bei Bozen, 5. Juni 01, 1. Juli 02.

Pistacia Terebinthus L.

Hemipterocecidium: a) kirschgroße Gallen an der Blattunterseite, erzeugt durch *Pemphigus utricularius* Pass. — H 340. DH 2052. — Bozen: an der Kirche St. Georg, 3. Juli 02. Wurde auch bei Guntschna (schon Peyritsch 1885) wiedergefunden.

b) Hornförmige, reif bis 15 cm lange, dann meist gekrümmte und unregelmäßig aufplatzende, schließlich verholzende und dem Strauch lange aufsitzende Beutelgallen, in die ein Fiederblättchen vollständig aufgeht, während die übrigen verkümmern. Erzeuger: *Pemphigus cornicularius* Pass. — H 339. DH 2054. — Am Tschei-

penturm bei Bozen, 30. Juni 02. Auch bei Guntschna wiedergefunden. Die Länge der Gallen beträgt erst 2—3 cm.

c) Aufgetriebene, rot gefärbte Umbeugungen der Blättchenspreite nach oben, verursacht durch *Pemphigus follicularius* Pass. — H 342. DH 2059. — Bozen: zwischen Gries und Guntschna, 1. Juli 02; Kalvarienberg, 2. Juli 02.

d) Zusammengedrückte, halbmondförmige Umbeugungen der Blättchenspreite nach oben, oft gelblich, oft aber auch intensiv rot und dann außerordentlich auffällig, zumal da gewöhnlich in großer Menge auf einem Strauche vorhanden, verursacht durch *Pemphigus semilunarius* Pass. — H 341. DH 2060. — Bozen: am Tscheipenturm, 30. Juni; zwischen Gries und Guntschna, 1. Juli; an der Kirche St. Georg, 3. Juli 02.

Populus nigra L.

Phytoptocecidium: Knospenwucherungen, verursacht durch *Eriophyes populi* Nal. — Sch 295. DH 2145. — Rentsch bei Bozen, 3. Juli 02.

Hemipterocecidium: a) Beutelförmige Gallen an den Zweigen, reif 2 cm hoch, verholzend und lange sitzen bleibend, erzeugt von *Pemphigus bursarius* L. — H 345. Sch cf. 294. DH 2146. — Rentsch bei Bozen, 3. Juli 02; Atzwang, 12. Juli 02, an beiden Stellen an strauchigen Schwarzpappeln, zusammen mit der folgenden Galle.

Trotz eifrigen Suchens ist es mir nicht gelungen, die von demselben Pemphigus verursachte Blattstielgalle an den genannten Orten zu finden, es zeigte sich nur die als Knospengalle aufzufassende Galle an den Zweigen (vergl. H. F. Kessler, Die auf Populus nigra L. und Populus dilatata Ait. vorkommenden Aphiden-Arten und die von denselben bewirkten Mißbildungen, XXVIII. Bericht Ver. f. Naturk. Cassel, S. 42 und Taf. I).

b) Große, bis 4,5 cm lange Beutelgallen mit zahlreichen unregelmäßigen Auswüchsen. Sie entspringen dem Grunde der Blattspreite unmittelbar über dem stark verdickten und verkürzten Stiele. Wunderbarerweise ist die Blattspreite stets völlig normal entwickelt. Es ist mir nicht im geringsten zweifelhaft, daß diese gewaltige Galle von *Pemphigus vesicarius* Pass. herrührt, den Darboux und Houard 2147 allerdings nur als Erzeuger von Knospengallen kennen. Aber die dort in Fig. 384 gegebene Abbildung schließt jeden

Zweifel aus. Andererseits wurde soeben unter a) eines analogen Falles gedacht, daß ein und dieselbe Pemphigusart Knospengallen und Blatt- (resp. Blattstiel-) Gallen zu erzeugen im stande ist. — Bozen: an den beiden unter a) genannten Fundorten, bei Rentsch auch schon am 9. Juni 01 von mir gesammelt; stets nur oberseitige Blattgallen; Knospengallen ließen sich nicht entdecken, also gerade umgekehrt wie bei a).

c) Verbreiterte und spiralig gedrehte Blattstiele, erzeugt von *Pemphigus spirothecae* Pass. — H 350. Sch 293. DH 2155. — Rentsch bei Bozen, 3. Juli 02.

d) Umgeschlagene Blattränder, verursacht von *Pemphigus affinis* Kalt. — H 344. Sch 291. DH 2159. — Rentsch bei Bozen, 3. Juli 02.

Populus tremula L.

Phytoptocecidium: Rollung und Kräuselung der Blätter, erzeugt durch *Eriophyes dispar* Nal. — H 170. Sch 299. DH 2175. — Kalvarienberg bei Bozen, 13. Juni 01.

Dipterocecidium: a) Blattstielgallen, erzeugt von *Harmandia petioli* Kieff. — H 485. DH 2184. — Bozen: Guntschna, 1. Juli 02; Rentsch, 3. Juli 02.

b) Blattgalle der *Harmandia crumenalis* Kieff. — H 484 (zu Diplosis tremulae gezogen). Sch 314. DH 2195. — Guntschna bei Bozen, 1. Juli 02.

Prunus Mahaleb L.

Hemipterocecidium: Gipfelschöpfe mit zurückgerollten verfärbten Blättern. Erzeuger *Phorodon Mahaleb* Koch. — Sch 800. DH 2259. — Um Bozen anscheinend gemein, z. B. Runkelstein, Guntschna, Virgl, 30. Juni — 2. Juli 02.

Prunus spinosa L.

Phytoptocecidium: Cephaloneon hypocrateriforme Bremi, erzeugt durch *Eriophyes similis* Nal. — H 188. Sch 812. DH 2279. — Haslacher Wald bei Bozen, 2. Juli 02.

Hemipterocecidium: Blätterschöpfe mit zusammengekrausten Blättern, erzeugt von *Aphis prunicola* Kalt.? — H 353. Sch 808. DH 2274—77*). — Virgl bei Bozen, 2. Juli 02.

---

*) Während Hieronymus und v. Schlechtendal nur *Aphis prunicola* Kalt. als Urheber dieser Deformation verzeichnen, führen Darboux und Houard

Quercus pedunculata Ehrh.

Dipterocecidium: Blattrandrollung nach oben durch *Macrodiplosis volvens* Kieff. (*Diplosis Liebelii* Kieff.). — H 492. Sch 179. DH 2642. — Bozen: beim Tscheipenturm, 30. Juni 02.

Quercus pubescens Willd.

Hymenopterocecidium: Gallen von *Andricus curvator* Hartig. — H 636. Sch 274. DH 2676. — Bozen: zwischen Gries und Guntschna, 1. Juli 02 (die Gallen sind bereits von der Wespe verlassen).

Rhododendron ferrugineum L.

Phytoptocecidium: Blätterschöpfe durch Blattrandrollung, erzeugt von *Eriophyes alpester* Nal. — H 195. Sch 944. DH 2806. Gröden: bei St. Ulrich, 2. Juli 00; Seiser Alp, 16. Juli 02.

Rosa spec.

Dipterocecidium von *Perrisia rosarum* Hardy. — H 500. Sch 816. DH R. 6. — Bozen: bei der Kirche St. Georg, 3. Juli 02.

Hymenopterocecidium von *Rhodites mayri* Schlechtdl. — H cf. 724. Sch 819. DH R. 8. — Daselbst (nur 1 Exemplar gefunden).

Rubus saxatilis L.

Phytoptocecidium: kleine kuglige Blattgallen, erzeugt durch *Eriophyes silvicola* Can. — H 204. Sch 777. DH 3003. — Hauensteiner Wald bei Seis, ca. 1500 m, 13. Juli 02.

Salix caprea L.

Dipterocecidium: kleine einkammrige kuglige Blattgallen von *Oligotrophus capreae* Winn. — H 524. Sch 348. DH 3140. — Haslacher Wald bei Bozen, 2. Juli 02.

Salix Myrsinites L.

Phytoptocecidium: halbkuglige Beutelgalle. — H 222. Sch 346. DH 3258. — Gröden: oberes Cislestal, 9. Juli 00.

Salix purpurea L.

Hymenopterocecidium: kuglige Gallen an der Blattunterseite, erzeugt von *Nematus gallarum* Hart. — H 765. Sch 349. DH 3306. — Runkelstein bei Bozen, 30. Juni 02.

---

außerdem noch *A. pruni* Fabr., *A. padi* L., *A. humuli* Koch an. Welche von den vier Arten hier der Erzeuger ist, kann ich nicht entscheiden.

Salvia pratensis L.

Phytoptocecidium: Ausstülpung der Blattfläche, unterseits mit Erineum, erzeugt durch *Eriophyes salviae* Nal. — H 229. Sch 1043. DH 3397. — Gröden: bei St. Ulrich, 2. Juli 00.

Sambucus nigra L.

Phytoptocecidium: Blattrandrollung nach oben, erzeugt durch *Epitrimerus trilobus* Nal. — H 230. Sch 1147. DH 3408. — In Seis, 18. Juli 02.

Sorbus aria Crtz.

Phytoptocecidium: Blattpocken, erzeugt durch *Eriophyes piri* Nal. — H 239. Sch 748. DH 3631. — Salegg bei Seis, 7. Juli 02.

Dipterocecidium: Zusammenkrausen der obersten Blätter der Triebe mit abnormer rein weißer Behaarung der Unterseite. Erzeuger: eine noch unbekannte Cecidomyide. — DH 3630. — Bei Seis, 18. Juli 02.

Sorbus torminalis Crtz.

Phytoptocecidium: Blattpocken, erzeugt durch *Eriophyes piri* Nal. — H 244. Sch 756. DH 3645. — Bozen: beim Tscheipenturm, 30. Juni 02; Guntschna 1. Juli 02.

Teucrium Chamaedrys L.

Phytoptocecidium: Blattrandausstülpung nach oben, erzeugt von *Phyllocoptes teucrii* Nal. — H 251. Sch 1050. DH 3739. — Guntschna bei Bozen, 1. Juli 02.

Thymus lanuginosus Mill.

Phytoptocecidium: intensiv weißhaarige Triebspitzendeformation, erzeugt wohl von *Eriophyes thomasi* Nal. — H 254. Sch 1060. DH 3780. — Völs bei Bozen, 18. Juli 02.

Tilia ulmifolia Scop.

Phytoptocecidium: a) Erineum tiliaceum Pers., erzeugt von *Eriophyes tiliae liosoma* Nal. — H 264. Sch 525. DH 3837. — Haslacher Wald bei Bozen, 2. Juli 02.

b) Blattrandrollung (Legnon crispum Bremi) erzeugt durch *Eriophyes tetratrichus* Nal. — H 267. Sch 527. DH 3838. — Runkelstein bei Bozen, 30. Juni 02.

c) Nagelgalle (Ceratoneon extensum Bremi), erzeugt durch *Eriophyes tiliae* Nal. — H 268. Sch 529. DH 3842. — Bozen: Runkelstein, 30. Juni 02; Haslacher Wald, 2. Juli 02.

Dipterocecidium: a) beiderseits wenig hervorragende Blattparenchymgallen von *Oligotrophus hartigi* Liebel. — Sch cf. 519 u. Nachtr. II 22. DH 3845. — Kalvarienberg bei Bozen, zusammen mit folgender Galle, 2. Juli 02.

b) Kompliziert gebaute, eine später ausfallende Innengalle umschließende Blattgallen, erzeugt von *Oligotrophus reaumurianus* F. Löw. — H 578. Sch cf. 521 u. Nachtr. II 22. DH 3844. — Kalvarienberg bei Bozen, zusammen (oft auf demselben Blatte) mit voriger, 2. Juli 02.

Ulmus campestris L.

Phytoptocecidium: auf beiden Seiten des Blattes vortretende knötchenartige Beutelgallen ohne abnorm behaarten Eingang, erzeugt von *Eriophyes ulmi* Nal. — H 271. Sch 363. DH 3947. — Guntschna bei Bozen, 5. Juni 01.

Hemipterocecidium: a) ellipsoidische, rote, bis 3 cm lange, durch kurze Drüsenhaare feinsammtige Beutelgallen, erzeugt durch *Tetraneura rubra* Licht. — DH 3944. — Bozen: zwischen Gries und Guntschna, 1. Juli 02.

b) Blattrollen von *Schizoneura ulmi* L. — H 360. Sch 365. DH 3945. — Bozen: zwischen Gries und Guntschna, 1. Juli 02.

c) Blasengallen von *Schizoneura lanuginosa* Hart. — H 361. Sch 366. DH 3946. — Gries bei Bozen, 1. Juli 02.

Viburnum Lantana L.

Phytoptocecidium: Beutelgallen auf der Blattoberseite, erzeugt durch *Eriophyes viburni* Nal. — H 282. Sch 1151. DH 4091. — Bozen: Virgl, 13. Juni 01; Völs, 7. Juli 02; Salegg bei Seis, 7. Juli 02.

Dipterocecidium: linsenförmige Blasengallen einer unbekannten Gallmücke. — H 594. Sch 1150. DH 4090. — Virgl bei Bozen, 13. Juni 01; Völs bei Bozen, 7. Juli 02; Salegg bei Seis eod. die; St. Oswald bei Seis, 12. Juli 02; also anscheinend in der Gegend verbreitet.

Vitis vinifera L.

Phytoptocecidium: Erineum vitis Fries, erzeugt durch *Eriophyes vitis* Nal. — H 286. Sch 587. DH 4163. — Haslach bei Bozen, 2. Juli 02.

Dr. Richard Schmidt,

Über das Vorkommen der Frullania calcarifera Steph. in Tirol.

Im Juni 1901 fiel mir an zwei Stellen in der Umgebung von Bozen, nämlich im unteren Eggentale und an waldigen Abhängen bei Virgl, eine *Frullania* auf, die in dichten, weit ausgebreiteten, schwarzbraunen Rasen auf Porphyrblöcken wuchs, Baumstämme dagegen mied. F. Stephani, dem ich die Pflanze vorlegte, erkannte darin die von ihm früher beschriebene *Fr. calcarifera**), die bisher nur aus Portugal bekannt war. Sie unterscheidet sich von der ähnlichen *Fr. tamarisci* N. ab. E. am augenfälligsten durch die an der Basis lang und breit gespornten Unterblätter. Bei einem kurzen Aufenthalt in Bozen im Juli 1902 achtete ich auf weitere Standorte des interessanten Lebermooses und fand es auch in schattigen Hainen am linken Gehänge des Sarntales unterhalb Runkelstein, auch hier nur auf Porphyrfelsen, während in nächster Nähe an Kastanienstämmen *Fr. dilatata* N. ab. E. wuchs. Leider konnte Stephani an dem ihm reichlich vorliegenden Bozener Material der *Frullania calcarifera* nur junge männliche ~~Kelche~~ Blüten, aber keine weiblichen Sexualorgane auffinden.

*) Hedwigia 1887, S. 1 f.

Dr. Wilhelm Richard Köhler,

Über die plastischen und anatomischen Veränderungen bei Keimwurzeln und Luftwurzeln, hervorgerufen durch partielle, mechanische Hemmungen.

Schon längst hat man beobachtet, dass Pflanzen mit ihren Stengeln und besonders mit den Wurzeln durch enge Felsspalten und ähnliche Hindernisse hindurchzuwachsen vermögen, und dass dabei der betreffende Pflanzenteil eine dem Spalt entsprechende anormale Gestalt annimmt.

Von dieser Fähigkeit der Pflanzen haben die Chinesen schon seit alter Zeit Gebrauch gemacht, um Kürbisfrüchte in viereckigen, mit vertieften Schriftzügen und Figuren versehenen Flaschen wachsen zu lassen, um so der Frucht eine von der normalen Gestalt vollständig abweichende Form zu geben.

Verhältnismässig spät hat sich die wissenschaftliche Forschung die Aufgabe gestellt, an der Hand von Versuchen die Veränderungen zu bestimmen, die durch solche ungewohnte Hemmnisse in den Bau des Pflanzenkörpers veranlasst werden.

Die in dieser Hinsicht vorliegenden Arbeiten[1]) beschäftigen sich aber einerseits fast alle mit allseitig auf die wachsende

---

[1]) De Vries: „De l'influence de la pression du liber sur la structure des couches ligneuses annuelles". Flora 1876. p. 2.

Krabbe, G.: „Über das Wachstum des Verdickungsringes und der jungen Holzzellen in seiner Abhängigkeit von Druckwirkungen." (Anh. zu den Abhandlungen der Kgl. Akademie der Wissenschaften zu Berlin. 1884. Abt. I, p. 1—83.)

Pfeffer: „Untersuchungen R. Heglers über den Einfluss von Zugkräften auf die mechanische Festigkeit und die Ausbildung mechanischer Gewebe in Pflanzen". (Ber. der Kgl. Sächsischen Gesellsch. der Wissensch. in Leipzig. Math. Physik.Klasse. 43. Bd. 1891. p. 683743.)

Pfeffer: „Druck und Arbeitsleistung durch wachsende Pflanzen". (Abhandlung der mathematisch-physik. Klasse der Kgl. Sächsischen Gesellsch. der Wissensch. in Leipzig. XX. 1893. S. 233474.)

Newcombe, F. C.: „The influence of mechanical resistance on the de-

Pflanze ausgeübten mechanischen Einflüssen, andererseits wurden die Versuche meist an schon fertigen Pflanzen ausgeführt, so dass im wesentlichen nur die Einwirkung auf das sekundäre Wachstum beobachtet werden konnte.

Im folgenden soll nun der Versuch gemacht werden, die Veränderungen festzustellen, welche an Keimwurzeln und Luftwurzeln hervorgerufen werden, wenn dieselben mit ihren Spitzen in einen keilförmigen Spalt hineinwachsen, so dass das Wachstum der Wurzel durch die den Keil bildenden Ebenen einseitig gehemmt wird.

Die Abhandlung von L. Kny, die zum Teil auf ähnlichen Versuchen fusst, wird im Laufe der vorliegenden Arbeit wiederholt herangezogen werden.

Methode.

Die Versuche wurden vorwiegend an Keimlingswurzeln von Vicia Faba ausgeführt. Doch wurden auch Wurzeln von Phaseolus multiflorus, Lupinus albus, Ricinus communis, Radieschen und Luftwurzeln von Brosimum spurium, Vanilla Planifolia, Anthurium var. Augustinum, Philodendron Selloum und Carludovica Moritziana unter den angegebenen Bedingungen beobachtet. Die Samen der oben genannten Keimwurzeln wurden zunächst in feuchte Sägespäne gebracht, bis die Keimwurzeln eine Länge von 5—12 mm erhalten hatten. Dann kamen die Wurzeln zwischen 2 unter einem sehr kleinen Winkel konvergierende Glasplatten von etwa 6—8 cm Länge und 3—4 cm Breite. Damit bei dem auf die Platten ausgeübten Drucke die Wurzeln nicht zerquetscht wurden, wurde in die weiteste Öffnung des Spaltes eine Schicht Gips oder Kork gebracht, etwa von der Dicke der eingelegten Wurzel. Der auf die Glasplatten auszuübende Druck wurde bei den ersten Versuchen in der im botanischen Institut der Universität Leipzig üblichen Weise durch vollständiges Umgipsen der Glasplatten ausgeführt. Da aber hierbei, auch wenn in der Gipshülle ein Fensterchen zur Beobachtung

---

veloppment and life period of cells". (Bot. Gesellsch. XIX. 1894. p. 149/157, 191199, 229236.)

L. Kny: „Über den Einfluss von Zug und Druck auf die Richtung der Scheidewände in sich teilenden Pflanzenzellen". Bericht der Botan. Gesellschaft. 14. 1896.

L. Kny: „Über den Einfluss von Zug und Druck auf die Richtung der Scheidewände in sich teilenden Pflanzenzellen". Jahrb. für wissenschaftliche Botanik. 1902. 1. Heft. 5599.

frei gelassen wurde, das Wachstum der Wurzeln nicht genügend kontrolliert werden konnte, so begnügte ich mich später damit, die Glasplatten nur an den Rändern zu umgipsen, damit die Wurzeln und ihre Nebenwurzeln verhindert wurden, zwischen den Platten an der Seite herauszuwachsen und liess nun den Druck auf die Glasplatten durch sogenannte photographische Klammern ausüben.

Ausserdem verstärkte ich den Druck noch, entweder durch Umwinden der Platten mit Draht, oder da hierbei die Platten leicht zerbrachen, durch festes Einschnüren mit Bindfaden. Letztere Methode bewährte sich deshalb am besten, weil der Druck durch das Feuchtwerden des Bindfadens in den Sägespänen noch verstärkt wird.

Morphologische Veränderungen an der Wurzel.

Die folgenden Mitteilungen über die morphologischen Veränderungen beziehen sich vorzugsweise auf die Wahrnehmungen, die ich an einer Reihe von 6 unter Druck und von 6 normal gewachsenen Kontrollpflanzen von Vicia Faba gemacht habe, doch werden gelegentlich auch noch Beobachtungen verwertet, die an anderen Wurzeln gemacht worden sind.

Die Wurzellängen, die bei Beginn der Beobachtung bestimmt wurden, betrugen 10(9), 13(12), 10(10), 8(7), 9(9), 8(5) mm. Die in Klammern stehenden Zahlen beziehen sich auf die Wurzellänge der Kontrollpflanzen, die also durchschnittlich 1 mm kürzer waren.

Es zeigte sich nun, dass die normal wachsenden Pflanzen bis zu dem Tage, wo bei den unter Druck wachsenden entweder ein Stillstand im Wachstum oder eine ganz bedeutende Abnahme desselben auftrat, fast dieselbe Wachstumsgeschwindigkeit besassen als die unter Druck wachsenden. — Dass beim Hineinwachsen in den keilförmigen Raum der sonst kreisförmige Wurzelquerschnitt die Gestalt einer Ellipse oder bei stärkerem Drucke nahezu die eines Rechtecks annimmt, ist ja selbstverständlich. Auf die Stärke dieser Formänderung soll erst dann eingegangen werden, wenn von den histologischen Veränderungen die Rede sein wird. Der hierbei auf die Glasplatten ausgeübte Druck erzeugte in der Wurzel bisweilen eine so starke Reaktion (namentlich bei Radieschen beobachtet), dass die Glasplatten zerbrochen wurden. Die Stärke dieses von den Wurzeln ausgeübten Druckes ist ja bekanntlich von Pfeffer (Druck- und Arbeitsleistung u. s. w.) beim Längsdruck bis auf 10 Atmosphären, beim Querdruck auf mehr als 6 Atmosphären bestimmt worden.

Nach etwa 10 Tagen waren die Wurzelspitzen der Versuchspflanzen in einen so engen Spalt geraten, dass sie entweder überhaupt nicht weiter wachsen oder nur ausserordentlich langsam wachsen konnten. An zwei von den beobachteten Wurzeln konnte ich eine Spaltung an der Spitze feststellen, wie ich dies auch schon früher an anderen Vicia Fabawurzeln, ferner bei Lupinus albus und bei einer Luftwurzel von Philodendron Selloum beobachtet hatte. Bei Philodendron Selloum trat die Spaltung schon nach wenigen Tagen ein und erstreckte sich bis auf etwa 6 cm von der Wurzelspitze entfernt. (Nebenbei bemerkt zeigte der Centralcylinderquerschnitt von Phil. Sell. 5 starke Einbuchtungen, so dass er nicht die Gestalt eines Kreises, sondern die eines unregelmässig fünfstrahligen Sterns hatte.)

Spaltung der Wurzel.

In jedem Falle spreizten die beiden Wurzelhälften nicht auseinander, wie dies Lopriore[2]) beim Spalten der Wurzelspitze beobachtete, und wie dies bei frei wachsenden Wurzeln wegen der aufgehobenen Rindenspannung zu erwarten ist, sondern sie bogen bei weiterem Wachstum mit ihren konvexen Seiten nach aussen, denn die Wurzelspitzen konnten ja eben wegen der Enge des Spaltes nicht weiter vorgeschoben werden, so dass ein Wachstum nur durch ein Ausbiegen der Wurzelhälften nach der Seite möglich war. Übrigens hörte auch hier das Wachstum in der Regel bald auf. Nur in einem Falle, wo die eine Wurzelhälfte ganz nahe dem Rande der Glasplatte lag, gelang es derselben, durch immer stärkere Krümmung sich schliesslich aus dem Spalte herauszuziehen, und dann frei geworden, noch ein Stück weiter zu wachsen.

Bei 2 von den 6 Wurzeln hörte das Wachstum auf, ohne dass vorher eine Spaltung der Spitze eingetreten wäre. Die 5. der unter Druck wachsenden Wurzeln war nach 10 Tagen vom Beginn der Beobachtung ab bis nahe an das untere Ende der Glasplatten gewachsen, wo sie durch eine dünne Gipsschicht am weiteren Vordringen verhindert wurde, doch vermochte sie noch 1—2 mm in die Gipsschicht durch Auflösen derselben einzudringen.

Nachdem sie dazu etwa 10 Tage Zeit gebraucht hatte, wuchs sie nicht weiter, dafür gelang es aber einer in unmittelbarster Nähe der Wurzelspitze entstandenen Nebenwurzel zwischen den Glasplatten nach unten durchzudringen.

---

[2]) Lopriore Giuseppe: „Über die Regeneration gespaltener Wurzeln". Nova Acta. Abhandlung der Kaiserl. Leopold. Carol. deutschen Akademie der Naturforscher. 1896. LXVI. Nr. 3.

Während nämlich bei normal wachsenden Wurzeln die Bildung des Centralcylinders und damit auch die Entstehung von Nebenwurzeln erst 7—20 cm von der Wurzelspitze beobachtet werden kann, dringt der Centralcylinder und mit ihm die Nebenwurzelbildung bei Wachstumshemmungen bis nahe der Wurzelspitze vor, wie dies schon Pfeffer in seinen „Druck- und Arbeitsleistungen u. s. w.“ festgestellt hat.

Der 6. Wurzel der Beobachtungsreihe endlich gelang es, nachdem sie 9 Tage zwischen den Glasplatten gewachsen war und sich zur Seite gewendet hatte, hier zwischen den 2 Glasplatten hindurchzuwachsen. War sie zwischen den Glasplatten in 9 Tagen von 8 mm bis 72 mm gewachsen ihre Vergleichspflanze in derselben Zeit von 5 mm bis auf 104 mm, so holte sie, nun in Freiheit gelangt, das Versäumte nach, so dass nach weiteren 3 Wochen die vorher unter Druck gewachsene Wurzel 290 mm, die immer normal gewachsene nur 200 mm lang geworden war. Diese nur teilweise unter Druck gewachsene Wurzel zeigte auch sonst ein den normalen Wurzeln entsprechendes Verhalten. So fanden sich bei ihr, nachdem sie einige Tage frei gewachsen war, auch die Nebenwurzeln nicht mehr bis an die Wurzelspitze, sondern etwa bis zu einer Entfernung von 10 cm von derselben.

Nebenwurzeln.

Wenn oben erwähnt wurde, dass bei den unter Druck gewachsenen Wurzeln die Nebenwurzeln bis an die Spitze der Hauptwurzel vordringen, so ist andererseits die Anzahl der gebildeten Nebenwurzeln eine viel geringere als bei normalen Pflanzen. Bei der hier in Betracht kommenden Versuchsreihe fanden sich an normal gewachsenen Wurzeln durchschnittlich 54, bei den unter Druck gewachsenen durchschnittlich 34 Nebenwurzeln. Die oben erwähnte schliesslich frei gewachsene Wurzel hatte zufälligerweise auch 54 Nebenwurzeln. In zwei anderen Versuchsreihen waren dieselben Zahlen für normale Wurzeln 53 und 63 und für unter Druck gewachsene 25 und 27, so dass man also annehmen kann, dass bei den unter Druck wachsenden Wurzeln die Anzahl der Nebenwurzeln etwa auf die Hälfte reduziert wird.

Dieser Unterschied zeigte sich auch bei der Gewichtsbestimmung der Nebenwurzeln, denn bei der zuerst angeführten Beobachtungsreihe betrug das durchschnittliche Gesamtgewicht der Nebenwurzeln normal gewachsener Pflanzen 246 cg, das unter Druck gewachsener 136 cg. Eine andere Beobachtungsreihe lieferte als entsprechende Zahlen 139 cg und 70 cg. In beiden Fällen zeigte sich also ungefähr

wieder dasselbe Verhältnis wie oben für die Anzahl der Nebenwurzeln.

Die zwischen den Glasplatten gewachsenen Nebenwurzeln waren meist weniger entwickelt, da sie sich selbst gegenseitig im Wachstum hemmten, während bei denselben unter Druck gewachsenen die Nebenwurzelbildung am Epikotyl und am Hypokotyl, soweit letzteres nicht eingegipst war oder sich zwischen den Glasplatten befand, um so reichlicher eintrat. Mit dieser üppigeren Entwickelung von Nebenwurzeln in der Nähe der Wurzelbasis hängt es wohl auch zusammen, dass dort wiederholt Verbänderungen von Nebenwurzeln beobachtet werden konnten.

Als weiteres Korrelat für das ungünstigere Wachstum zwischen den Glasplatten kann noch festgestellt werden, dass die Nebenwurzeln an der Wurzelbasis bei unter Druck gewachsenen Pflanzen schneller wuchsen als bei normalen und sich auch der Länge und dem Querschnitt nach kräftiger entwickelten. Als Maximallänge für die Nebenwurzeln fand ich in der betreffenden Beobachtungsreihe für normale Pflanzen 123 mm, für unter Druck gewachsene 147 mm.

Endlich sei noch einer weiteren Korrelation Erwähnung gethan. Nach Sachs[3]) bildet Vicia Faba erst im höhern Alter, wenn sich schon die Blüten öffnen, Nebenwurzeln 2. Ordnung, nur ab und zu bildet eine oder die andere Nebenwurzel hier und da einige Tochterwurzeln. Diese Thatsache habe ich durch zahlreiche Beobachtungen bestätigt gefunden. Nur ganz ausnahmsweise konnte ich an einer noch nicht bis zur Blütenentfaltung entwickelten Pflanze 2—3 Nebenwurzeln 2. Ordnung feststellen. Diese Nebenwurzeln hatten dann nur eine Länge von wenigen Millimetern. Dagegen zeigten sich bei unter Druck gewachsenen Pflanzen an dem in der Nähe der Wurzelbasis entstandenen Nebenwurzeln sehr häufig Nebenwurzeln 2. Ordnung, in einzelnen Fällen bis zu 25 Stück. Dabei erreichten dieselben eine viel beträchtlichere Länge als im normalen Falle, im Maximum bis 5 cm.

Hauptwurzel.

In entsprechender Weise wie das Wachstum der Nebenwurzeln wurde auch das der Hauptwurzel zwischen den Glasplatten beeinträchtigt. Während die Vergleichspflanze eine Wurzellänge bis zu 45 cm erreichte, blieb die unter Druck gewachsene Wurzel in ihrer

---

[3]) J. Sachs: „Über das Wachstum von Haupt- und Nebenwurzeln“. Gesammelte Abhandlungen der Pflanzenphysiologie. II. S. 773.

Länge bedeutend zurück, da sie im Maximum 9 cm lang wurde. Ein entsprechendes Ergebnis stellte sich bei der Gewichtsbestimmung heraus, denn während bei den normal gewachsenen Pflanzen die Hauptwurzel durchschnittlich 59 cg wog, betrug das Gewicht der 5 vollständig unter Druck gewachsenen Wurzeln durchschnittlich 34 cg und bei der Pflanze, deren Wurzel schliesslich zwischen den Glasplatten heraus und dann weiter gewachsen war, 50 cg. In einer andern Versuchsreihe waren die betreffenden Durchschnittswerte 58 cg und 25 cg.

Wurzelhaare konnten sich in der Druckrichtung überhaupt nicht entwickeln; dafür stellten sie sich in der vom Druck freien Richtung auf einer viel grösseren Strecke ein und waren dort viel grösser und zahlreicher als im normalen Falle. Die Länge einzelner Wurzelhaare kam mitunter der Länge des grossen Halbmessers des elliptischen Wurzelquerschnitts gleich. Am auffallendsten war die reiche Bildung von Wurzelhaaren an den zwischen Glasplatten wachsenden Luftwurzeln. Fig. 1 u. 2

Auch das Gewicht und die Länge des Stengels wurden bestimmt. Hierbei zeigte es sich, dass die Stengel der unter Druck gewachsenen Pflanzen in den ersten 8—10 Tagen etwas schneller wuchsen als die der normal gewachsenen Pflanzen. Das mag vielleicht daran gelegen haben, dass die Samen der ersteren etwas kräftiger waren als die Samen der normalen Pflanzen. Die Beobachtung würde aber mit der von Kny[4]) gemachten übereinstimmen, dass die primären Sprosse bei Vicia Faba, welche man von den Wurzeln befreite, sich anfangs kräftiger entwickelten als an normalen Pflanzen, dass später aber das Gegenteil eintrat. Stengel.

Der Unterschied in der Stengellänge zu Gunsten der normalen Pflanzen trat auch bald sehr auffällig hervor. Die schliesslich erreichten Stengellängen waren bei normalen Pflanzen durchschnittlich 320 mm, bei unter Druck gewachsenen durchschnittlich 237 mm. Die entsprechenden Zahlen einer zweiten Beobachtungsreihe waren 236 mm und 186 mm.

Die Gewichtszahlen waren nur in der zweiten Beobachtungsreihe genau bestimmt worden. Sie betrugen 293 cg im normalen, und 192 cg im anormalen Falle durchschnittlich.

Von dieser zweiten Beobachtungsreihe seien noch folgende Er-

---

[4]) Kny L.: „On correlation in the growth of roots and shoots". (Ann. of Bot. VIII. 1894. p. 265280.)

gebnisse mitgeteilt, wobei einige schon vorher angegebene Zahlen des Zusammenhangs wegen wiederholt werden mögen. Ich hatte zunächst die trocknen Samen gewogen und immer von 2 möglichst gleich schweren Samen den einen normal, die Wurzel des andern, und zwar immer des schwereren, unter Druck wachsen lassen. Nur einmal war der Gewichtsunterschied bedeutend, da in diesem Falle der Same der unter Druck wachsenden Pflanze 2,07 g, der der Vergleichspflanze 1,63 g wog, daher stellte sich das Durchschnittsgewicht der Samen bei den normalen Pflanzen auf 1,33 g, bei den anormalen auf 1,456 g.

Die hinter verschiedenen Werten angeführte Prozentzahl bezieht sich auf das Gewicht des ursprünglichen, trocknen Samens.

	Normal.	Anormal.
Stengellänge:	23,6 cm,	18,6 cm,
Wurzellänge:	27,6 cm,	7,3 cm,
Ursprüngliches Gewicht des Samens:	1,33 g,	1,456 g,
Gewicht des Samens am Ende des Versuchs:	2,17 g (163%),	2,70 g (185%),
Gewicht der Hauptwurzel:	0,576 g (43%),	0,25 g (17%),
„ „ Nebenwurzeln:	1,392 g (105%),	0,704 g (48%),
„ des Stengels:	2,93 g (220%),	1,92 g (132%),
„ der ganzen Pflanze am Ende des Versuchs:	7,07 g (531%),	5,75 g (395%).

Es ergiebt sich also aus den angeführten Zahlen, dass alle Teile der normal gewachsenen Pflanze besser entwickelt waren als die der unter Druck gewachsenen. Der Samen der normalen Pflanze war am Ende des Versuchs absolut und relativ leichter als der der anormalen. Das erklärt sich, wie schon erwähnt, daraus, dass sich bei der normalen Pflanze die Entwicklung ungestört vollziehen konnte, und dass daher dem Samen mehr Reservestoffe zum Aufbau der Pflanze entzogen waren, als dies bei der unter Druck gewachsenen Pflanze möglich war.

Histologische Veränderungen bis zu der Grenze des plastischen Wachstums, also für den Fall, dass eine Zerreissung des ganzen Querschnitts oder eine Zweiteilung des Centralcylinders noch nicht eingetreten war.

Bevor ich auf die durch den Druck veranlassten Veränderungen eingehe, halte ich es für zweckmässig, eine kurze Darstellung des

normalen Baues der Wurzel von Vicia Faba zu geben. Ich benutze dabei die von Lopriore in der schon oben angeführten Abhandlung und die von van Tieghem[5]) gegebene Darstellung.

Die Wurzel wird nach aussen begrenzt von einer einzelligen Schicht von papillös nach aussen gewölbten, Wurzelhaare erzeugenden Epidermiszellen; darauf folgt eine breite Rindenschicht von ovalen und kreisrunden, in der mittleren Region weitlumigeren Zellen. Epidermis. Fig. 1.

Ich zählte dabei in einer grossen Anzahl von Fällen bei ein und derselben Wurzel an der Basis 20 Zellreihen, nach der Wurzelspitze zu immer weniger, und an der Stelle, wo eben die Bildung des Centralcylinders deutlich zu bemerken war, meist 10 Zellreihen, im Durchschnitt also 15 Zellreihen. Die an der Spitze geringere Anzahl von Zellreihen erklärt sich daraus, dass nach Bildung der Endodermis, sich doch noch in ihrer Umgebung und in der Endodermis selbst Zellteilungen vollziehen. Nach Kny und Lopriore erfolgen diese Teilungen in der Endodermis immer ausserhalb der Casparyschen Punkte. Die neu gebildete Zelle tritt in den meisten Fällen zur Rinde, seltner zum Centralcylinder über. Dabei sei hier weiter erwähnt, dass nach Kny's Beobachtungen sowohl in normal gewachsenen, als auch in unter Druck gewachsenen Wurzeln die Teilungen der Endodermiszellen sich fast ausnahmslos durch perikline Scheidewände vollzieht. Nach meinen Beobachtungen hatte die ganze Rindenschicht, die natürlich entsprechend der Verminderung der Zelllagen von der Basis bis zur Spitze an Breite abnahm, 9—25 Mikrometereinheiten, also durchschnittlich 17 Einheiten Dicke. (1 Mikrometereinheit = 42 μ.) Rinde.

Der radiale Durchmesser einer Rindenparenchymzelle schwankte zwischen 0,9 und 1,4 Einheiten und war im Mittel 1,13 Einheiten gross. Die Grösse der Rindenparenchymzellenquerschnitte war im Maximum 3,20, im Minimum 1,20 und im Durchschnitt 2,20 Quadratmikrometereinheiten. Der Durchschnitt wurde hier, wie in allen andern vorliegenden Fällen nicht einfach, wie es hier scheinen könnte, als arithmetisches Mittel zwischen Maximum und Minimum bestimmt, sondern als arithmetisches Mittel sämtlicher beobachteter Werte. Das Verhältnis der Durchmesser der einzelnen Zellen war im Maximum 2 : 1, im Minimum 1 : 1, und im Durchschnitt 1,5 : 1.

---

[5]) M. Ph. van Tieghem: „Recherches sur la symétrie de structure des plantes vasculaires". Annales des sciences naturelles. 5me série, Tome XIII. 1870. page 5 ff.

In jedem Falle war bei einer Grössendifferenz zwischen dem radialen und dem tangentialen Durchmesser der letztere der grössere, was darauf zurückzuführen ist, dass infolge des sekundären Wachstums im Centralcylinder ein radialer Druck vom Centralcylinder auf die Rindenschicht ausgeübt wird.

Endodermis. Fig. 1. Auf die Rindenschicht folgt die Endodermis, welche meist aus hexagonalen Zellen besteht. Dieselben sind so orientiert, dass je ein Paar Zellwände nach aussen, je ein Paar nach innen gerichtet ist, während das dritte Paar radiale Richtung hat, so dass immer ein Paar benachbarte Endodermiszellen mit den Zellwänden aneinanderstossen. Dabei sind die Caspary'schen Punkte schon sehr nahe der Wurzelspitze deutlich zu erkennen.

Pericambium. Auf die Endodermis folgt nach innen das Pericambium, welches nach Lopriore's Angabe über den Xylemplatten meist mehrschichtig, über dem Phloemgewebe meist zweischichtig ist und aus dünnwandigen, inhaltsarmen Zellen besteht. Nach van Tieghem ist das Pericambium über dem Phloemgewebe nur einschichtig und über den Xylemplatten dreischichtig. Van Tieghem giebt dann weiter an, dass in dem über dem Phloemgewebe liegenden, nach ihm also einschichtigen Pericambium, keine weiteren Zellteilungen stattfinden, während die 2 inneren Schichten von dem über den Xylemplatten befindlichen Pericambium sich an die über dem Phloemgewebe nach innen liegende Cambiumzone (arc générateur) anschliessen, um mit ihnen den Cambiumring zu schliessen.

In diesen über den Xylemgruppen liegenden Pericambiumzellen entwickeln sich dann auch die Nebenwurzeln, weshalb van Tieghem diese Pericambiumzellen als „cellules rhizogènes" bezeichnet.

In Bezug auf die zwischen Lopriore und van Tieghem bestehende Meinungsverschiedenheit, wonach die über dem Phloemgewebe liegende Pericambiumschicht nach Lopriore meist zweischichtig, nach van Tieghem dagegen nur einschichtig ist, habe ich die Beobachtung gemacht, dass die genannte Schicht in der Nähe der Wurzelbasis meist zweischichtig, nach der Wurzelspitze zu aber einschichtig zu sein pflegt. Es finden ausserdem doch, im Gegensatz zur Angabe van Tieghems, in dem Pericambium über dem Phloemgewebe Teilungen und zwar durch perikline Zellwände statt, wie ich dies wiederholt beobachten konnte. — Die Zellen des Pericambiums über den Xylemgruppen erscheinen im Querschnitt langgestreckt mit grösseren radialen Wandungen, ferner sind sie fächerförmig angeordnet, mit der konkaven Seite des Fächers der

Xylemgruppe zugewendet. Die über dem Phloemgewebe befindlichen Pericambiumzellen zeigen in ihrer äusseren Schicht mehr quadratischen Querschnitt, während die unmittelbar an das Phloemgewebe angrenzenden Zellen meist zusammengedrückt sind.

Der Fibrovasalkörper ist tetrarch bis heptarch, meistens aber pentarch, und zwar bilden sich die Gefässe von aussen nach innen, nach innen an Grösse zunehmend. Zwischen dem leitenden Phloemgewebe und dem Pericambium finden sich zum Schutze der Siebröhren aus starkwandigen Faserzellen bestehende Sklerenchymbündel. Das Markgewebe ist meistens einschichtig mit dem Pericambium verbunden, aber nur während des primären Wachstums, da bei fortgeschrittenem sekundären Wachstum die primären Xylemstrahlen untereinander durch sekundär gebildetes Xylem verbunden werden. Das sekundäre Wachstum findet in der Weise statt, dass in dem Cambium hinter den primären Phloemgruppen nach aussen sekundäres Phloem, nach innen sekundäres Xylem erzeugt wird. Der Fibrovasalkörper.

Endlich habe ich noch an den normal gewachsenen Pflanzen den Flächeninhalt des ganzen Querschnitts in den verschiedenen Zonen bestimmt und ihn mit dem Inhalt des Centralcylinderquerschnitts verglichen. Es ergab sich, dass der Inhalt des Centralcylinderquerschnitts im Maximum 0,20, im Minimum 0,10 und im Durchschnitt 0,153 vom ganzen Wurzelquerschnitt betrug, dabei war der Centralcylinderquerschnitt absolut und relativ um so grösser, je näher er der Wurzelbasis gelegen war, offenbar eine Folge des sekundären Wachstums im Centralcylinder.

Änderungen des Querschnittes durch den beim Wachsen ausgeübten, partiellen Druck.

Eine Änderung des Querschnitts beim Wachsen der Wurzel von Vicia Faba durch einen engen Spalt hat schon Kny in der oben erwähnten Arbeit: „Über den Einfluss von Zug und Druck auf die Richtung der Scheidewände“ bestimmt.

In seiner ersten Arbeit führt er für den grossen und kleinen Durchmesser des Querschnitts und für deren Verhältnis folgende Werte an:

52 : 36 = 1,44,
57 : 38 = 1,50,
69 : 36,5 = 1,90,
84 : 40,5 = 2,10,
104 : 56 = 1,86,

wobei nach seiner Angabe 1 Teilstrich $\frac{1}{55}$ mm, also etwa 18 μ beträgt. In seiner jüngst erschienenen Arbeit finden sich noch folgende Werte:

80 : 48,5 = 1,65,
74 : 47 = 1,58,
79,5 : 47 = 1,70,
69,5 : 44 = 1,58,
75 : 48 = 1,56,
101 : 34 = 2,97.

Das Verhältnis der beiden Durchmesser bleibt also, von zwei Ausnahmen abgesehen, unter 2 : 1, und nur einmal wird dies Verhältnis nahezu 3 : 1.

Da es zu weit führen würde, die grosse Anzahl der von mir an Vicia Faba beobachteten Fälle anzugeben, so will ich mich damit begnügen, die Fälle anzuführen, wo das Verhältnis der beiden Durchmesser sich grösser als 3 : 1 ergab. Diese Werte sind:

66 : 21 = 3,1,
63 . 17 = 3,7,
66 : 17 = 3,9,
55,5 : 15,5 = 3,6,
60 : 17,7 = 3,4,
64 : 13,3 = 4,8,
60 : 16,7 = 3,6,
55 : 16,7 = 3,3,
45 : 9 = 5,0.

Diese Werte fand ich also bei Querschnitten, bei welchen der Centralcylinder zwar stark abgeflacht war, aber doch noch als Einheit bestand, also weder zerrissen, noch in 2 Kreiscylinder geteilt war. Wie schon oben erwähnt, bedeutet bei mir ein Teilstrich 42 μ, er verhält sich also zu einem Teilstrich bei Kny wie 7 : 3. Auf die Knyschen Teilstriche reduziert, würden demnach die von mir gefundenen Werte sich so darstellen:

154 : 86 = 3,1,
147 : 40 = 3,7,
154 : 40 = 3,9,
129,5 : 36,2 = 3,6,
140 : 41,3 = 3,4,
149 : 31 = 4,8,
140 : 39 = 3,6,
128 : 39 = 3,3,
105 : 21 = 5,0.

Ausserdem lag noch in 18 von mir beobachteten Fällen das Verhältnis der beiden Durchmesser zwischen 2 und 3.

Bedeutender war die Abflachung bei einem Querschnitt der Luftwurzel von Brosimum Spurium, wo sich die beiden Durchmesser wie 6 : 1 verhielten, ohne dass der Centralcylinder, dessen Durchmesserverhältnis dabei 3,43 : 1 war, zerrissen worden wäre oder sich geteilt hätte. Auch bei Lupinus albus fand ich ähnliche Durchmesserverhältnisse.

Der kleinste von den oben angeführten Werten für den kleinen Durchmesser der Ellipse des Wurzelquerschnittes war bei mir 21 Kny'sche Einheiten, also 21.18 μ = 0,378 mm. Daraus folgt, dass eine Wurzel von Vicia Faba noch durch einen 0,378 mm engen Spalt zu wachsen vermag, ohne dass ein Zerreissen oder eine Zweiteilung des Centralcylinders einzutreten braucht.

Zu ganz ähnlichen Ergebnissen kam ich bei der Beobachtung von Keimwurzeln von Lupinus albus. Dabei sei aber erwähnt, dass ein Zerreissen oder eine Zweiteilung des Centralcylinders schon bei einem weitern Spalte, etwa von 1 mm Breite bei Vicia Faba beobachtet werden konnte, namentlich dann, wenn das sekundäre Wachstum in Centralcylinder schon verhältnismässig stark vorgeschritten war. Bei dem oben angeführten Wurzelquerschnitt war aber noch nicht einmal das primäre Wachstum im Centralcylinder vollendet.

Auf die Entwickelung der Wurzelhaare beim Wachsen der Wurzel zwischen den Glasplatten ist schon oben bei Behandlung der morphologischen Veränderungen eingegangen worden.

Die Epidermiszellen konnten sich natürlich an der gedrückten Seite nicht papillös nach aussen wölben; sie schlossen sich vielmehr mit ihren radialen Wänden dicht aneinander an, während die nach aussen gerichteten, etwas verdickten Zellwände eine gerade Linie bildeten. Aber nicht nur in der Form, sondern auch in der Grösse zeigten die Epidermiszellen in der Druckrichtung eine Änderung; denn während bei normalen Wurzeln die Durchschnittsgrösse der Epidermiszellen auf 0,35 festgestellt war, fand sich für die Epidermiszellen in der Druckrichtung der Durchschnittswert 0,25, der Maximalwert 0,44 und der Minimalwert 0,04. Dabei war im Gegensatz zu den normalen Epidermiszellen die radiale Ausdehnung kleiner als die tangentiale, so dass für das Verhältnis der beiden Ausdehnungen durchschnittlich 0,68, im Maximum 1,3, im Minimum 0,4 herauskam, während die betreffende Zahl bei normalen Pflanzen durchschnittlich etwa 1,5 : 1 war.

Die Epidermiszellen. Fig. 2.

Um so besser entwickelten sich die Epidermiszellen an der freien Seite; sie wölbten sich stark nach aussen und bildeten, wie schon erwähnt, reichlich und sehr lange Wurzelhaare. Ihre Durchschnittsgrösse betrug mehr als das Doppelte der normalen Pflanze, nämlich 0,78, das Maximum 1,80 und das Minimum 0,33. In entsprechender Weise waren in der freien Richtung die Epidermiszellen radial viel mehr gestreckt, denn hier ergab sich für das Verhältnis der radialen zur tangentialen Ausdehnung im Durchschnitt 1,78, im Maximum 2,33 und im Minimum 1,25. Ähnliche Beobachtungen wie bei Vicia Faba wurden auch an den Epidermiszellen und den unmittelbar darunter liegenden an den Luftwurzeln von Vanilla planifolia gemacht.

Die Einwirkung auf die Rindenschicht.

Die Anzahl der Zelllagen war bei normalen Wurzeln im Durchschnitt, im Maximum und im Minimum:

15, 20, 10.

Die entsprechenden Zahlen für unter Druck gewachsene Wurzeln waren in der freien Richtung:

16,4, 22, 11,

und in der Druckrichtung:

13, 20, 7.

Diese Zahlen geben also eine, wenn auch nicht bedeutende Vermehrung der Zelllagen in der freien Richtung und eine Verminderung derselben in der Druckrichtung an. — Da die durchschnittliche Anzahl der Zelllagen in der freien Richtung 1,4 mehr, die Anzahl in der Druckrichtung aber 2 weniger beträgt als im normalen Falle, so scheint mir die Behauptung Kny's, „dass der Druck in gewissen Fällen den Eintritt von Zellteilungen begünstigt“, sehr zweifelhaft. Wenigstens durfte von Kny aus dem Umstande, dass in seitlich gedrückten Internodien von Begonien (nicht von Impatiens Balsaminea, wie Kny in seinen Ergebnissen irrtümlicherweise sagt) noch Zellteilungen stattfinden, während sie weiter aufwärts und weiter abwärts schon erloschen waren, nicht der Schluss gezogen werden, dass durch Druckkräfte der Eintritt von Zellteilungen unmittelbar begünstigt wird. Denn, dass in dem unter Druck wachsenden Stengelteile noch Zellteilungen stattfinden, erklärt sich aus der von Newcombe in der oben angeführten Arbeit und von mir bestätigten Beobachtung, dass die Zeit der Entwicklung der einzelnen Zellen und Gewebe durch äusseren Druck verlängert wird.

Weiter habe ich an den Querschnitten die Anzahl der Zelllagen festgestellt, die gleichzeitig in der freien und in der Druckrichtung vorhanden waren.

Von den gefundenen Werten seien folgende in Bruchform angeführt, wobei der Zähler die Anzahl der Zelllagen in der freien Richtung, der Nenner die Anzahl der Zelllagen in der Druckrichtung angiebt:

$$\frac{20}{13}, \frac{20}{14}, \frac{22}{17}, \frac{12}{9}, \frac{16}{8}, \frac{15}{10}, \frac{18}{14}, \frac{18}{15}, \frac{15}{12}, \frac{15}{8}, \frac{20}{16}, \frac{15}{9}, \frac{19}{14},$$

Kny teilt folgende Werte mit:

$$\frac{27}{17}, \frac{24}{20}, \frac{21}{16}, \frac{23}{19}, \frac{26}{22}, \frac{22}{16}.$$

Die Kny'schen Werte enthalten durchschnittlich in jeder Richtung mehr Zelllagen. Dies liegt zum Teil daran, dass Kny die Epidermis und die Endodermiszellen mit gezählt hat. Dann kommt es auch bei der unregelmässigen Lagerung der Zellen auf den Modus des Zählens an.

Auch hier ist das grösste der von mir gefundenen Verhältnisse $\frac{16}{8} = 2$ grösser als das grösste bei Kny angeführte $\frac{27}{17} = 1{,}6$, was sich wie oben aus dem stärker ausgeübten Drucke erklärt.

Der immerhin auffallende Unterschied in der Anzahl der Zelllagen in den beiden Richtungen erklärt sich nach Kny's umfangreichen Beobachtungen, nicht nur an Vicia Faba, sondern auch an anderen Pflanzen daraus, dass in der Richtung des Drucks die Bildung antikliner, in der freien Richtung die Bildung perikliner Scheidewände vorwiegt. Dabei lässt Kny die Möglichkeit offen, dass auch gleitendes Wachstum mit die Ursache an der Verschiedenheit der Anzahl der Zelllagen in den beiden Richtungen sein kann. Ganz entschieden sieht er aber in der bevorzugten Bildung antikliner Scheidewände in der Druckrichtung die Hauptursache der erwähnten Erscheinung.

Die Dicke der Rindenschicht. Fig 2.

Bedeutender als der Unterschied in der Anzahl der Zelllagen ist der der Rindendicken in den beiden Hauptrichtungen. Für normale Pflanzen waren hier der Durchschnitts-, der Maximal- und der Minimalwert: 16,8, 25,0 und 10 Einheiten.

Die entsprechenden Werte für unter Druck gewachsene Wurzeln sind 22,5, 33 und 13 Einheiten in der freien Richtung, und 13,2, 26 und 2 Einheiten in der Druckrichtung.

Ist in den gegebenen Werten, besonders in den Minimalwerten, schon ein auffallender Unterschied zu beobachten, so tritt doch die Wirkung des Drucks noch anschaulicher hervor, wenn man wieder

die Verhältniszahlen aus den Dicken in der freien und in der Druckrichtung bei ein und demselben Querschnitt aufstellt.

Während natürlich bei normalen Pflanzen die Rindenschicht nach allen Richtungen nahezu gleich dick ist, fand ich bei unter Druck gewachsenen Pflanzen als Verhältnis der Rindendicke in der freien zu der in der Druckrichtung unter anderm die Werte: 3,5 — 3,1 — 7,5 — 5,0 — 4,17 — 3,8 — 3,33 — 4,0 — 5,0 — 5,1 und als grössten Wert 8,5 : 1.

Noch bedeutender als bei Vicia Faba waren die Unterschiede bei Phaseolus multiflorus, wo der Centralcylinderquerschnitt verhältnismässig wenig von der Kreisform abwich und infolgedessen in der Druckrichtung ganz nahe an die Epidermis grenzte, die übrigens, jedenfalls durch den grossen, durch das sekundäre Wachstum des Centralcylinders, ausgeübten Druck, zerrissen war. Auch an der Luftwurzel von Brosimum spurium stieg genanntes Verhältnis bis zu dem Werte 10 : 1, da die Rindenschicht in der freien Richtung 15 Einheiten, in der Druckrichtung dagegen nur 1,5 Einheiten mass.

Dieser grosse Unterschied in den Rindendicken der beiden Hauptrichtungen erklärt sich natürlich nicht allein daraus, dass in der Druckrichtung weniger Zellreihen gebildet werden als in der freien Richtung, denn das Verhältnis der Anzahl der Zelllagen ist ja im günstigsten Falle gleich 2 : 1. Von weit stärkerem Einfluss ist vielmehr die Verschiedenheit in Grösse und Gestalt der einzelnen Zellen in den beiden Hauptrichtungen. Zunächst zeigen die radialen Durchmesser der Rindenparenchymzellen grosse Verschiedenheiten, je nachdem sie in der einen oder andern Richtung liegen. Bei normalen Pflanzen war hier der Durchschnitts-, der Maximal- und der Minimalwert:

Grösse und Gestalt der Rindenzellen.

1,12 — 1,43 und 0,90 Einheiten.

Die entsprechenden Werte für unter Druck gewachsene Wurzeln waren in der freien Richtung:

1,40 — 2,06 — 0,93,

und in der Druckrichtung:

0,94 — 1,53 — 0,19.

Hier ist besonders der Minimalwert in der Druckrichtung von Bedeutung, der ungefähr den fünften Teil vom Minimalwert in der freien Richtung ausmacht.

Die Form des Querschnitts der normalen Rindenparenchymzelle war, wie schon erwähnt, der Kreis oder die Ellipse; im letzteren Falle war immer der radiale Durchmesser der kleinere. Das Ver-

hältnis der beiden Durchmesser war bei normalen Pflanzen durchschnittlich 1,5 : 1, im Maximum 2 : 1, im Minimum 1 : 1.

Bei unter Druck gewachsenen Pflanzen war in der Druckrichtung ebenfalls der radiale Durchmesser der kleinere, in der freien Richtung war es aber umgekehrt. Hier verhielt sich der tangentiale Durchmesser zum radialen im Maximum wie 1 : 4, im Minimum wie 1 : 1,5.

Am stärksten waren die Rindenparenchymzellen in der Mitte der freien Seite abgeflacht, während nach der Druckrichtung zu die langgestreckte Ellipsenform allmählich in einen Kreis und schliesslich in der Druckrichtung wieder in eine Ellipse überging, wo nun der radiale Durchmesser der kleinere wurde. Hier verhielt sich der tangentiale zum radialen Durchmesser

im Maximum wie 11 : 2
im Minimum wie 2 : 1.

Eine noch bedeutendere Deformation der Rindenparenchymzelle als bei Vicia Faba konnte bei Phaseolus multiflorus konstatiert werden, wo dieselbe sich bis zum Verhältnis 7 : 1 steigerte.

Ferner wurde die Querschnittsgrösse der einzelnen Rindenparenchymzellen bestimmt. Die gefundenen Werte waren bei normalen Pflanzen, im Durchschnitt, im Maximum und im Minimum:

2,20 — 3,20 — 1,20 Quadrateinheiten.

Für die unter Druck gewachsenen Pflanzen waren die entsprechenden Werte in der freien Richtung:

2,80 — 7,50 — 1,25,

und in der Druckrichtung:

1,50 — 2,50 — 0,50.

Hier zeigen also besonders die Maximal- und die Minimalwerte in den beiden Hauptrichtungen auffallende Unterschiede. Die angeführten Beobachtungen beziehen sich, wie immer, wo nichts anders hervorgehoben ist auf Vicia Faba. Untersuchungen an Lupinus albus zeigten sowohl in der Anzahl der Zellen, als auch in der Form derselben nach beiden Hauptrichtungen hin keinen so wesentlichen Unterschied, vielmehr erreichte hier die Pflanze ihren Zweck hauptsächlich dadurch, dass die Querschnitte der Zellen in der Druckrichtung viel kleiner waren als in der freien Richtung.

Aus einer Reihe von Längsschnitten wurden folgende Durchschnitts-Maximal- und Minimalwerte für die Längsausdehnungen der Zellen gefunden, für normale Pflanzen (von Vicia Faba):

2,57 — 4,5 — 0,5 Einheiten,

für unter Druck gewachsene Pflanzen in der freien Richtung:

2,22 — 4,5 — 0,33;

für die Druckrichtung:

2,83 — 6,7 — 0,67.

Hier zeigt sich also die Plasticität der Rindenparenchymzellen insofern, als jetzt in der freien Richtung die Längsausdehnung etwas kleiner, in der Druckrichtung dieselbe etwas grösser ist als im normalen Falle. Die Vergrösserung des Querschnitts der Zelle in der freien Richtung geschieht also zum Teil auf Kosten der Längsausdehnung; umgekehrt bleibt in der Druckrichtung der Querschnitt der Zelle zwar kleiner als im normalen Falle, dafür dehnt sich die Zelle aber etwas mehr in die Länge aus.

Berechnet man aus Querschnitt und Länge der Zelle das Volumen in jedem einzelnen Falle, und wählt man jedes Mal den Durchschnittswert, so erhält man für den Inhalt der Zelle

im normalen Falle: 2,57 . 2,2 = 5,654,
in der freien Richtung: 2,22 . 2,8 = 6,216,
und in der Druckrichtung: 2,83 . 1,5 = 4,245.

Hieraus geht hervor, dass trotz der etwas geringeren Längsausdehnung der Zellen in der freien Richtung, dieselben doch noch ein etwas grösseres Volumen haben als die normalen Zellen, während die Zellen in der Druckrichtung erheblicher an Grösse hinter den normalen Zellen zurückbleiben.

Ein Einfluss auf die Änderung der Membrandicke der einzelnen Zelle konnte bei den Rindenparenchymzellen nicht festgestellt werden.

Spindelförmige Zellkerne.

Bei Betrachtung der Längsschnitte fiel mir noch das verhältnismässig häufige Vorkommen von spindelförmigen, statt kugeligen Zellkernen auf. Da sowohl bei normalen als auch bei unter Druck gewachsenen Pflanzen die Verteilung der spindelförmigen und der kugeligen Zellkerne eine sehr unregelmässige ist, so war es mir nicht möglich, durch Zahlen festzustellen, ob das Auftreten der spindelförmigen Zellkerne bei unter Druck gewachsenen Wurzeln reichlicher ist als bei normalen, doch machten die Längsschnitte den Eindruck, als ob es sich so verhalte. Dagegen stellte ich Vergleiche über Grösse und Form der Längsschnitte dieser spindelförmigen Zellkerne an und bildete zu diesem Zwecke je das Produkt und den Quotienten aus dem grossen und kleinen Radius der betreffenden Ellipsen- respektive Spindelform.

Ein Vergleich der Produkte ergiebt einen Schluss auf die

Grössenverhältnisse, ein Vergleich der Quotienten einen solchen auf die Formverhältnisse.

Bei normalen Pflanzen ergab sich für das Produkt aus den beiden Radien als Durchschnitts-Maximal- und Minimalwert:

2,46, 3,5 und 2,0,

die entsprechenden Zahlen für die unter Druck gewachsenen Wurzeln waren dagegen:

2,70, 3,75 und 1,8

so dass in beiden Fällen die Längsschnitte der Zellkerne nahezu gleich sind.

Anders verhält es sich mit dem Quotienten aus den beiden Radien, der also ein Bild von der Form giebt. Derselbe ergab für die normalen Pflanzen die Werte:

3,2, 4,0 und 2,0,

für die unter Druck gewachsenen:

5,0, 6,7 und 3,0.

Die Zellkerne zeigten sich also bei den unter Druck gewachsenen Zellen erheblich mehr gestreckt, als bei den normalen Pflanzen.

Form und Grösse des Centralcylinderquerschnitts.

Während bei normal gewachsenen Wurzeln von Vicia Faba der Centralcylinderquerschnitt kreisförmig ist, nahm derselbe bei unter Druck gewachsenen elliptische bis rechteckige Gestalt an, bis er bei zu starkem Drucke entweder plötzlich oder allmählich in mehrere Teile zerfiel. Fig. 1 u. 2.

Wie schon oben erwähnt, betrug bei normalen Pflanzen der Centralcylinderquerschnitt 0,153 (im Durchschnitt), im Maximum 0,2 und im Minimum 0,1 vom ganzen Querschnitte.

Bei unter partieller Hemmung gewachsenen Pflanzen waren die entsprechenden Zahlen:

0,122, 0,2 und 0,055.

Unter dem Drucke leidet also die Entwicklung des Centralcylinders relativ mehr als die der Rinde. Das Verhältnis der beiden Durchmesser des Centralcylinders schwankte bei Vicia Faba zwischen 1 : 1 und 3,6 : 1. Einen grösseren Wert konnte ich für dieses Verhältnis ausser bei Lupinus albus weder bei Vicia Faba, noch bei den anderen beobachteten Pflanzen feststellen, so lange der Centralcylinder noch ein Ganzes bildete und sich nicht etwa zur Vorbereitung einer Zweiteilung, einzuschnüren begann. Bei Lupinus

albus konnte als grösstes Verhältnis der Durchmesser des Centralcylinderquerschnitts 4,6 : 1 festgestellt werden, doch hier war dieses Verhältnis auch bei normalen Pflanzen nicht 1 : 1, sondern etwa 1,5 : 1.

Im allgemeinen zeigte sich der ganze Querschnitt stärker gestreckt als der Centralcylinderquerschnitt, konnte doch das Verhältnis der beiden Durchmesser des Gesamtquerschnitts bei Vicia Faba 5 : 1, bei Brosimum spurium 6 : 1 sein.

Besonders gross war der Gegensatz bei Ricinus communis und bei Phaseolus multiflorus, denn während sich hier die ganzen Querschnitte auch ziemlich stark abflachten, erlitt der Centralcylinder je nur eine schwache Abflachung höchstens im Verhältnisse von 2 : 1 der Durchmesser. Das hatte, wie schon bemerkt, zur Folge, dass die Rindenschicht in der freien Richtung viel dicker war, als in der Druckrichtung.

Dagegen zeigte sich bei noch jungen Wurzeln, wo das primäre Wachstum im Centralcylinder noch nicht beendigt war, wiederholt, dass der Centralcylinderquerschnitt stärker gestreckt war, als der ganze Querschnitt.

Ich fand hier z. B. an einer Wurzel (von Vicia Faba) als Reihe der Durchmesserverhältnisse des ganzen Querschnitts:

1,17, 1,25, 1,26, 1,33, 1,45,

während die entsprechende Reihe für den Centralcylinder

1,43, 1,48, 1,50, 1,50, 1,75 war.

Bei einer andern Wurzel waren die entsprechenden Reihen:

1,15, 1,46, 1,60, 1,56 und

1,50, 1,68, 2,10, 2,00.

In beiden Fällen sind die Querschnitte akropetal geordnet.

Beide Pflanzen waren nur 3 Tage mit ihren Wurzeln zwischen den Glasplatten gewachsen.

Im Gegensatz hierzu seien die entsprechenden Reihen für 2 Wurzeln angeführt, die 16 Tage zwischen Glasplatten gewachsen waren. Dieselben sind:

4,62, 3,60, 2,77, 2,40 für den ganzen Querschnitt und

2,13, 2,20, 2,60, 2,27 für den Centralcylinderquerschnitt.

Für die andre Wurzel sind die 2 Reihen:

4,90, 3,30, 2,64, 2,00 und

2,00, 2,00, 2,40 und 1,83.

Diese Erscheinung lässt sich vielleicht so erklären, dass zu einer Zeit, wo das Wachstum im Centralcylinder noch nicht beson-

ders lebhaft ist, und wo namentlich die noch unvollkommene Ausbildung der mechanischen Zellen desselben ein leichtes Zusammendrücken gestattet, sich die Zellen des Rindenparenchyms stärker radial ausdehnen und infolgedessen den Centralcylinder stärker zusammendrücken. Wenn dann im Centralcylinder ein stärkeres Wachstum eintritt, dann wird durch die Thätigkeit des Cambiums wieder ein grösserer Druck auf die Rindenschicht ausgeübt und die Zellen derselben werden wieder zurückgedrängt.

Das stimmt übrigens mit den Ergebnissen der oben erwähnten Newcombe'schen Arbeit überein, in welcher es heisst: „Wird ein junger Dikotylenstamm mit Mark von geringem Widerstande am Dickenwachstum gehindert, so tritt zunächst eine Verschiebung der Gefässzone gegen die Stammachse zu ein, die hauptsächlich durch die Ausdehnung des Rindenparenchyms hervorgerufen wird. Später jedoch wird die Rinde durch das Wachstum der Gefässe zurückgedrängt."

Änderung des ganzen Bauplans des Centralcylinders durch partiell ausgeübten Druck.

Bei normal gewachsenen Pflanzen von Vicia Faba war der Fibrovasalkörper der Wurzel meistens pentarch, doch auch tetrarch, hexarch und heptarch. Ausnahmsweise wurde eine an der Wurzelbasis hexarche Wurzel nach der Spitze zu pentarch, indem das zwischen 2 benachbarten Xylemplatten befindliche Phloemgewebe allmählich verschwand und die 2 benachbarten Xylembündel zu einem verschmolzen.

Was aber bei normalen Pflanzen die Ausnahme bildete, das zeigte sich bei den unter partiellen Druck wachsenden Wurzeln als Regel. Während hier nur ausnahmsweise die ursprüngliche Anzahl von Gefässbündeln erhalten blieb, fand sich an der Wurzelspitze meist ein Gefässbündel weniger als an der Basis. Auch hier war die Wurzel an der Basis meist pentarch, weiter nach der Spitze zu wurde sie dann vielfach tetrarch. Die Umwandlung vollzog sich natürlich in ganz derselben Weise, wie sie oben als Ausnahmsfall für normale Wurzeln angegeben wurde. In entsprechender Weise verwandelte sich die weniger häufig auftretende hexarche Wurzel nach der Spitze zu in eine pentarche.

Im ganzen fand ich so 16 Wurzeln an der Spitze tetrarch, 17 Wurzeln pentarch und nur bei 3 Wurzeln konnte ich an der Spitze ein hexarches, nie aber ein heptarches System feststellen.

In keinem Falle habe ich die Beobachtung gemacht, dass sich ein solches System um 2 Strahlen reduziert hätte, dass also etwa ein hexarches in ein pentarches und schliesslich noch in ein tetrarches übergegangen wäre.

Bei den von mir beobachteten 16 Fällen eines tetrarchen Systems waren stets je 2 Xylembündel in der freien Richtung gelegen, und in 15 Fällen waren die 2 anderen Xylembündel in der Druckrichtung orientiert. Nur in einem Falle war das andre Xylembündelpaar zwischen Druckrichtung und freier Richtung gelegen. Die Phloembündel lagen in den 15 Fällen so zwischen den Xylembündeln, dass sie nicht von der Winkelhalbierenden zwischen dem grossen und kleinen Radius der Centralcylinderellipse halbiert wurden, wie dies bei normalen Pflanzen der Fall ist (s. Fig. 1 u. 2), sondern so, dass der grösste Teil des Phloems immer nach der freien Richtung zu gelegen war.

Kny giebt in seiner wiederholt citierten Arbeit an, dass diese Orientierung des Centralcylinders die von ihm am häufigsten beobachtete gewesen sei, dass aber auch gelegentlich die Phloembündel bei einem tetrarchen System in der Richtung der kleinsten und der grössten Achse der Ellipse gelegen gewesen wären. Zwar habe ich diese Orientierung in einer gewissen Entfernung von der Wurzelspitze auch beobachten können, schliesslich wendeten sich aber stets die Xylembündel so, wie oben angegeben worden ist.

Offenbar würde Kny auch stets zu dem von mir beobachteten Ergebnis gekommen sein, wenn der von ihm auf die Wurzeln ausgeübte Druck gross genug gewesen wäre.

Nur bei Phaseolus multiflorus, wo ich nur wenige Wurzeln beobachtete, konnte ich bei einem tetrarchen System einmal das abweichende Verhalten feststellen, dass die Phloembündel in der Richtung der grössten und der kleinsten Achse gelegen waren.

Das hängt wohl damit zusammen, dass bei Phaseolus multiflorus die Veränderung des Centralcylinders durch den Druck überhaupt nicht so stark war wie bei Vicia Faba.

In den 17 Fällen, wo das System an der Wurzelspitze pentarch war, war immer nur eine Xylemplatte in der Druckrichtung gelegen; die 4 anderen waren entweder sämtlich nach der freien Richtung orientiert, und zwar meist 2 in der grossen Achse und die andern etwas seitlich davon (Fig. 3), oder 3 oder alle 4 etwas von der grossen Achse abliegend (Fig. 4); oder es waren von den 5 Xylemplatten eine in der Druckrichtung gelegen, 2 in der grossen Achse

und die 2 andern nach der andern Seite der Druckrichtung nahe der kleineren Achse. Dabei näherten sich die beiden Platten der kleinen Achse um so mehr, je näher der Schnitt der Spitze zu ausgeführt wurde, während das zwischen ihnen liegende Phloemgewebe immer mehr verschwand, so dass bei weiterer Entwicklung der Wurzel das System offenbar tetrarch in der oben dargestellten Orientierung geworden wäre. (Fig. 2.)

Die Zweckmässigkeit dieser Anordnung, die die Wurzel durch Selbstregulation zu stande bringt, besteht offenbar einerseits darin, dass bei der Lagerung der Sklerenchymfasern nach der Druckrichtung die hinter denselben liegenden Siebröhren sich besser entwickeln können als bei einer anderen Orientierung. Die erwähnte Anordnung ist ferner deshalb für die Pflanzen von Vorteil, weil die Nebenwurzeln, die sich ja in dem Pericambium über den primären Xylembündeln entwickeln, bei der Orientierung der letzteren in der freien Richtung ohne jedes besondere Hindernis nach aussen gelangen können.

Gerade mit Rücksicht auf die Lagerung der Gefässbündel im Centralcylinder habe ich noch an Lupinus albus die entsprechenden Versuche ausgeführt. Bei Lupinus albus ist der Centralcylinder diarch. Der Querschnitt des Centralcylinders ist ferner nicht kreisförmig, sondern elliptisch und die beiden Xylembündel liegen in der grossen Achse der Ellipse; dabei geht die Medianebene der beiden Keimblätter durch die grosse Achse.

Bei den mit Lupinus albus angestellten Versuchen brachte ich die Keimwurzeln so zwischen die Glasplatten, dass die Xylembündel senkrecht gegen die Glasplatten gerichtet waren. Waren dann die Wurzeln weit genug in den engen Spalt hineingewachsen, so konnte ich bei der Reihe von akropetal geführten Querschnitten beobachten, wie die grosse Achse der Ellipse des Centralcylinderquerschnitts und mit ihr die Xylembündel immer mehr von der Druckrichtung nach der freien Richtung hin abwich, bis sie schliesslich genau in die freie Richtung zu liegen kam. (Fig. 5—8.)

Veränderungen in den einzelnen Geweben des Centralcylinders.

Da nach Kny's Beobachtungen in der Endodermis, die bei normalen Pflanzen aus hexagonalen Zellen besteht, eine Zellvermehrung fast nur durch Einschiebung perikliner Zellwände statt- Endodermis

findet, so kann die starke Ausdehnung der Endodermis, die sich durch Vergrösserung des Umfangs beim Übergang der Kreisform des Centralcylinderquerschnitts in die elliptische notwendig macht, nur dadurch erreicht werden, dass die Endodermiszellen stark zusammengedrückt, respektive an ihrer radialen Ausdehnung gehindert werden, so dass der ursprünglich sechsseitige Querschnitt die Gestalt eines Rechtecks annimmt mit der kurzen Seite in radialer Richtung.

Dabei konnte ich wiederholt beobachten, dass die Zellen über den Xylemstrahlen besonders stark zusammengedrückt erscheinen und auch viel kleiner bleiben als die Endodermiszellen über dem Hartbast, die auch vielmehr ihre ursprüngliche Gestalt bewahrten.

So fand ich als Durchschnitts-Maximal- und Minimalwerte der Endodermiszellen für normale Pflanzen die Werte:

0,356, 0,39, 0,22,

für die Endodermiszellen über dem Hartbast:

0,225, 0,27, 0,18,

und für die über den Xylemstrahlen:

0,043, 0,056, 0,030.

Es sei noch bemerkt, dass die obigen Werte an ein und demselben Schnitte gefunden wurden, wo sich der Gegensatz zwischen den genannten Endodermiszellen sehr stark zeigte. Bei vielen Schnitten konnte dagegen kaum ein starker Unterschied wahrgenommen werden.

Das Pericambium.

Die Pericambiumzellen, welche bei normalen Pflanzen über den Xylembündeln verhältnismässig stark radial gestreckt waren, weniger über dem Phloemgewebe, zeigten diese Streckung in weit grösserem Masse in der freien Richtung; in der Druckrichtung waren sie zwar nicht so stark radial gestreckt, wie bei normalen Pflanzen, doch wich ihre Gestalt von der normalen bei weitem nicht so stark ab, wie dies bei den anderen Gewebselementen, namentlich bei den Rindenparenchymzellen, beobachtet werden konnte. Da die Pericambiumzellen über dem Phloemgewebe fast immer zwischen der Druckrichtung und der freien Richtung gelegen waren, so zeigten sie keine auffällige Form- oder Grössenänderung untereinander.

Die Grösse normaler Pericambiumzellen über den Xylemplatten war durchschnittlich 0,43, im Maximum 0,62 und im Minimum 0,25. Die entsprechenden Grössen waren durchschnittlich in der freien Richtung 0,35 und in der Druckrichtung 0,25.

Das Xylem.

Eine starke Formänderung macht sich besonders an den durch primäres Wachstum entstehenden Xylemstrahlen bemerkbar. Die-

selben werden bei normal wachsenden Pflanzen so angelegt, dass die Gefässbildung vom Pericambium aus mit kleinen Gefässen beginnt. Daran schliessen sich nach innen zu immer grösser werdende Gefässe an. Der Querschnitt eines solchen Xylemstrahls hat dann etwa die Gestalt eines gleichschenkligen Dreiecks. An der Spitze liegen die kleinen Gefässe einschichtig, an der Basis die grösseren Gefässe zwei- bis dreischichtig. Dabei verhält sich die Basis zur Höhe etwa wie 1 : 2.

Bei unsern unter Druck gewachsenen Wurzeln zeigt sich nun in der Form der Gefässtrahlen ein grosser Unterschied, je nachdem dieselben in der Druckrichtung oder in der freien Richtung gewachsen sind. Die entstehende Form der Xylemplatte ist in beiden Richtungen in den meisten Fällen die eines Rechtecks; aber während bei den Xylemstrahlen der freien Richtung die radiale Rechteckseite ganz bedeutend länger ist als die tangentiale, so ist in der Druckrichtung die radiale Seite entweder nur wenig grösser oder gleich oder auch sogar kleiner als die tangentiale.

Dabei konnte noch festgestellt werden, dass in dem extremsten Falle in den primären Xylemstrahlen der freien Richtung alle Gefässe in einer einzigen radialen Reihe hintereinander und ganz entsprechend in der Druckrichtung alle einzelnen Gefässe eines Strahls in einer einzigen Reihe tangential nebeneinander lagen.

Einige Beispiele für das Verhältnis der radialen zur tangentialen Ausdehnung eines Xylemstrahls, das also im normalen Falle ungefähr gleich 2 ist, mögen hier angegeben sein. Dabei sollen die Verhältnisse, die sich auf ein und demselben Querschnitt zeigten, durch einen Bruchstrich getrennt werden. Der Zähler des Bruchs giebt das Verhältnis an, welches die Seiten des Xylemrechtecks in der freien Richtung haben; der Nenner giebt das Verhältnis, beziehungsweise die Verhältnisse in der Druckrichtung.

Ich fand hier unter anderen folgende Werte:

$$\frac{9{,}5}{0{,}67},\ \frac{10}{1},\ \frac{13}{1},\ \frac{3{,}5}{0{,}4\cdot 0{,}7},\ \frac{10{,}5}{1{,}7\cdot 1}.$$

Es sind jedoch nur die extremsten Werte aufgezeichnet worden.

Während also im normalen Falle die radiale zur tangentialen Ausdehnung sich etwa wie 2 : 1 verhält, so kann sich dieses Verhältnis in der freien Richtung bis 13 : 1 steigern. In der Druckrichtung kommt dagegen die Gestalt des Xylembündelquerschnitts einem Quadrat sehr nahe, ja in mehreren Fällen konnte sogar eine Rechtecksform mit grösserer tangentialer Ausdehnung festgestellt

werden, so verhielt sich in einem Falle in der Druckrichtung die tangentiale zur radialen Seite wie 5 : 2.

Es wurde auch versucht festzustellen, ob ein Einfluss auf die Anzahl der Gefässe der einzelnen Xylembündel nachgewiesen werden kann. Es ist dies deshalb schwierig, weil auch bei normalen Pflanzen die Anzahl der Gefässe in den einzelnen Platten durchaus nicht einander gleich ist, sondern mitunter bedeutende Unterschiede zeigt. Im folgenden findet sich in der ersten Schicht die Anzahl der in der Xylemplatte der freien Richtung gezählten Gefässe, in der untersten Schicht die betreffende Zahl für die Druckrichtung, und wo eine mittlere angegeben ist, so bezieht sich dieselbe auf eine Gefässplatte, die bei einem pentarchen System zwischen freier und Druckrichtung gelegen war.

Ich fand also hier folgende Werte:

$$\frac{27}{\frac{14,27}{9,13}}, \quad \frac{15,13}{6,6,9}, \quad \frac{9,9}{12,12}, \quad \frac{45,45}{\frac{20,20}{16}},$$

$$\frac{9,13}{16,14}, \quad \frac{18,14}{20,11,13}, \quad \frac{24,15}{19,12}.$$

Die angeführten Werte zeigen also doch, dass sich in der freien Richtung eher eine grössere Anzahl von Gefässen in den Xylemstrahlen findet als in der Druckrichtung, wenn auch in den Fällen $\frac{9 \cdot 9}{12 \cdot 12}$ und $\frac{9,13}{16,14}$ in der Druckrichtung eine grössere Anzahl von Gefässen beobachtet werden konnte. Dabei ist allerdings noch das eine zu bedenken, dass die einzelnen Xylemplatten mitunter aus 2 miteinander verschmolzenen entstanden sein können.

Für die Grösse der Xylemplatten fanden sich folgende Werte:

$$\frac{5.\,4}{1.\,1.\,2}, \quad \frac{5.\,3}{4,5.\,2.\,3}, \quad \frac{1.\,1}{0,5.\,0,9}, \quad \frac{1.\,2,5}{2,5.\,1,2.\,1,5}, \quad \frac{5.\,4}{2.\,1,8}.$$

Die Xylemplatten der freien Richtung sind also fast durchweg und zum Teil bedeutend grösser als die der Druckrichtung.

In Bezug auf die Grösse und Form zeigten die Gefässe der Druck- und der freien Richtung keine auffallenden Unterschiede. Das Lumen des einzelnen Gefässquerschnittes war in beiden Fällen etwas kleiner als bei normalen Pflanzen, denn während bei letzteren als Durchschnitts-Maximums- und Minimumswert für den Querschnitt des einzelnen Gefässes die Zahlen

1,15, 2,0 und 0,5

gefunden worden waren, waren die entsprechenden Zahlen für die unter Druck gewachsenen Pflanzen

1,0, 1,8 und 0,38

also durchweg etwas kleiner als die oben angeführten Werte.

Während ferner der Querschnitt eines Gefässes bei normalen Pflanzen etwa regelmässig sechsseitig ist, werden die Querschnitte der Gefässe bei unter Druck gewachsenen Pflanzen elliptisch und zwar sind die Deformationen in beiden Richtungen etwa gleich gross; es verhalten sich nämlich in beiden Richtungen der grosse Durchmesser zum kleinen Durchmesser des elliptischen Gefässquerschnittes wie 4 : 1 (im Maximum). Auch auf Längsschnitten wurden die Gefässe beobachtet und ihre Weiten bestimmt. Dieselben waren im Durchschnitt für normale Gefässe 0,5, für Längsschnitte durch die freie Richtung 0,6 und für Längsschnitte durch die Druckrichtung 0,37.

Das Phloem.

Da die Phloemgruppen bei Vicia Faba in den von mir beobachteten Fällen, wie schon erwähnt, immer nach der freien Richtung hin gelegen waren, so zeigten sie auf demselben Querschnitte untereinander auch keine Unterschiede in Grösse und Form. Während aber bei normalen Pflanzen die Phloemgruppen etwa halbmondförmig gestaltet waren, wobei die schwächere Krümmung nach aussen gerichtet war, flachte sich die Gestalt einer Phloemgruppe unter Druck ab und ward mehr elliptisch langgestreckt.

Dagegen zeigten die 10 Phloemgruppen der beobachteten Luftwurzel von Vanilla planifolia auffallende Unterschiede an Form und Grösse, je nachdem sie in der freien oder in der Druckrichtung orientiert waren. Es war hier die Grösse einer Gruppe im normalen Falle, in der freien Richtung und in der Druckrichtung durchschnittlich, beziehungsweise:

1,2, 1,5 und 1,0 Einheiten.

Die Siebröhren waren also in der freien Richtung besser, in der Druckrichtung weniger gut entwickelt als im normalen Falle. Ferner verhielt sich die radiale zur tangentialen Ausdehnung einer Phloemgruppe in den 3 Fällen wie:

3 : 2, 3 : 1 und 1 : 1.

In der freien Richtung zeigten sich also die Phloemgruppen weit stärker, in der Druckrichtung viel schwächer gestreckt als im normalen Falle.

Die weitere Frage, ob das Wachsen zwischen Hemmnissen einen günstigen oder ungünstigen Einfluss auf die Entwicklung

einzelner Gewebe ausübt ist sehr schwer zu beantworten. Da sei zunächst daran erinnert, dass schon der Centralcylinderquerschnitt an sich bei unter Druck gewachsenen Pflanzen sich nicht so stark entwickelt, wie bei normalen (S. 19), denn bei normalen Pflanzen macht der Centralcylinderquerschnitt durchschnittlich 0,153, bei anormalen 0,122 des ganzen Rindenquerschnitts aus. Es werden demnach die einzelnen Gewebe absolut genommen durch das Wachstum der Wurzel zwischen Hindernissen, an ihrer Ausbildung gehemmt. Es handelt sich aber hier darum, zu entscheiden ob die relativen Anteile der einzelnen Gewebe am Centralcylinder dieselben bleiben wie im normalen Falle. Erschwert wird die Entscheidung dieser Frage dadurch, dass sich normale Wurzeln schneller entwickeln als unter Druck gewachsene. Es ist dies schon oben (S. 8) durch Gewichtsbestimmungen gefunden worden, auch hat dies schon früher Newcombe für Pflanzen, die unter allseitigen Druck gewachsen waren, nachgewiesen. Dieselbe Thatsache kann man aber auch an den Wurzelquerschnitten beobachten.

So habe ich beispielsweise bei normal gewachsenen Pflanzen schon am 9ten Tage nach Hervorbrechen der Keimwurzel aus dem Samen den Beginn des sekundären Wachstums beobachten können, während bei unter Druck gewachsenen in einem Falle das sekundäre Wachstum nach 11 Tagen, bei einem andern nach 16 Tagen noch nicht begonnen hatte.

Weiter konnte bei einer 13 Tage alten, normal gewachsenen Pflanze das sekundäre Wachstum als weit vorgeschritten bezeichnet werden; ja bei einer andern 13 Tage alten Wurzel hatten sich schon die sekundär gebildeten Gefässe mit den primären Xylemstrahlen zu einem geschlossenen Ring vereinigt.

Bei unter Druck gewachsenen Wurzeln konnte bei einer 16 Tage, und ein andres Mal bei einer 18 Tage alten Pflanze nur erst ein schwaches sekundäres Wachstum festgestellt werden.

Bei unter Druck gewachsenen Pflanzen konnte endlich die oben erwähnte Ringbildung des Xylems immer nachgewiesen werden, wenn die Pflanze über 28 Tage alt war, während bei normalen Pflanzen die Ringbildung mindestens mit dem zwanzigsten Tage eingetreten war. Da es also zu falschen Ergebnissen führen würde, wenn man Querschnitte gleichen Alters miteinander vergleichen wollte, so habe ich versucht, Pflanzenquerschnitte von etwa gleichem Entwicklungszustande miteinander zu vergleichen und die Querschnitte zu diesem Zwecke in 3 Gruppen geteilt.

In Gruppe I stellte ich die Querschnitte, welche sich im Zustande des primären Wachstums befanden; in Gruppe II kamen die, bei welchen das sekundäre Wachstum begonnen hatte, aber noch nicht bis zur Schliessung des Xylemrings gediehen war. In Gruppe III endlich kamen die Querschnitte mit vollständig geschlossenem Xylemring. Dann bestimmte ich in jedem Fall den durchschnittlichen Anteil 1) des Xylemgewebes, 2) des Hartbasts und 3) des übrigen Phloemgewebes am Centralcylinderquerschnitte.

Die Ergebnisse seien im folgenden Schema mitgeteilt, wo über dem Bruchstriche der Anteil bei der normalen Pflanze, unter dem Bruchstrich der unter Druck gewachsenen Pflanze angegeben wird.

	Xylem.	Hartbast.	Siebröhren.
I.	0,155 / 0,092	0,07 / 0,07	0,23 / 0,17
II.	0,15 / 0,123	0,067 / 0,104	0,237 / 0,218
III.	0,267 / 0,244	0,069 / 0,055	0,25 / 0,22

Diese Werte, die aber bei der Schwierigkeit der Vergleichung keinen Anspruch auf absolute Sicherheit machen können, würden also ergeben, dass das Xylemgewebe sowohl, wie die Siebröhren, in der ersten Gruppe bei normalen Pflanzen einen erheblich grösseren Anteil am Gewebe des Centralcylinders beanspruchen, als bei anormalen; es würde also dann dem Grundgewebe bei anormalen Pflanzen ein entsprechend grösserer Anteil zufallen. In den andern Gruppen gleicht sich diese Differenz etwas aus, so dass dann diese beiden Gewerbearten bei unter Druck gewachsenen Wurzeln einen bald ebenso grossen Anteil am Centralcylindergewebe haben, als bei normalen Pflanzen.

Beim Hartbast kam ich zu dem Ergebnis, dass in der ersten Gruppe in beiden Fällen gleich viel gebildet wird, dass dagegen in der zweiten Gruppe erheblich mehr Hartbast bei anormal gewachsenen, in der dritten Gruppe wieder relativ etwas mehr Hartbast bei normal gewachsenen Pflanzen vorhanden ist. Dabei sei aber noch bemerkt, dass in Gruppe III als Maximalwert für unter Druck gewachsene Pflanzen 0,105, als Maximalwert für normal gewachsene 0,095 festgestellt wurden, Werte, welche auch für diese Gruppe für eine relative Begünstigung der Hartbastentwicklung unter Druck sprechen würden.

Über die Bildung von Nebenwurzeln.

Da sich die Nebenwurzeln bei den Dikotylen, mit Ausnahme der Umbelliferen und Araliaceen,[6]) stets im Pericambium über den Gefässen bilden, so ist von vornherein zu erwarten, dass bei unter Druck gewachsenen Wurzeln sich die Nebenwurzelbildung in der Druckrichtung in anderer Weise vollzieht als in der freien Richtung.

Zunächst wurde schon oben hervorgehoben, dass die 2 Xylemgruppen des diarchen Systems bei Lupinus albus sich im Laufe des Wachstums der Wurzel stets nach der freien Richtung hin wenden, wenn auch die Keimwurzel von vorn herein so zwischen die Glasplatten gelegt wurde, dass die beiden Xylemstrahlen in die Druckrichtung zu liegen kamen.

Aber auch bei Vicia Faba lagen immer mindestens 2 Xylemstrahlen in der freien Richtung. Das ist natürlich, wie schon erwähnt, von grossem Vorteil für die sich über solchen Xylemstrahlen entwickelten Nebenwurzeln, weil sie dann bei ihrem Austritt aus der Hauptwurzel auf kein Hindernis stossen.

Weiter ergab sich, dass über den Xylemstrahlen der Druckrichtung überhaupt weniger Nebenwurzeln zur Entwicklung kommen als über den Xylemgruppen der freien Richtung.

Bei normalen Pflanzen pflegen dann die im Pericambium über den Xylemstrahlen entstehenden Nebenwurzeln auf dem kürzesten Wege die Hauptwurzel zu durchsetzen; sie gehen also durch das Rindenparenchym senkrecht zur Wurzelachse nach aussen. In entsprechender Weise geschieht dies auch bei den unter Druck gewachsenen Wurzeln für die Nebenwurzeln, die in der freien Richtung angelegt sind.

Die in der Druckrichtung über einem primären Xylemstrahl entstehende Nebenwurzel will zwar auch in der Weise aus dem Centralcylinder der Hauptwurzel herauswachsen, dass sie senkrecht zur Hauptwurzel und senkrecht zur Glaswand gerichtet ist. Der von aussen auf die Glasplatte ausgeübte Druck hindert sie aber daran, in der anfangs eingeschlagenen Richtung weiter zu wachsen. Dabei zeigt sich die Eigentümlichkeit, dass sich in der Nebenwurzel viel mehr Zellen in tangentialer Richtung nebeneinander ordnen, als bei normal wachsenden oder bei den Nebenwurzeln, die sich in der freien Richtung entwickeln. Offenbar wirkt auch hier der Druck auf die Bildung antikliner Zellwände begünstigend ein. Die

---

[6]) Van Tieghem: „Symétrie de structure des plantes. p. 285.

nun breiter angelegte Nebenwurzel vermag nun ihrerseits auch einen grösseren Widerstand zu überwinden. Da sie nicht auf dem kürzesten Wege durch das Rindenparenchym aus der Hauptwurzel nach aussen gelangen kann, so bewegt sie sich entweder, wie in einer grossen Anzahl von Fällen beobachtet werden konnte, durch das Rindenparenchym etwa senkrecht zu ihrer Anfangsrichtung und dabei noch immer wie vorher in der Ebene senkrecht zur Wurzelachse, bis sie in der freien Richtung nach aussen gelangt, oder sie verlässt die zur Wurzelachse senkrechte Ebene und dringt in immer mehr akropetal und mehr nach aussen gelegene Rindenschichten vor; gleichzeitig wendet sie sich immer mehr von der Druckrichtung nach der freien Richtung hin, bis sie schliesslich in der freien Richtung zwischen den Glasplatten nach aussen durchzubrechen vermag.

Über die Veränderung des Centralcylinders der Wurzel beim Überschreiten des plastischen Wachstums, hervorgerufen durch zu grosse Drucksteigerung.

Ward der auf die Glasplatten ausgeübte Druck so gross, dass der Centralcylinder als Einheit nicht mehr zu bestehen vermochte, so konnte diese Auflösung der Einheit im Centralcylinder oder auch der ganzen Wurzel in verschiedener Weise vor sich gehen.

Entweder zerriss der Centralcylinder plötzlich in 2 Teile. Dieser Riss zeigte hierbei in allen bei Vicia Faba und auch bei Lupinus albus beobachteten Fällen immer dieselbe Richtung; er verlief nämlich etwa in der Winkelhalbierenden des von der Druckrichtung und der freien Richtung gebildeten rechten Winkels. (Fig. 8.)

Die beiden Hälften des Centralcylinderquerschnitts zeigten sich dann bei weiter akropetal geführten Querschnitten nach der Epidermis hin verschoben, wie es in Fig. 9 angedeutet ist, so dass in beiden Hälften immer der grössere Teil der Endodermis nach innen gelegen war. Dabei zeigte jede Hälfte der Endodermis das Bestreben, sich wieder zu vervollständigen, um so den Rest des Centralcylinderquerschnitts vollständig zu umschliessen. Das meristematische Gewebe beider Teilcylinder setzte dabei seine Thätigkeit, vor allem auch die Bildung von Nebenwurzeln fort. Die letzteren wuchsen dann in ähnlicher Weise durch das Rindenparenchymgewebe hindurch, wie schon oben erwähnt, nämlich in einer Ebene senkrecht zur Wurzelachse, indem der Ort des geringsten Wider-

stands gewählt wurde. Dabei wurde in einem Falle beobachtet, (Fig. 9) dass die in der einen Hälfte des Centralcylinders entwickelte Nebenwurzel, nachdem sie das Rindenparenchym fast in der ganzen Ausdehnung der freien Richtung und zwar nach innen zu durchwachsen hatte, auf die andre Centralcylinderhälfte stiess, um diese in einen Bogen herumwuchs und schliesslich durch die Epidermis hindurch nach aussen gelangte. — Ganz entsprechende Beobachtungen machte George Peirce.[7]) Nach ihm wuchsen die in fremdes Gewebe eindringenden Wurzeln immer um die Gefässbündel und Sklerenchymmassen herum, ohne entgegenstehendes Gewebe aufzulösen.

Auch konnte der Fall beobachtet werden, dass der Centralcylinder nicht in zwei, sondern in eine ganze Anzahl von Teilen zerfiel, die dann im Rindenparenchym bunt zerstreut lagen.

Die zweite Art, wie die Wurzel auf die Überschreitung der zulässigen Druckgrenze reagierte, bestand darin, dass der Centralcylinder sich in der Druckrichtung einschnürte, bis der vorher elliptische bis rechteckige Querschnitt in 2 Kreise zerfiel. An der nach aussen gelegenen Seite jeder Einschnürungsstelle konnte dann wiederholt eine lebhafte Zellteilung, ähnlich wie sonst in der Cambiumzone beobachtet werden.

Diese Zweiteilung blieb aber akropetal nicht immer erhalten, sondern es zeigte sich mitunter, dass die 2 Kreise sich wieder zu einer Ellipse vereinigten, dass dann diese Ellipse sich wieder einschnürte, um wieder in 2 Kreise zu zerfallen, und so konnte sich dieses Spiel nach der Wurzelspitze zu mehrere Male wiederholen. Dabei stellte sich ferner folgende Erscheinung wiederholt ein: War der Centralcylinder ursprünglich tetrarch gewesen, so wurde er nach dem Zerfallen des Querschnitts in 2 Kreise und nach dem Wiedervereinigen dieser Kreise zu einer Ellipse nunmehr triarch der Art, dass 2 Xylemstrahlen in der freien Richtung, 1 Xylemstrahl in der Druckrichtung gelegen waren, so dass also in der einen Druckrichtung ein Xylemstrahl verloren gegangen war. So weit ich mich erinnere habe ich zu Anfang meiner Beobachtungen auch einmal gesehen, dass weiter akropetal sich der fehlende vierte Xylemstrahl gegenüber dem in der Druckrichtung vorhandenen wieder zu bilden begann.

Dieses wiederholte Teilen und Wiedervereinigen der Teile des

---

[7]) George Peirce: „Das Eindringen von Wurzeln in lebendiges Gewebe". Febr. 1894. Bot. Ztg. 52. Bd. S. 94.

Centralcylinders lässt sich vielleicht aus der Periodicität des sekundären Wachstums erklären.

Offenbar ist dieses Zerlegen der Ellipse in 2 Kreise von grossem Vorteil für den Fall, dass die Wurzel schliesslich an der Spitze gespalten wird, denn wenn auch selbst dann, wenn die Wurzel an der Spitze absichtlich gespalten wird, wie dies Lopriore gethan hat, eine vollständige Selbständigkeit der beiden Spalthälften und eine Regeneration der einzelnen Gewebe eintritt, so ist es selbstverständlich für die Pflanze vorteilhafter, wenn schon vor dem Eintritt des Spaltens der Wurzelspitze, was also in unserm Falle durch Hineinwachsen in den engen keilförmigen Spalt bewirkt wird, der Centralcylinder in 2 Teile zerfallen ist, so dass also dann auf jede Spalthälfte ein solcher Teilcylinder kommt.

Schon oben (S. 19.) habe ich mitgeteilt, dass bei Vicia Faba, Brosimum spurium, Ricinus communis, Phaseolus multiflorus und den Luftwurzeln von Orchideen, Araceen und Urticaceen eine Abflachung des Centralcylinderquerschnittes nie stärker als mit dem Durchmesserverhältnis 3,6 : 1 beobachtet werden konnte, während der Querschnitt der ganzen Wurzel bei Vicia Faba das Durchmesserverhältnis 5 : 1, bei Brosimum spurium sogar 6 : 1 erreichte, ohne dass der Zusammenhang des ganzen Centralcylinders gestört wurde, oder auch nur eine Einschnürung entstand. Auch in der Lopriore'schen Arbeit, wo sich in den beigegebenen Tafeln vielfach stark abgeflachte Centralcylinderquerschnitte dergestalt finden, ist das Durchmesserverhältnis nur einmal grösser als 4 : 1, nämlich 4,3 : 1, in den andern 12 Fällen ist es aber immer kleiner als 2 : 1.

Ich habe schon darauf hingewiesen, dass dieses Zerfallen des elliptischen, beziehungsweise rechteckigen Querschnittes des Centralcylinders in 2 Kreise als Vorbereitungsstadium für die später eintretende Spaltung der Wurzel angesehen werden kann. Dabei möge aber noch eins erwogen werden. Beim Hineinwachsen in den engen Spalt nimmt also der Centralcylinderquerschnitt die Gestalt einer langgestreckten Ellipse und weiterhin fast die eines Rechtecks an. Setzt man dabei voraus, dass der Inhalt des Rechtecks unverändert bleibt, so folgt zunächst, dass sein Umfang immer mehr zunehmen muss, je gestreckter das Rechteck ist. Dieser Zunahme des Umfangs ist aber schon dadurch eine Grenze gesetzt, dass nach Kny's Beobachtungen in der Endodermis auch bei unter Druck wachsenden Wurzeln Zellteilungen fast nur durch perikline

Zellwände stattfinden, so dass die Endodermis sich nur durch Zusammendrücken der einzelnen Endodermiszellen verlängern kann.

Es muss also schliesslich für den nahezu rechteckigen Centralcylinderquerschnitt der Fall eintreten, dass er sich in 2 Teile auflöst, die dann nach den Beobachtungen kreisförmig sind, weil bei einem bestimmten Verhältnis der beiden Rechteckseiten zu einander, der Umfang des Rechtecks grösser sein würde, als der Umfang der entstandenen 2 Kreise. Stellt man sich also die Frage, bei welchem Verhältnis der Rechteckseiten zu einander der Umfang des Rechtecks genau so gross sein würde, wie der Umfang zweier Kreise, deren Inhaltssumme gleich dem Inhalt des Rechtecks ist, so ergiebt eine elementare Berechnung das Verhältnis 4,03 : 1.

Ist also die lange Rechteckseite weniger als 4mal so gross als die kurze, so wird der Umfang des Rechtecks kleiner sein, als der Umfang zweier Kreise, deren Inhaltssumme genau so gross ist, wie der Inhalt des Rechtecks. Ist dagegen die lange Seite des Rechtecks etwa 5mal so gross als die kurze Seite, so würde nunmehr der Umfang des Rechtecks grösser sein, als der Umfang der 2 Kreise, in welche das Rechteck, respektive die langgestreckte Ellipse durch Einschnüren und schliessliche Teilung zerfallen ist.

Es stellt sich also nach dieser Seite hin als durchaus zweckmässig heraus, dass das Verhältnis der Centralcylinderausdehnungen im Querschnitt bei allen beobachteten Pflanzen, ausser bei Lupinus albus höchstens 3,6 : 1 war, also nicht über 4,03 : 1 hinausging.

Die Ausnahmestellung von Lupinus albus, wo für das Verhältnis der Durchmesser des Centralcylinderquerschnitts der Maximalwert 4,6 : 1 beobachtet wurde, erklärt sich aber daraus, dass auch die normale Wurzel von Lupinus albus als Centralcylinderquerschnitt keinen Kreis hat, sondern eine Ellipse mit einem Durchmesserverhältnis von ungefähr 3 : 2.

Zusammenfassung der erhaltenen Ergebnisse.

Im folgenden seien nun noch einmal die Ergebnisse der obigen Untersuchungen zusammengefasst.

Lässt man eine Keimwurzel oder eine Luftwurzel in einen Spalt hineinwachsen, so entwickelt sie sich zunächst, bis der Spalt zu eng geworden ist, wie eine normale Wurzel; sie fügt sich dabei natürlich ihrer Umgebung an und nimmt an Stelle eines kreisförmigen, einen elliptischen bis rechteckigen Querschnitt an. Ist der Spalt zu eng geworden, so wächst sie entweder gar nicht weiter,

oder mit ausserordentlich geringerer Geschwindigkeit als im normalen Falle, auch sucht sie sich dadurch durch den engen Raum hindurchzuzwängen, dass ihre Zellen in der Druckrichtung an Grösse erheblich gegen den normalen Fall zurückbleiben, und dass die Form der Zellen in der Weise geändert wird, dass der radiale Zelldurchmesser in der Druckrichtung viel kleiner bleibt, der der freien Richtung dagegen viel grösser wird als bei normal gewachsenen Zellen. Auch ordnen sich viel mehr Zellen in der freien Richtung hintereinander als in der Druckrichtung, da durch den ausgeübten Druck bei der Zellteilung in der Druckrichtung viel mehr antikline als perikline Scheidewände entstehen. Auf diese Weise vermochte die Wurzel von Vicia Faba noch durch einen Spalt von etwa $^1/_3$ mm Weite hindurchzuwachsen, ohne dass ein Zerreissen des Centralcylinderquerschnitts oder auch nur ein Einschnüren desselben eintrat.

Wenn endlich die Wurzel mit all diesen ihr zur Verfügung stehenden Mitteln immer noch nicht im Stande ist, durch den engen Spalt hindurchzuwachsen, so bleibt ihr noch der Weg übrig, sich an der Spitze zu teilen, so dass nun jede Hälfte für sich vorwärts zu wachsen versucht.

Diese Zweiteilung wird dadurch begünstigt, dass sich der Centralcylinder schon vor der eingetretenen Zweiteilung entweder plötzlich in 2 Teile spaltet, oder durch allmähliches Einschnüren in 2 Kreiscylinder zerfällt. Dadurch wird die von Lopriore festgestellte Regeneration der beiden Spalthälften in der günstigsten Weise vorbereitet.

In einzelnen Fällen gelingt es dann einer oder der andern Hälfte wegen des kleinern Volumens, zwischen den Spalt hindurchzuwachsen, oder wenn dies die Hauptwurzel oder eine ihrer Spalthälften nicht selbst thut, so vermag vielleicht eine ganz in der Nähe der Wurzelspitze entstehende Nebenwurzel die Rolle der Hauptwurzel zu übernehmen, während die Hauptwurzel am weiteren Vordringen aufgehalten wird.

Unter dem äusseren Drucke, welcher auf der Hauptwurzel lastet, entwickelt sich zunächst der Stengel der Pflanze, wenigstens bei Vicia Faba, ebenso gut, oder gar noch besser als bei normalen Pflanzen. Bald macht sich aber auch ein ungünstiger Einfluss auf das Stengelwachstum bemerkbar.

Ebenso entwickeln sich zwischen den Glasplatten weniger Nebenwurzeln als im normalen Falle, besonders wird die Neben-

wurzelbildung in der Druckrichtung gehemmt. Dagegen zeigt sich als Correlat zu dieser ungünstigen Beeinflussung der Nebenwurzelbildung zwischen den Glasplatten eine um so reichlichere Nebenwurzelentwicklung an den Stellen der Wurzel und des Hypokotyls, welche sich nicht im Spalt befinden. Die Nebenwurzeln wachsen dort schneller und werden kräftiger und länger als bei normalen Pflanzen, auch stellen sich, wohl als Folge der zahlreich entwickelten Nebenwurzeln oft Verbänderungen ein. Dazu kommt noch, dass sich dort bei Vicia Faba verhältnismässig häufig Nebenwurzeln 2·0. von beträchtlicher Länge (bis 5 cm) bilden, während sich sonst bei Vicia Faba Nebenwurzeln 2. 0. erst nach Entfaltung der Blüten einzustellen pflegen und vor diesem Zeitpunkte nur ganz ausnahmsweise und als dann auch wenig zahlreich und von geringer Grösse (wenige Millimeter) erscheinen.

Ferner kann es nicht überraschen, das sich zwischen den Glasplatten an der Hauptwurzel in der Druckrichtung überhaupt keine Wurzelhaare entwickeln können. Dafür entstehen sie aber in der freien Richtung um so üppiger, nehmen dort eine viel grössere Strecke ein wie bei normalen Pflanzen und erreichen überdies eine viel beträchtlichere Länge.

Durch all diese Correlationen vermag die Pflanze die Nachteile, die ihrer Hauptwurzel durch die Wachstumshemmung entstehen, etwas auszugleichen.

Wie schon erwähnt, wird der Querschnitt der ganzen Wurzel elliptisch bis rechteckig, und zwar konnte bei Vicia Faba und bei Lupinus albus ein Verhältnis der Rechteckseiten bis zu 5 : 1, bei Brosimum spurium ein solches bis 6 : 1 beobachtet werden.

Was dann die Veränderungen der einzelnen Gewebe anbetrifft, so konnte bei Vicia Faba festgestellt werden, dass der Centralcylinder stärker im Wachstum gehemmt wird als die Rinde. Ferner zeigten sich die Epidermiszellen in der Druckrichtung kleiner als bei normalen Wurzeln und natürlich nicht papillös nach aussen gewölbt, sondern stark zusammengedrückt; ihre nach aussen gerichteten Zellwände bildeten auf dem Querschnitte eine einzige gerade Linie. In der freien Richtung entwickelten sich dafür die Epidermiszellen um so üppiger, sie wölbten sich stark papillös nach aussen und bildeten, wie schon erwähnt, ausserordentlich lange Wurzelhaare.

Die Rindenparenchymzellen zeigten sich in ihrer Entwicklung ebenfalls stark beeinflusst durch das Wachsen unter partiellen

Hemmungen. Während in der Druckrichtung die Zellen hinsichtlich ihres Querschnittes hinter den normalen Zellen zurückblieben, zeigten sie in der freien Richtung einen etwas grösseren Querschnitt; dafür ergaben wieder die Längsschnitte, dass die Zellen in der Druckrichtung etwas länger, die Zellen der freien Richtung etwas kürzer ausfielen als die normalen Zellen. — Die durchschnittliche Gesamtgrösse einer Rindenparenchymzelle ist aber doch wieder in der freien Richtung etwas grösser, in der Druckrichtung dagegen kleiner als bei einer normalen Pflanze.

Die Form des Zellenquerschnitts zeigte sich immer so geändert, dass der Zelldurchmesser in der Druckrichtung kleiner war als der der freien Richtung.

Ferner konnte beobachtet werden, dass die spindelförmige Gestalt der Zellkerne, die auch bei normalen Wurzeln, aber wie es scheint dort nicht so häufig auftritt, als bei unter Druck gewachsenen, unter dem Einfluss der Wachstumshemmung länger gestreckt wird als im normalen Falle.

Das Verhältnis der Rindendicken konnte bis zum Werte 10 : 1 in den beiden Hauptrichtungen beobachtet werden. Namentlich war bei Ricinus communis und Phaseolus multiflorus die Rindenschicht in der freien Richtung viel dicker als in der Druckrichtung, weil sich bei beiden Pflanzen der Centralcylinder in der Druckrichtung nicht sehr stark zusammendrücken liess.

Im allgemeinen wurde überhaupt der Centralcylinder nicht so stark deformiert als die ganze Wurzel, da die beiden Durchmesser des Centralcylinderquerschnitts sich höchstens wie 3,6 : 1 verhielten, während beim ganzen Wurzelquerschnitt für dieses Verhältnis 6 : 1 als Maximalwert gefunden wurde. Nur bei ganz jungen Keimwurzeln von Vicia Faba war die Deformation des Centralcylinders stärker als die der Rinde.

Bei zu starkem Drucke zerriss der Centralcylinder, aber immer nach einer bestimmten Gesätzmässigkeit in 2 Teile, oder er schnürte sich ein und zerfiel allmählich in zwei Kreiscylinder.

An den einzelnen Geweben des Centralcylinders konnten dann noch folgende Änderungen festgestellt werden. Die Endodermiszellen streckten sich in tangentialer Richtung und nahmen an Stelle des sechsseitigen einen viereckigen Querschnitt an; dabei waren an einzelnen Schnitten die Endodermiszellen über den Xylemplatten besonders klein, die über dem Phloem aber in ihrer Grösse wenig verändert.

Die in der freien Richtung gelegenen Pericambiumzellen waren etwas stärker gestreckt, die in der Druckrichtung gelegenen etwas schwächer gestreckt als bei normalen Wurzeln.

Bei den primären Xylemplatten ordneten sich die einzelnen Gefässe in der freien Richtung mehr hintereinander (radial), in der Druckrichtung mehr nebeneinander (tangential). Dabei waren die Xylemplatten der freien Richtung grösser und reicher an Gefässen als die der Druckrichtung. Die einzelnen Gefässe zeigten dabei im Querschnitt ein geringeres Lumen als im normalen Falle und an Stelle des regelmässig-sechseckigen einen elliptischen Querschnitt. Das Gewebe der Siebröhren mit den darüber liegenden Bastfasern war fast immer zur Seite der grossen Achse des elliptischen Centralcylinderquerschnitts, also nach der freien Richtung hin gelegen und hatte an Stelle der halbmondförmigen Gestalt bei normalen Pflanzen eine mehr elliptische, langgestreckte angenommen. Nur bei den Luftwurzeln von Vanilla planifolia zeigten die Siebröhrengruppen unter sich je nach ihrer Lage auf dem Querschnitte Unterschiede. Die im normalen Falle elliptische Form war in der Druckrichtung in eine Kreisform umgestaltet, auch hatten sich die Siebröhrengruppen in der Druckrichtung weniger gut, in der freien Richtung besser entwickelt als im normalen Falle.

Der Centralcylinderquerschnitt zeigte bei den unter Druck gewachsenen Wurzeln die Neigung, aus einem an der Wurzelbasis hexarchen in einen pentarchen, oder aus einem pentarchen in einen tetrarchen überzugehen. Im letzteren Falle lagen 2 Xylemplatten in der Druckrichtung und 2 in der freien Richtung. Auch bei den pentarchen Centralcylindern von Vicia Faba nahm meist nur eine von dem 5 Xylemgruppen eine entschiedene Stellung in der Druckrichtung ein, während die 4 anderen mehr oder weniger nach der freien Richtung hin gelegen waren.

Die überhaupt nur vorhandenen 2 Xylemplatten von Lupinus albus pflegten sich ebenfalls schliesslich stets in die freie Richtung einzustellen, wie auch von vornherein das diarche System der Keimwurzel gelagert gewesen sein mochte. — Auf diese Weise können die sich über den Xylemstrahlen entwickelnden Nebenwurzeln leichter ins Freie gelangen, als dies bei Lagerung der Xylemstrahlen in der Druckrichtung möglich ist.

Deshalb erlischt aber für die Pericambiumzellen die über den Xylemstrahlen der Druckrichtung liegen, die Fähigkeit, Nebenwurzeln

zu bilden nicht, wenn sich auch dort weniger Nebenwurzeln entwickeln als in der freien Richtung.

Die sich hier entwickelnden Nebenwurzeln suchen dann auf dem Wege, der ihrem Vordringen am wenigsten Hindernisse bietet, nach aussen zu gelangen. Sie bewegen sich entweder zunächst auf die Glasplatten zu, wie das in ihrer Anlage begründet ist, und schwenken dann in einem rechten Winkel von der Anfangsrichtung ab, bleiben aber immer noch in der zur Wurzelachse senkrechten Ebene und gelangen so zwischen den Glasplatten hindurch nach aussen; oder die Nebenwurzeln verlassen bald die zur Wurzelachse senkrechte Ebene, dringen in immer mehr akropetal und nach aussen zu gelegene Teile des Rindenparenchyms ein, um dann ebenfalls in der freien Richtung nach aussen zu gelangen.

Eine ganze Anzahl der hier angeführten Reaktionen der Pflanze auf das durch die partiellen Hemmungen gestörte Wachstum, so die Übernahme der Funktion der am Wachstum gehinderten Hauptwurzel durch eine Nebenwurzel, ferner die kräftigere Bildung von Nebenwurzeln 1. und 2. O. am Hypokotyl bei gestörter Nebenwurzelbildung zwischen den Glasplatten; die günstigere Entwicklung von Wurzelhaaren, Rindenparenchymzellen und überhaupt verschiedenen Geweben in der freien Richtung bei gestörter Entwicklung in der Druckrichtung, endlich das Bestreben, die primären Xylemplatten und damit die über denselben befindlichen Stellen der Nebenwurzelbildung möglichst in die freie Richtung zu verlegen, wo die Nebenwurzeln ungehindert nach aussen gelangen können, würde man mit Noll[7]) auf die „Morphästesie“ d. h. auf das von ihm angenommene Empfindungsvermögen der Pflanze für Form und Lage des eignen Körpers zurückzuführen haben. Doch will ich es hier dahingestellt sein lassen, ob die Annahme von Körperformreizen eine Berechtigung hat, oder nicht.

Folgerungen aus den gefundenen Ergebnissen auf das plastische Wachstum im allgemeinen.

Für die folgenden Betrachtungen werde zunächst vorausgesetzt, dass die Pflanze nicht zwischen konvergierenden, sondern zwischen parallelen Glasplatten wachse, und dass die Anzahl und durchschnitt-

[7]) Noll: „Über die Körperform als Ursache von formativen und Orientierungsreizen“. Sitzungsberichte der niederrheinischen Gesellschaft für Naturwissenschaft und Heilkunde in Bonn 1901.

liche Querschnittsgrösse der Zellen durch den Druck nicht verändert werde. Ferner wird von einem sekundären Wachstum, das in besonderer Weise gegen den partiellen Druck reagiert, abgesehen. Wir nehmen weiter an, die Pflanze bestehe nur aus gleichartigen Zellen ohne Differenzierung in verschiedene Gewebe.

Nach den oben gemachten Beobachtungen besitzt nun die Pflanze verschiedene Mittel, um durch einen engen Spalt hindurchzuwachsen.

Erstens vermag sie sich den Wandungen des Spaltes vollständig anzuschmiegen, so dass an Stelle des normalen Querschnitts, der bei cylinderförmiger Gestalt kreisförmig ist, ein elliptischer oder bei stärkerer Formänderung, ein rechteckiger Querschnitt entsteht.

Zweitens bleiben einzelne Zellen in ihrer Grössenentwicklung gegenüber dem normalen Verhalten sehr zurück, während dafür wieder andre Zellen etwas grösser werden können.

Drittens ändert sich die Form der einzelnen Zelle in der Weise, dass im elliptischen Querschnitt der einzelnen Zelle der Durchmesser in der Druckrichtung kleiner, der in der freien Richtung grösser wird.

Viertens können in der Druckrichtung weniger Zelllagen gebildet werden, als in der freien Richtung.

Diese vier Mittel, welche der Pflanze zur Verfügung stehen, um ihren Zweck zu erreichen, sind zum Teil voneinander abhängig, so hat die Grössenveränderung der Zellen unmittelbar zur Folge, dass sich in der freien Richtung viel mehr Zellen hintereinander ordnen müssen als in der Druckrichtung. Während nun die Zellen eine Form- und Grössenänderung nur bis zu einer bestimmten Grenze zulassen, steht dem nichts im Wege, dass die Anzahl der Zelllagen in der freien Richtung beliebig von der in der Druckrichtung abweicht.

Wiewohl nun in Wirklichkeit die vier oben genannten Faktoren gleichzeitig auf die Pflanzenwurzel einwirken, soll im folgenden deren Wirkung auf einen wachsenden Pflanzenkörper nacheinander verfolgt werden.

a. Änderung eines cylinderförmigen Pflanzenkörpers (einer Wurzel oder eines Stengels) durch Hineinwachsen in einen aus zwei parallelen Platten gebildeten Spalt.

Vor Ableitung des allgemeinen Falls sei für einen konkreten Fall angenommen, dass durch entsprechende Grössen- und Form-

änderung der Zellen der Querschnitt der Wurzel rechteckig geworden sei mit einem Verhältnis der Rechteckseiten wie 3 : 1. Ist aber nun die kurze Rechteckseite etwa noch 4 mal so gross als die Spaltweite, so müsste sie sich durch entsprechende Zelllagerung auf $^1/_4$ reduzieren, die lange Seite müsste dafür 4 mal so gross werden als vorher, so dass sich nunmehr die beiden Seiten wie $3 . 4^2 : 1 = 48 : 1$ verhalten würden.

Für den allgemeinen Fall nehme man an, dass auf dem Radius des kreisförmigen Querschnitts vor der Änderung durch den partiellen Druck n Zellen liegen mögen. Der Querschnitt einer solchen Zelle werde der Einfachheit halber quadratisch mit der durchschnittlichen Seitenlänge a angenommen, dabei sollen die Zellen von aussen nach innen an Grösse abnehmen.

Der Querschnitt hat dann einen Flächeninhalt von $n^2 a^2 \pi$ Einheiten und er enthält $n^2 \pi$ Zellen.

Lässt man nun zunächst Form und Grösse der einzelnen Zelle ungeändert und schmiegt man nur den Pflanzenkörper an die parallelen Wände an, so wird der vorher kreisförmige Querschnitt nunmehr zu einer Ellipse und schliesslich zu einem Rechteck dessen lange Seite gleich dem Kreisdurchmesser des ursprünglichen Querschnitts ist. Die kurze Seite des Rechteckes ergiebt sich dann aus der Gleichung: Fig. 10.

$$x \cdot 2na = n^2 a^2 \pi, \text{ also}$$

$$x = \frac{na\pi}{2},$$

da aber jede Zelle durchschnittlich die Seite a haben soll, so würden in der Richtung der kurzen Rechteckseite, also in der freien Richtung durchschnittlich $\frac{n\pi}{2}$ Zellen liegen, oder die Anzahl der Zellen in der Druckrichtung würde sich zur Anzahl in der freien Richtung verhalten wie

$$2n : \frac{n\pi}{2} = 4 : \pi = 14 : 11.$$

Nimmt man weiter an, dass die Zellen zwar immer noch ihre quadratische Form behalten, dass aber die auf dem Durchmesser der Druckrichtung CD (Fig. 10) liegenden Zellen kleiner werden und an Stelle der durchschnittlichen Seitenlänge a, die Seitenlänge ab ($b < 1$) erhalten, so soll dafür eine teilweise Vergrösserung in der freien Richtung eintreten. Geht man von O nach aussen, also etwa nach A hin, so werden sich bei O Zellen mit der Seite

ab finden, weiter nach A zu werden die Zellen grösser, die Seiten werden zunächst so gross wie im normalen Zustande also a, und schliesslich noch grösser als a.

Nehmen wir an, dass in der Richtung OA die durchschnittliche Grösse einer Zellseite so gross wie im normalen Falle, also gleich a ist, (Nach den bei Vicia Faba gemachten Beobachtungen ist man dazu berechtigt, denn dieselben ergeben als Durchschnittswert für die Grösse der Rindenparenchymzellen in der Druckrichtung 1,50, in der freien Richtung 2,80 und für normale Zellen 2,20; das ist aber fast gleich dem arithmetischen Mittel von 1,50 und 2,80.) dann müssten auf einer der Strecke $C_1 D_1 = 2nab$ gleichen Strecke in der Druckrichtung durchschnittlich $\frac{2nab}{a} = 2nb$ Zellen liegen, während auf dem Druckdurchmesser immer noch 2n Zellen mit der Zellseite ab liegen.

Da ferner die Anzahl der Zellen nicht abnehmen soll, so müssten dann in der freien Richtung durchschnittlich $\frac{n^2\pi}{2nb} = \frac{n\pi}{2b}$ Zellen liegen.

Die Ausdehnung in der Druckrichtung würde dann 2nab, die Ausdehnung in der freien Richtung $\frac{na\pi}{2b}$ sein, und ihr Verhältnis zu einander $\frac{na\pi}{2b} : 2nab = 1 : \frac{4b^2}{\pi}$, während die Anzahl der Zelllagen auf dem grossen Durchmesser zu der auf dem kleinen sich wie $\frac{n\pi}{2b} : 2n = 1 : \frac{4b}{\pi}$ verhalten würden.

Nehmen wir weiter an, dass nunmehr die Zellen auch ihre Form ändern, die erlangte Grösse nun aber beibehalten mögen. Der Querschnitt einer einzelnen Zelle nehme nun an Stelle der Quadratform, Rechtecksform an. Jede Zellseite soll in der freien Richtung c mal so gross, jede in der Druckrichtung gelegene hingegen $\frac{1}{c}$ mal so gross werden als vorher ($c > 1$).

Dann ist jetzt die Ausdehnung in der Druckrichtung $\frac{2nab}{c}$, und die Ausdehnung in der freien Richtung $\frac{na\pi \cdot c}{2b}$; die Ausdehnungen verhalten sich jetzt also wie

$$\frac{na\pi c}{2b} : \frac{2anb}{c} = 1 : \frac{4b^2}{\pi c^2}.$$

Nehmen wir weiter an, die Wurzel mit dem so reduzierten Querschnitte soll durch einen d Einheiten breiten Spalt hindurchwachsen, so würde dies nun die Wurzel ohne weiteres können, wenn ihre Ausdehnung in der Druckrichtung

$$\frac{2anb}{c} = d \text{ wäre.}$$

Es würden dann in dem Druckdurchmesser wie zu Anfang 2n Zellen, und in der Druckrichtung durchschnittlich 2nb Zellen hintereinander liegen, während in der freien Richtung durchschnittlich $\frac{n\pi}{2b}$ Zelllagen vorhanden sein würden.

Nimmt man nun statt der allgemein angenommenen Werte n, a, b, c, d bestimmte Werte an, und zwar solche, wie sie sich aus den Beobachtungen bei Vicia Faba etwa als Durchschnittswerte ergeben haben, also:

$$n = 25,\ a = 40\mu,\ b = 0{,}9,\ c = 2,\ d = 900\mu,$$

so würde man für die oben aufgestellten Werte erhalten:

$$\frac{2anb}{c} = \frac{2 \cdot 40\mu \cdot 25 \cdot 0{,}9}{2} = 900\mu = d.$$

In der freien Richtung würden dann durchschnittlich:

$$\frac{n \cdot \pi}{2b} = \frac{25 \cdot 22}{2 \cdot 0{,}9 \cdot 7} = 44 \text{ Zelllagen liegen,}$$

auf dem Druckdurchmesser $2n = 50$ Zelllagen und in der Druckrichtung $2nb = 50 \cdot 0{,}9 = 45$ Zelllagen.

Die beiden Ausdehnungen würden sich aber verhalten wie

$$1 : \frac{4b^2}{\pi \cdot c^2} = 1 : \frac{4 \cdot 0{,}81}{4\pi} = 1 : 0{,}258, \text{ also fast } 1 : \frac{1}{4}.$$

Nimmt man aber bei den oben für n, a, b, c gegebenen Werten für $d = d_1 = 600\mu$, so würde die Wurzel bei Konstanz der genannten Werte nur dann durch den $d_1\mu$ dicken Spalt wachsen können, wenn in der Druckrichtung durchschnittlich nicht 2nb, sondern $2n_1b$ ($n_1 < n$) Zellen lägen. n_1 bestimmt sich dann aus der Gleichung

$$\frac{2n_1b \cdot a}{c} = d_1.$$

Die durchschnittliche Anzahl der Zellen in der Druckrichtung würde also sein

$$2n_1b = \frac{cd_1}{a},$$

die Anzahl der Zellen auf dem Druckdurchmesser:

$$2n_1 = \frac{cd_1}{ab}$$

und endlich die Anzahl der Zelllagen in der freien Richtung:

$$2n_2 = n^2\pi : 2n_1 b = \frac{n^2 \cdot \pi \cdot a}{c \cdot d_1}.$$

Nimmt man also $d_1 = 600\mu$ an, so folgt für:

$$2n_1 = \frac{2 \cdot 600}{40 \cdot 0{,}9} = 33\frac{1}{3}$$

als Anzahl der Zellen auf dem Druckdurchmesser, und

$$2n_1 b = \frac{100}{3} \cdot 0{,}9 = 30$$

als durchschnittliche Anzahl der Zelllagen in der Druckrichtung, und

$$2n_2 = \frac{n^2 \cdot \pi \cdot a}{c \cdot d_1} = \frac{25 \cdot 25 \cdot 22 \cdot 40}{2 \cdot 7 \cdot 600} = 65\frac{10}{21}$$

als Anzahl der Zelllagen in der freien Richtung.

Die Anzahl der Zelllagen würden sich also jetzt verhalten wie

$$65\frac{10}{21} : 30 = 11 : 5.$$

Für das Verhältnis der Ausdehnungen würde man dagegen bekommen:

$$11 \cdot 2^2 : 5 = 44 : 5, \text{ also beinahe } 9 : 1.$$

Der Wurzelquerschnitt würde also stärker abgeflacht sein, als wie ich es je beobachtet habe.

Nimmt man weiter an, dass auf einem Radius des Querschnitts nicht wie bei Vicia Faba 25, sondern r mal so viel Zelllagen hintereinander liegen, so müsste die Ausdehnung in der Druckrichtung wieder auf den r ten Teil, die der freien auf das r fache gebracht werden. Die beiden Ausdehnungen würden sich also nicht wie 44 : 5, sondern wie $44 \cdot r^2 : 5$ verhalten.

Für $r = 3$ würde dann das Ausdehnungsverhältnis

$$44 \cdot 3^2 : 5 = 396 : 5, \text{ also fast gleich } 80 : 1 \text{ sein.}$$

Der Wurzelquerschnitt würde also ein langes Band darstellen, und die Wurzel selbst würde Plattenform angenommen haben.

b. Änderung eines kugelförmigen Pflanzenkörpers durch das Wachsen in einen aus parallelen Platten gebildeten Spalt.

Endlich soll noch untersucht werden, was aus einem kugelförmigen Pflanzenkörper wird, wenn er zwischen 2 parallelen Platten von geringem Abstand wächst.

Nimmt man wieder an, dass auf dem Kugelradius n Zellen von würfelförmiger Gestalt liegen, deren durchschnittliche Kantenlänge

a sei, dann würde der Kugelradius selbst an lang sein und der Rauminhalt $\frac{4a^3n^3\pi}{3}$ betragen.

Nimmt man weiter an, die Kugel werde durch Anschmiegen an die parallelen Platten so in einen Kreiscylinder umgewandelt, dass die Anzahl und die Form der Zellen, also auch der Rauminhalt des Körpers ungeändert bleibe, dass ferner der Kugeldurchmesser zur Cylinderhöhe werde, so würde sich der Grundflächenradius x des Cylinders aus der Gleichung ergeben:

$$x^2\pi \cdot 2an = \frac{4a^3 \cdot n^3 \cdot \pi}{3}, \text{ also}$$

$$x = \frac{an}{3}\sqrt{6}.$$

Da die durchschnittliche Kantenlänge a beträgt, so würden jetzt in der freien Richtung auf einem Durchmesser $\frac{2n}{3}\sqrt{6}$ Zellen liegen und die Anzahl der Zellen in der freien Richtung würde sich zur Anzahl in der Druckrichtung verhalten wie $\frac{2n}{3}\sqrt{6} : 2n = \sqrt{6} : 3 = 2{,}45 : 3$ und in demselben Verhältnis würden die Ausdehnungen stehen.

Lässt man jetzt die in der Höhe des Cylinders gelegenen Zellen sich so ändern, dass sie die Form beibehalten, dass aber die Kantenlänge ab ($b < 1$) wird und werden dabei die Zellen in der freien Richtung wieder etwas grösser, aber so, dass die durchschnittliche Kantenlänge a bleibt, so würden nunmehr auf dem Druckdurchmesser (Höhe des Cylinders) immer noch 2n Zellen liegen. Die Höhe würde aber jetzt nicht mehr 2an, sondern nur noch 2anb lang sein; in der Druckrichtung würden aber nun durchschnittlich nicht 2n, sondern nur noch 2nb Zellen von der durchschnittlichen Kantenlänge a liegen.

Die Anzahl der Zelllagen y in der freien Richtung auf einem Grundflächenradius ergiebt sich dann aus der Gleichung:

$$y^2\pi \cdot 2nb = \frac{4n^3\pi}{3}, \text{ hieraus folgt:}$$

$$y = \frac{n}{3b}\sqrt{6b}.$$

Es würden demnach in der freien Richtung $2y = \frac{2n}{3b}\sqrt{6b}$ und in der Druckrichtung durchschnittlich 2nb Zelllagen hinter-

einander liegen, und die Anzahl der Zellen, sowie die Ausdehnungen in den beiden Richtungen würden sich verhalten wie

$$\frac{2n}{3b}\sqrt{6b} : 2nb = \frac{\sqrt{6b}}{3b^2} : 1.$$

Kommt nun weiter hinzu, dass jede Zelle ihre Form ändert, ohne ihre Grösse zu ändern, dass sie statt der Würfelgestalt die eines rechtwinkligen Parallelepipedons mit quadratförmiger Grundfläche in der freien Richtung annimmt, so dass die Kante a in der Druckrichtung sich auf $\frac{a}{c}$ $(c > 1)$ reduziert, in der freien Richtung dagegen af $(f > 1)$ wird, so ergiebt sich die Beziehung zwischen f und c aus der Gleichung

$$f^2 a^2 \cdot \frac{a}{c} = a^3, \text{ also } f = \sqrt{c}.$$

Im Durchmesser der Druckrichtung liegen dann immer noch 2n Zellen hintereinander, die Ausdehnung in der Druckrichtung würde jetzt aber nur noch $\frac{2anb}{c}$ sein. Der Grundflächenradius würde dagegen nicht mehr $\frac{an\sqrt{6b}}{3b}$, sondern $\frac{anf \cdot \sqrt{6b}}{3b}$, oder für $f = \sqrt{c}$ gesetzt $\frac{an}{3b}\sqrt{6bc}$ sein.

Der Grundflächendurchmesser oder die Ausdehnung in der freien Richtung würde sich demnach zur Höhe oder zur Ausdehnung in der Druckrichtung verhalten wie

$$\frac{2an\sqrt{6bc}}{3b} : \frac{2anb}{c} = \frac{c \cdot \sqrt{6bc}}{3b^2} : 1.$$

Für die auf Seite 43 angenommenen Werte $b = 0{,}9$, $c = 2$, folgt hieraus $\frac{2 \cdot \sqrt{6 \cdot 0{,}9 \cdot 2}}{3 \cdot 0{,}81} : 1 = 2{,}7 : 1$.

Würde nun die Entfernung der beiden parallelen Platten gerade gleich der Höhe des Cylinders $\frac{2anb}{c}$ sein, so würde der Cylinder genau in den Spalt hineinpassen, und die beiden Hauptausdehnungen würden sich also wie 2,7 : 1 verhalten.

Wäre aber der Spalt k mal kleiner als die Cylinderhöhe, so könnte nunmehr die Cylinderhöhe nur dadurch auf den kten Teil reduziert werden, wenn auf ihr nicht mehr n sondern nur noch $\frac{n}{k}$ Zellen hintereinander lägen, dafür müssten dann aber in der

freien Richtung $\sqrt{k}$ mal mehr Zelllagen vorhanden sein, und ebenso würden sich die beiden Ausdehnungen ändern. Sie würden sich also jetzt nicht mehr wie 2,7 : 1, sondern wie

$$2{,}7\ \sqrt{k} : \frac{1}{k} = k \cdot \sqrt{k} \cdot 2{,}7 : 1 \text{ verhalten.}$$

Würde also der Spalt etwa 4 mal kleiner sein als 2anbc, so würden sich nunmehr Grundflächenradius zur Cylinderhöhe verhalten wie

$$4 \cdot \sqrt{4} \cdot 2{,}7 : 1 = 21{,}6 : 1.$$

Wäre der Spalt aber 9mal kleiner als 2anbc, so würden sich nun auf der Cylinderhöhe nur noch $\frac{n}{9}$ Zellen hintereinander lagern dürfen, dafür aber 3mal so viel als vorher in der freien Richtung. Die beiden Ausdehnungen würden sich also verhalten wie

$$9\ \sqrt{3} \cdot 2{,}7 : 1 = 72{,}9 : 1.$$

Anstatt der Kugel würde also eine Scheibe entstanden sein, deren Durchmesser 72,9 mal so gross wäre als ihre Dicke.

In ähnlicher Weise würde man die Änderung, die irgend ein mathematischer Körper z. B. ein Ellipsoid beim Wachsen in einen Spalt annehmen müsste, bestimmen können. Wenn sich in der Natur verhältnismässig selten oder vielleicht überhaupt nicht solche ausserordentliche Gestaltänderungen zeigen, so liegt das wohl mit, wie schon erwähnt, daran, dass die Zellen der verschiedenen Gewebe des Pflanzenkörpers nicht gleich stark auf den äusseren Druck reagieren. Besonders wird das sekundäre Wachstum in den centralen Geweben diesen Änderungen entgegen arbeiten, oder es wird wohl auch oft genug, ehe es zu einer so bedeutenden Änderung der Gestalt kommt, ein vollständiges Zerreissen des Pflanzenkörpers eintreten, wie es ja an Keim- und Luftwurzeln wiederholt beobachtet werden konnte.

Verzeichnis

der in den Jahren 1901 und 1902 im Tauschverkehr und als Geschenke eingegangenen Druckschriften.

Aarau. Naturforschende Gesellschaft. Mitteilungen. Heft 9.

Albany. New York State Museum. Annual Report. 49, III. 50, II. 51, I. II. 52, I. II. 53, I. II.

Altenburg, H. S. Naturforschende Gesellschaft. Mitteilungen aus dem Osterlande. N. F. Bd. 9. 10.

Amiens. Société Linnéenne du Nord de la France. Mémoires. T. 10 (1899—1902). Bulletin mensuel. T. XV, No. 323—342.

Angers. Société d'études scientifiques. Bulletin. Nouv. Sér. Année XXIX. XXX.

Augsburg. Naturwissenschaftlicher Verein für Schwaben und Neuburg. Bericht 35.

Baltimore. Johns Hopkins University. Circulars. Vol. XIX, No. 144—147. 150—160. Bulletin of the Johns Hopkins Hospital. Vol. XI, No. 109—117. XII, No. 118—120. 124—128. XIII, 130—141.

Bamberg. Naturforschende Gesellschaft. Bericht 18.

Basel. Naturforschende Gesellschaft. Verhandlungen Bd. XIII, H. 1. 2. 3 und Anhang. Bd. XIV. Namenverzeichnis und Sachregister der Bände 6—12.

Batavia. Kgl. Natuurkundige Vereeniging in Nederlandsch Indië. Naturkundige Tijdschrift. Deel 60. 61.

Bautzen. Naturwissenschaftliche Gesellschaft Isis. Sitzungsberichte und Abhandlungen. 1898—1901.

Belfast. Natural History and Philosophical Society. Report and Proceedings. Session 1901/02.

Bergen. Museum. Aarbog for 1900, H. 2 og aarsberetning. Aarbog 1901, hefte 1. 2 og aarsberetning. Aarbog 1902, afhandlinger og aarsberetning, hefte 1. 2.

Berlin. Gesellschaft naturforschender Freunde. Sitzungsberichte 1900. 1901. — Deutsche physikalische Gesellschaft. Verhandlungen. N. F. Jahrg. 3 (fehlt No. 2). 4.

Bern. Schweizerische naturforschende Gesellschaft. Verhandlungen der 82. und 83. Jahresversammlung. — Naturforschende Gesellschaft. Mitteilungen aus dem Jahre 1898. 1899. 1900. 1901.

Bologna. R. Accademia delle scienze dell'Istituto di Bologna. Memorie della sezione delle scienze naturali. Ser. V, tomo VII. Rendiconto. Nuova Serie. Vol. II. III.

Bonn. Naturhistorischer Verein der preußischen Rheinlande und Westfalens. Verhandlungen. Jahrg. 57, I. II. 58, I. II. 59, I. — Niederrheinische

Gesellschaft für Natur- und Heilkunde. Sitzungsberichte 1900. 1901. 1902, 1. Hälfte.

Bordeaux. Société des sciences physiques et naturelles. Mémoires. 5e Série. T. V, 2 et Appendice. 6e Série. T. I. Procès verbaux des séances. Années 1899/1900. 1900/01.

Boston. American Academy of Arts and Sciences. Proceedings. Vol. XXXVI, No. 9—29. XXXVII. XXXVIII, No. 1—3. — Society of Natural History. Proceedings. Vol. XXIX, No. 9—18. XXX, No. 1. 2.

Braunschweig. Verein für Naturwissenschaft. Jahresbericht 12.

Bremen. Naturwissenschaftlicher Verein. Abhandlungen. Bd. XV, Heft 3. XVII, Heft 1.

Breslau. Schlesische Gesellschaft für vaterländische Kultur. Jahresbericht 78. 79. Schube, Thd., Beiträge zur Kenntnis der Verbreitung der Gefäß-Pflanzen in Schlesien, Breslau 1901.

Brünn. Naturforschender Verein. Verhandlungen. Bd. 38. 39. — 18. 19. Bericht der meteorologischen Kommission. — Klub für Naturkunde (Sektion des Brünner Lehrervereins). Bericht 3. 4.

Brüssel. Société royale malacologique de Belgique. Bulletins des séances. T. XXXIV, pag. 129—Schluß. Année 1900.

Budapest. K. Ungarische Geologische Anstalt. Mitteilungen aus dem Jahrbuche. Bd. XII. 3—5. XIII, 3—5. Jahresbericht für 1898. 1899. Földtani Közlöni. Köt. XXX, 8—12. XXXI. XXXII, 1—4. Koch, Anton, Die Tertiärbildungen des Beckens der Siebenbürgischen Landesteile. II. Neogene Abteilung.

Buenos Aires. Sociedad Científica Argentina. Anales LI. LII. LIII. (fehlt entr. 6). LIV, entr. 1—4. — Museo Nacional. Comunicaciones. T. 1, No. 8—10. Anales. Tomo VII.

Charkov. Obščestvo naučnoj mediciny i gigieny. Trudy za 1900 god.

Cherbourg. Société nationale des sciences naturelles et mathématiques. Mémoires. T. XXXI. XXXII.

Chicago. Academy of Sciences. Bulletin. Vol. II, No. 3. 4.

Chur. Naturforschende Gesellschaft Graubündens. Jahresbericht. N. F. Bd. 44. 45.

Cincinnati, Ohio. Lloyd Library of Botany, Pharmacy and Materia medica. Bulletin. No. 2. 3 (= Mycological Series No. 1). 4 (= Pharmacy Series No. 1). 5 (= Mycological Series No. 2). Lloyd, C. G., Mycological Notes. No. 5—9.

Columbus. Ohio State University. Annual Report of the Board of Trustees. 30, I, II. 31, I. II.

Córdoba. Academia nacional de ciencias. Boletin. T. XVI, Entr. 2—4. XVII, Entr. 1.

Danzig. Naturforschende Gesellschaft. Schriften. N. F. Bd. X, Heft 2. 3.

Dorpat (Jurjev). Naturforscher-Gesellschaft bei der Universität. Schriften. Bd. 10. Archiv für die Naturkunde Liv-, Ehst- und Kurlands. 2. Serie. Biologische Naturkunde. Bd. XII, Lief. 1.

Dresden. Naturwissenschaftliche Gesellschaft Isis. Sitzungsberichte und Abhandlungen. Jahrg. 1900, Juli—Dezember. 1901. 1902, Januar—Juni.

— Genossenschaft „Flora", Gesellschaft für Botanik und Gartenbau. Sitzungsberichte und Abhandlungen. N. F. Jahrg. 5.

Dublin. Royal Irish Academy. Proceedings. 3d Ser. Vol. VI, No. 2. 3. 4. VII. [Das folgende nach fortlaufender Bandzählung]. Proceedings. Vol. XXXIV, Section B, Part 1. 2. Transactions. Vol. XXXI, Part 8—12. XXXII, Section B, Part 1.

Dürkheim a. d. Hart. Pollichia. Jahresbericht. No. 13—17.

Edinburgh. Royal Physical Society. Proceedings. Session 1899/1900. 1900/01.

Emden. Naturforschende Gesellschaft. Jahresbericht 85. 86.

Erlangen. Physikalisch-medizinische Sozietät. Sitzungsberichte. Heft 31. 32. 33.

Frankfurt a. M. Senckenbergische Naturforschende Gesellschaft. Bericht 1901. 1902. — Physikalischer Verein. Jahresbericht 1899/1900. 1900/01. Jul. Ziegler und W. König, Das Klima von Frankfurt a. M. Nachtrag.

Frankfurt a. O. Naturwissenschaftlicher Verein des Regierungsbezirkes Frankfurt. Helios. Bd. 18. 19. Societatum litterae. Jahrg. XIV.

Frauenfeld. Thurgauische Naturforschende Gesellschaft. Mitteilungen. Heft 14.

Freiburg i. B. Naturforschende Gesellschaft. Berichte. Bd. 12.

Fulda. Verein für Naturkunde. 2. Ergänzungsheft zum 8. Jahresbericht.

Genève. Société de physique et d'histoire naturelle. Compte rendu des séances XVII. XVIII.

Giessen. Oberhessische Gesellschaft für Natur- und Heilkunde. 33. Bericht.

Görlitz. Naturforschende Gesellschaft. Abhandlungen. Bd. 33.

Göteborg. Kongl. Vetenskaps och Vitterhets Samhälle. Handlingar. 4. Följden. Häft 3. 4.

Göttingen. Königliche Gesellschaft der Wissenschaften. Nachrichten. Mathem.-physikalische Klasse. 1900, H. 3. 1901. 1902, H. 1—5. Geschäftliche Mitteilungen. 1900, H. 2. 1901. 1902, H. 1.

Graz. Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark. Mitteilungen. Jahrg. 1900. 1901.

Greifswald. Naturwissenschaftlicher Verein für Neuvorpommern und Rügen. Mitteilungen. Jahrg. 32. 33.

Güstrow. Verein der Freunde der Naturgeschichte in Mecklenburg. Archiv. Jahrg. 54, II. 55, I. II. 56, I.

Haarlem. Musée Teyler. Archives. 2. Série. Vol. VII, 3. 4. VIII, 1.

Halifax. Nova Scotian Institute of Science. Proceedings and Transactions. Vol. X, P. 2.

Halle a. S. Kais. Leopoldinisch-Carolinische Akademie der Naturforscher. Leopoldina. XXXVI, 10—12. XXXVII. XXXVIII, 1—10. — Naturwissenschaftlicher Verein für Sachsen und Thüringen. Zeitschrift für Naturwissenschaften. Bd. 73, H. 5. 6. 74. — Verein für Erdkunde. Mitteilungen. Jahrg. 1900. 1901. 1902.

Hamburg. Naturwissenschaftlicher Verein. Abhandlungen aus dem Gebiete der Naturwissenschaften. Bd. XVI, 2. XVII. Verhandlungen. Dritte Folge. VIII. IX. — Verein für Naturwissenschaftliche Unterhaltung. Verhandlungen. Bd. XI (1898—1900).

Hannover. Naturhistorische Gesellschaft. Jahresbericht 48 und 49.

Heidelberg. Naturhistorisch-medizinischer Verein. Verhandlungen. N. F. Bd. VI, 4. 5. VII, 1. 2.

Helgoland. Biologische Anstalt s. Kiel.

Helsingfors. Societas scientiarum Fennica (Finska Vetenskaps-Societet). Öfversigt af Förhandlingar. XLIII. Acta. XXVI. XXVII.

Hermannstadt. Siebenbürgischer Verein für Naturwissenschaften. Verhandlungen und Mitteilungen. Bd. 50. 51.

Innsbruck. Naturwissenschaftlich-medizinischer Verein. Berichte. Jahrg. XXVI. XXVII.

Karlsruhe. Naturwissenschaftlicher Verein. Verhandlungen. Bd. 14. 15.

Kassel. Verein für Naturkunde. Abhandlungen und Bericht. 46. 47

Kiel. Kommission zur wissenschaftlichen Untersuchung der deutschen Meere in Kiel und Biologische Anstalt auf Helgoland. Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen. N. F. Bd. IV, Abt. Helgoland, H. 2. V, Abt. Kiel, H. 2. V. Abt. Helgoland, H. 1. VI, Abt. Kiel. — Naturwissenschaftlicher Verein für Schleswig-Holstein. Schriften. Bd. XII, Heft 1.

Kiev. Obščestvo estestvoispytatelej. Zapiski. T. XVI, 2. XVII, 1.

Königsberg i. Pr. Physikalisch-ökonomische Gesellschaft. Schriften. Jahrg. 41. 42.

Krakau. Akademia umiejętności. Rozprawy. Ser. II. T. 18. 19. Ser. III. T. I. Dział A. B. Anzeiger. 1900, No. 9. 10. 1901. 1902, No. 1—7. Katalog literatury naukowej polskiej. Tom I, 1. 2. II, 2.

Lausanne. Société vaudoise des sciences naturelles. Bulletin. No. 138—144.

Liège. Société royale des sciences. Mémoires. Sér. III, T. 4.

Linz. Verein für Naturkunde in Österreich ob der Enns. Jahresbericht 30. 31.

Lisboa. Sociedade de Geographia. Boletim. Ser. XVII, No. 5—12. XVIII. XIX, No. 1—6. XX, No. 7—10. Numero commemorativo do 25° anniversario da Sociedade, abril de 1901. — Direcção dos trabalhos geologicos. Comunicações. T. IV.

Lüneburg. Naturwissenschaftlicher Verein. Jahreshefte. 15. Zur Erinnerung an das 50jährige Bestehen des Nat. Vereins 1851—1901.

Lund. Acta Universitatis. Andra afdelningen. T. XXXV. XXXVI.

Luxemburg. Fauna, Verein Luxemburger Naturfreunde. Mitteilungen aus den Vereinssitzungen. Jahrg. 10. — Société botanique du grand-duché de Luxembourg. Recueil des mémoires et des travaux. No. XIV. XV. — Institut Royal Grand-Ducal de Luxembourg. Section des sciences naturelles et mathématiques. Publications. T. XXVI.

Madison. Wisconsin Academy of sciences, arts and letters. Transactions. Vol. XII, P. 2. XIII, P. 1. — Wisconsin Geological and Natural History Survey. Bulletin, No 3. 5. 6. 7, Part I.

Madrid. Real academia de ciencias exactas, fisicas y naturales. Memorias. T. XIV und Atlas dazu, fasc. 1. T. XIX, 1.

Magdeburg. Naturwissenschaftlicher Verein. Jahresbericht und Abhandlungen. 1900—1902.

Manchester. Literary and Philosophical Society. Memoirs and Proceedings. Vol. 45, P. 1—4. 46, P. 1—3. 5. 6. 47, P. 1.

Marburg. Gesellschaft zur Beförderung der gesamten Naturwissenschaften. Sitzungsberichte. Jahrg. 1899. 1900. 1901.

Melbourne. R. Society of Victoria. Proceedings. N. S. Vol. XII, P. 2. XIII. 1. 2. XIV, 1. 2. XV, 1.

Mexico. Sociedad científica „Antonio Alzate". Memorias y Revista. T. XIII, 1—4. XV. XVI. XVII, 1—3. Instituto geologico de Mexico. Boletín. Nums. 14. 15. — Observatorio meteorológico central. Boletin mensual. 1900, Juli—Dez. 1901, Jan.—Okt. (fehlt Mai).

Milwaukee. Wisconsin Natural History Society. Bulletin. Vol. II, No. 1—3. — Public Museum. Annual Report 19. 20.

Missoula, Mont. University of Montana. Bulletin No. 3 (Biological Series No. 1).

Montevideo. Museo Nacional. Anales. Fasc. XVII—XXII. T. IV, P. 1.

Montpellier. Académie des sciences et lettres. Mémoires de la section des sciences. 2e sér. T. III, No. 1.

Moskau. Société Impériale des Naturalistes. Bulletin. Année 1900, No. 3. 4. 1901. 1902, No. 1. 2.

München. Ornithologischer Verein. 2. Jahresbericht.

Nantes. Société des sciences naturelles de l'ouest de la France. Bulletin. T. X. Table des matières de la première série, tomes I à X. Deuxième série. T. I. II, trim. 1.

Neuchatel. Société des sciences naturelles. Bulletin. T. XXVI. XXVII.

New Haven. Connecticut Academy of arts and sciences. Transactions, Vol. X, Part 2.

Nürnberg. Naturhistorische Gesellschaft. Abhandlungen. Bd. 14. Jahresbericht für 1900. Festschrift zur Säkularfeier 1901.

Odessa. Novorossijskoe obščestvo estestvoispytatelej. Zapiski. XXIII, 1. 2. XXIV, 1.

Offenbach. Verein für Naturkunde. Berichte. 37—42.

Osnabrück. Naturwissenschaftlicher Verein. Jahresbericht 14.

Petersburg. Académie Impériale des sciences. Bulletin. Ve Série. Vol. XII, 2—5. XIII. XIV. XV. XVI, 1—3. Catalogue des livres p. p. l'Acad. Imp. des sciences. I. Publications en langue russe (1902). — Hortus Petropolitanus. Acta. T. XVI. XVIII, fasc. 1—3. — Russisch-Kaiserliche Mineralogische Gesellschaft. Verhandlungen. 2. Ser. Bd. 38, II. 39.

Philadelphia. Academy of Natural Science. Proceedings. Vol. 52 (= Jahrg. 1900), P. III. 53, I—III. 54, I. — Zoological Society. Report of the Board of Directors. 29. 30.

Portici. R. Scuola superiore di agricoltura. Annali. Ser. II. Vol. II, IV, fasc. 1. Bollettino. No. 4. Serie II.

Prag. Deutsch-naturwissenschaftlich-medizinischer Verein für Böhmen „Lotos". Sitzungsberichte. N. F. Bd. 20. 21. — Königl. Böhmische Gesellschaft der Wissenschaften. Sitzungsberichte. Math.-naturw. Kl. 1900. 1901. Jahresbericht für 1900. 1901.

Regensburg. Naturwissenschaftlicher Verein. Berichte. Heft 7.

Reichenberg (Böhmen). Verein der Naturfreunde. Mitteilungen. Jahrg. 32.

Roma. Società Zoologica Italiana. Bollettino. Ser. II. Vol. I, fasc. 5. 6. II. III, fasc. 1—3.

St. Louis. Missouri Botanical Garden. Annual Report 12. 13. — Academy of Science. Transactions. Vol. X, No. 9—11. XI. XII, 1—8.

St. Paul, Minn. Geological and Natural History Survey of Minnesota. Final Report. Vol. V. VI.

St. Gallen. Naturwissenschaftliche Gesellschaft. Bericht über die Tätigkeit während des Vereinsjahres 1898/99. 1899/1900.

Santiago. Société scientifique du Chili. Actes. T. XI, livr. 2. 3.

Stavanger. Museum. Aarsberetning. Aarg. 11. 12.

Stockholm. K. Svenska Vetenskaps Akademien. Öfversigt af Förhandlingar. Årg. 57. 58. — Entomologiska Föreningen. Entomologisk Tidskrift. Årg. 21. 22. Dunér, N. C., Tal vid trehundraårsdagen af TychoBrahes död (1901).

Strassburg. Kaiserl. Universitäts- und Landesbibliothek. Monatsberichte der Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften, des Ackerbaues und der Künste im Unter-Elsass. Bd. 34. 35.

Stuttgart. Verein für vaterländische Naturkunde in Württemberg. Jahreshefte. Jahrg. 57. 58 mit Beilage.

Tokio. Deutsche Gesellschaft für Natur- und Völkerkunde Ostasiens. Mitteilungen. Bd. 8, T. 2. 3. Festschrift zur Erinnerung an das 25jährige Stiftungsfest (General-Index zu Bd. 1—6 der Mitteilungen). Supplement der Mitteilungen 1901. 1902. — Imperial University. Journal of the College of Science. Vol. XIII, 4. XV, 1—3. XVI, 1. 2. 6—14. XVII, 1—3. 7—10. Mitteilungen aus der medizinischen Fakultät. Bd. V, 1. 2. 4. Calendar. 1900/01.

Toronto. Canadian Institute. Proceedings. New Ser. Vol. II, 4. Transactions. Vol. VII, 1.

Trencsén (Ungarn). Naturwissenschaftlicher Verein des Trencsiner Comitates Jahresheft. Jahrg. XXIII—XXIV.

Tromsø. Museum. Aarshefter 21 & 22, 1. afdeln.

Tufts College Mass. Studies (Scientific Series). No. 7.

Ulm. Verein für Mathematik und Naturwissenschaften. Jahreshefte. Jahrg. 10.

Upsala. Geological Institution of the University. Bulletin. Vol. V, P. 1.

Washington. Smithsonian Institution. Annual Report of the Bord of the Regents for the year ending June 1898. 1899. Report of the U. S. National Museum. — United States National Museum. Proceedings. Vol. XXII. Bulletin. No. 47, P. IV. — United States Geological Survey. Annual Report. 19, P. I. II. 20, P. II—V (with an atlas). VII. 21, P. I—V (with maps). VI & cont. VII. Schrader & Brooks, Preliminary Report on the Cape Nome Gold Region Alaska (1901). Schrader & Spencer, The geology and mineral resources of a portion of the Copper River District, Alaska (1901). Brooks, Richardson, Collier & Mendenhall, Reconnaissances in the Cape Nome and Norton Bay Regions, Alaska, in 1900 (Wash. 1901). — U. S. Department of Agriculture. Yearbook 1900. 1901. Report of the Secretary of Agriculture 1900. — Division of Biological Survey. Bulletin. No. 14. 20. 21. North American Fauna. No. 16. 20—22.

Weimar. Thüringischer Botanischer Verein. Neue Folge. H. 15. 16.

Wien. K. k. Geologische Reichsanstalt. Verhandlungen. 1900, No. 13—18. 1901. 1902, No. 1—10. — Verein der Geographen an der Universität Wien. Bericht 26.

Wiesbaden. Nassauischer Verein für Naturkunde. Jahrbücher. Jahrg. 54.
Würzburg. Physikalisch-medizinische Gesellschaft. Sitzungsberichte 1900. 1901.
Zerbst. Naturwissenschaftlicher Verein. Bericht 1898—1902.
Zürich. Naturforschende Gesellschaft. Vierteljahrsschrift. Jahrg. 45, H. 3. 4. 46. 47, H. 1. 2. Neujahrsblatt. Stück 103. 104.
Zwickau. Verein für Naturkunde. Jahresbericht 1899. 1900.

Danzig, E., Erläuterungen zur geologischen Spezialkarte des Königr. Sachsen. Sekt. Glauchau-Waldenburg, 2. Aufl., revidiert von E. Danzig u. Th. Siegert. Leipzig 1901. Sekt. Hohenstein-Limbach, 2. Aufl., bearbeitet von denselben. Leipzig 1902.

Verlagsbuchhandlung G. Fischer, Jena: Über die gegenwärtige Lage des biologischen Unterrichts an den höheren Schulen. Jena 1901.

Holthouer, Rich., Das Talgebiet der Freiberger Mulde. Geologische Wanderskizzen und Landschaftsbilder. Leisnig 1901.

Janet, Ch., Études sur les fourmis, les guêpes et les abeilles. Note 19. Paris 1898. S.-A.

Notes sur les fourmis et les guêpes. 4—10. 15. S.-A.

Notices sur les travaux scientifiques présentés à l'Académie des sciences au concours de 1896 pour le prix Thore. s. l. et a.

Sur les nerfs céphaliques, les corpora allata et le tentorium de la fourmi (Myrmica rubra L.). Paris 1899. S.-A.

Léon, N., Recherches morphologiques sur les pièces labiales des hydrocores. Jassy 1901.

Ministerio da marinha e ultramar, Lisboa. Album de estatistica graphica dos caminhos de ferro portuguezes das provincias ultramarinas.

Niedenzu, Fr., Arbeiten aus dem Botanischen Institut des Kgl. Lyceum Hosianum in Braunsberg, Ostpreußen. I. De genere Byrsonima (Pars posterior). Braunsberg 1901.

Verzeichnis der Mitglieder

der Naturforschenden Gesellschaft zu Leipzig

nach dem Bestande vom Dezember 1903.

Ehrenmitglieder:

Beck, R., Professor Dr., in Freiberg i. S.
Dall, W. H., Professor, in Washington D. C.
Forel, A., Professor Dr., in Burghölzli bei Zürich.
Kobelt, W., Dr. med., in Schwanheim.

Korrespondierende Mitglieder:

Böttger, L., Dr., in Werdau.
Dietel, P., Dr., in Glauchau.
Gumprecht, O., Dr., Realschuldirektor in Glauchau.
Herrmann, O., Dr., in Chemnitz.
Newton, Francis, Naturforscher in Oporto.
Voretzsch, M., Professor Dr., in Altenburg (Sachsen-Altenburg).

Vorstand:

Ehrenvorsitzender: Hennig, C., Medizinalrat Professor Dr.
Vorsitzender: Felix, J., Professor Dr.
Stellvertretender Vorsitzender: Simroth, H., Professor Dr.
1. Schriftführer: Ehrmann, P.
2. Schriftführer: Tittmann, H., Dr.
Kassierer: Berger, F. A.
Bibliothekar: Schmidt, R., Dr.

Ordentliche Mitglieder:

A. In Leipzig:

1. Abendroth, R., Dr., Oberbibliothekar an der Universitätsbibliothek, Brandvorwerkstr. 38.
2. Berger, F. A., Verlagsbuchhändler, Hospitalstr. 27.
3. Berger, Walter, Schriftsteller, Kurprinzstr. 5.
4. Bertram, Julius, Dr., Prendelstr. 10.
5. Chun, C., Professor Dr., Thalstr. 33.
6. Credner, H., Geh. Bergrat Prof. Dr., Carl-Tauchnitzstr. 11.
7. Debes, E., Verlagsbuchhändler, Auenstr. 16.

8. Ehrmann, P., Seminarlehrer, Härtelstr. 6, III.
9. Feddersen, B. W., Dr., Karolinenstr. 9.
10. Felix, J., Professor Dr., Gellertstr. 3.
11. Giessler, R., Dr., Sidonienstr.
12. Göring, A., Professor, Waldstr. 44.
13. Grabau, H., Prof. Dr., Leutzsch b. Leipzig, Leipziger Strasse 8.
14. Helm, R., Lehrer, Mendelssohnstr. 14.
15. Hennig, C., Medizinalrat Professor Dr., Rudolphstr. 2.
16. Hirzel, H., Professor Dr., L.-Plagwitz, Nonnenstr. 13—15.
17. His, W., Geheimrat Professor Dr., Königstr. 22.
18. Hofmann, Fr., Geh. Medizinalrat Prof. Dr., Windmühlenstr. 49.
19. John, G., Dr., Realschuloberlehrer, Arndtstr. 69.
20. Kalch, K. H., Kaufmann, L.-Gohlis, Fechnerstr. 11.
21. Kiessling, F., Dr., Schuldirektor, Weststr. 28, II.
22. Klemm, P., Dr., Assistent am botan. Institut, Gautzsch b. Leipzig.
23. Krause, R., Apotheker, Ranstädter Steinweg 27.
24. Krieger, R., Professor Dr., Parthenstr. 5.
25. Lungwitz, G. O., Professor, Braustr. 17.
26. Manteuffel, R., Dr. med., Bayrische Str. 28.
27. Marpmann, Chemiker, Karolinenstr. 15.
28. Meyrich, W. O., Lehrer, Schenkendorfstr. 59.
29. Michael, P. O., Dr., Realschuloberl., L.-Reudnitz, Nostitzstr. 15.
30. Mönkemeyer, W., Garteninspektor, Linnéstr. 1.
31. Müller, C., Juwelier, Sidonienstr. 42.
32. Naumann, F., Hofphotograph, Elsterstr. 41.
33. Nestler, C. F., Dr., Realschuloberl., L.-Reudnitz, Constantinstr. 8.
34. Nitzsche, A., Lehrer, Elsässer Str. 6.
35. Pazschke, O., Dr., L.-Reudnitz, Constantinst. 6.
36. Pfeffer, W., Geh. Hofrat Professor Dr., Linnéstr. 1.
37. Rehfeld, L., Kaufmann, L.-Schleussig, Schnorrstr. 18.
38. Reichelt, H., Kaufmann, Sophienstr. 56.
39. Reichert, A., Graveur, Nicolaistr. 4.
40. Reinicke, E., Verlagsbuchhändler, Nürnberger Str. 46.
41. Rey, E., Dr., Flossplatz 11.
42. Richter, P., Oberlehrer, Thalstr. 12B.
43. Schäfer, Ernst, Lehrer, Schönefeld b. Leipzig, Leipziger Str. 29.
44. Scheibner, W., Geh. Hofrat Professor Dr., Schletterstr. 8.
45. Schiffel, R., Lehrer, L.-Reudnitz, Bergstr. 4.
46. Schiffner, E., Lehrer, Hohe Str. 19.
47. Schlegel, R., Lehrer, L.-Reudnitz, Oststr. 56.

48. Schmidt, R., Dr., Bibliothekar an der Universitätsbibliothek, Sophienstr. 43.
49. Schmidt, W., Professor Dr., Elisenstr. 39.
50. Simroth, H., Professor Dr., Gautzsch b. Leipzig, Kregelstr.
51. Stephani, F., Buchhändler, Kaiser Wilhelmstr. 9.
52. zur Strassen, O., Professor Dr., L.-Connewitz, Südstr. 119.
53. Täuber, F. H., Dr., Lehrer, L.-Reudnitz, Heinrichstr. 38.
54. Thum, E., Inhaber eines Instituts für Mikroskopie, L.-Reudnitz, Johannisallee 3.
55. Tittmann, F. H., Dr., Lehrer, Elisenstr. 103.
56. Voigt, A., Dr., Realschuloberlehrer, Färberstr. 15.
57. Voigt, M., Dr., Lehrer, L.-Reudnitz, Heinrichstr. 38.
58. Weicher, Th., Verlagsbuchhändler, Thalstr. 11.
59. von Zahn, G. W., Konrektor, Professor Dr., L.-Plagwitz, Carl Heinestr. 33.

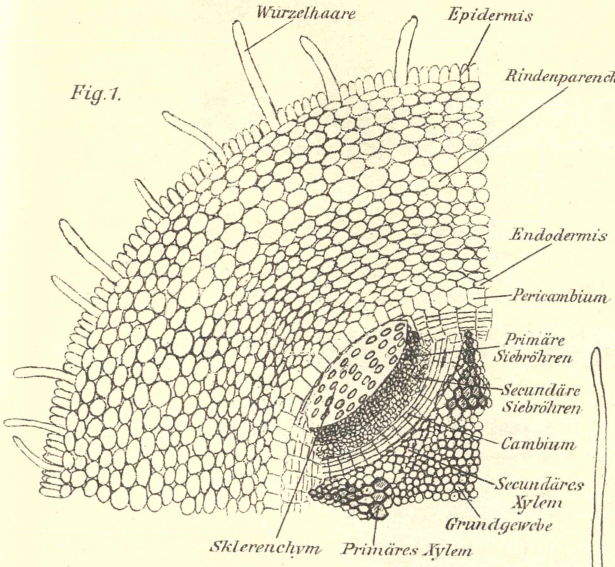
B. In anderen Orten:

60. Arnold, C., Kaufmann in Leisnig.
61. Barth, H. O., Sanitätsrat Dr. med. in Lindhardt bei Naunhof.
62. Baumgärtel, J., Bezirkstierarzt in Oschatz.
63. Brüel, L., Dr., Privatdozent in Halle a. S.
64. Danzig, E., Dr., Realschuloberlehrer in Rochlitz (Sachsen).
65. Francke, H. G., Dr., Realschuloberlehrer in Rochlitz (Sachsen).
66. Hoffmann, W., Dr., Gymnasialoberlehrer in Wurzen (Sachsen).
67. Holtheuer, R., Professor in Leisnig.
68. Höpfner, M., Seminaroberlehrer in Rochlitz (Sachsen).
69. Hülsmann, H., Fabrikbesitzer in Altenbach b. Wurzen.
70. Köhler, R., Dr., Oberlehrer am Mädchengymnasium in Breslau.
71. Kuntze, O., Dr. in San Remo, Italien, Villa Girola.
72. Marsson, M. Dr., Berlin W., Neue Winterfeldstr. 20.
73. Möbusz, A. F. R., Dr., Seminardirektor in Lübeck.
74. Neumann, Spracharzt u. Institutsvorsteher in Frankfurt a. M.
75. Richter, Dr., Apotheker in Groitzsch.
76. Sprotte, B., Seifenfabrikant in Leisnig.
77. Tempel, M., Dr., städt. Obertierarzt in Chemnitz, Äussere Dresdener Strasse.

Druck von Grimme & Trömel in Leipzig.

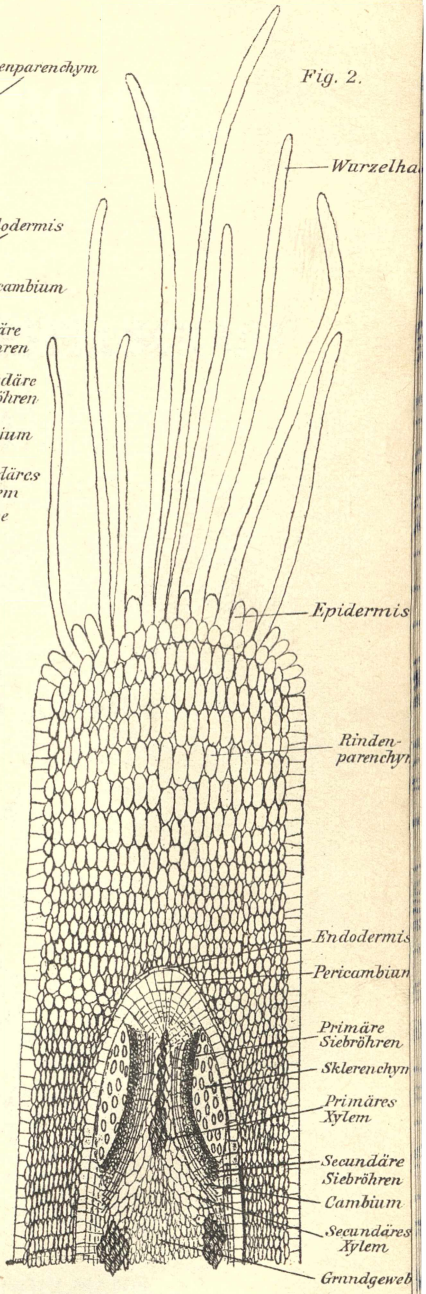
Vicia Faba. Normal.
An der Wurzelbasis.

Fig. 1.



Vicia Faba. Anormal.
An der Wurzelbasis.

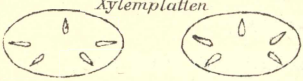
Fig. 2.



Vicia Faba.

Fig. 3. Fig. 4.

Xylemplatten



Lupinus albus

Fig. 5.

An der Wurzelbasis.

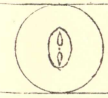


Fig. 6.

Zwischen Basis u. Spitze.

Fig. 7.

An der Wurzelspitze.

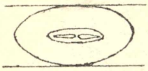


Fig. 10.

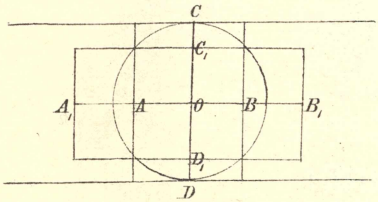


Fig 8.

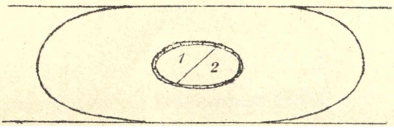


Fig. 9.