

Linnaea (L.)

Linnaea borealis L., eine monographische Studie.

Von

Emil Giger, Zuzach (Schweiz).

Mit Tafel I—XI und 3 Abbildungen im Text.

In der älteren botanischen Literatur finden sich nur kurze, zum Teil sogar falsche Beschreibungen mit schlechten Abbildungen über *Linnaea borealis* L. In neuerer Zeit erschienen neben vereinzelten Angaben zwei größere Arbeiten von Wittrock über diese Pflanze, in welchen die Morphologie und Systematik behandelt wurden. Die vorliegende Monographie soll nun eine zusammenhängende Darstellung der schon durch ihren Namen ausgezeichneten Pflanze sein, die bis jetzt gänzlich fehlte. Dabei können Morphologie und Biologie, weil zum Teil schon bekannt, auf eine kurze Übersicht beschränkt werden, während die Anatomie und Embryologie auf Grund neuer Untersuchungen und die Verbreitung mit Hilfe einer umfangreichen Literatur eine eingehendere Behandlung erfahren haben.

Die Arbeit entstand in der Hauptsache in den Jahren 1909 bis 1911 und wurde im Pflanzenphysiologischen Institut der Eidgen. Technischen Hochschule ausgeführt. Es sei mir gestattet, an dieser Stelle dessen Direktor, Herrn Prof. Dr. P. J a c c a r d, meinem verehrten Lehrer, für die vielen Anregungen und das große Interesse, das er meiner Arbeit stets entgegenbrachte, meinen herzlichsten Dank auszusprechen.

Manche wertvolle Unterstützung verdanke ich auch bestens Herrn Prof. Dr. S c h r ö t e r, Herrn Prof. Dr. R i k l i die bereitwillige Beschaffung von Literatur, Herrn Prof. Dr. S t a n d f u ß die Bestimmung der von mir gesammelten Insektenbesucher und Herrn M. C a n d r i a n, Lehrer und Förster in Samaden, die Zusendung von frischem Untersuchungsmaterial und freundl. Entgegenkommen anlässlich meines Aufenthaltes im Engadin.

Das Untersuchungsmaterial holte ich mir zum Teil auch selbst aus dem Oberengadin (Plaungoodwald bei Samaden), und die zum Studium der Entwicklung des Pollens und der Samenanlagen nötigen Blüten wurden anfangs durch verschiedene Mittel fixiert. Als am besten wirksam erwiesen sich der absolute Alkohol und eine

Mischung von Eisessig und absol. Alkohol. Auch Färbungen wurden verschiedene ausgeführt und die besten Präparate erhielt ich mit der Flemmingschen Dreifachfärbung (Safranin-Gentiana-violett-Orange), während die verschiedenen Haematoxylinlösungen nicht so günstig färbten.

Die im Texte sich vorfindenden eingeklammerten Nummern sind Literaturnachweise und beziehen sich auf das angefügte Literaturverzeichnis Seite 65.

1. Kapitel.

Nomenklatur und Systematik.

Nomenklatur. Die heute unter dem Namen *Linnaea borealis* L. bekannte Pflanze wird in der alten botanischen Literatur unter fünf verschiedenen Bezeichnungen aufgeführt. Die erste Beschreibung verdanken wir J. Bauhin, welcher die Pflanze auf einer Reise im Bündnerland mit C. Gesner fand und sie 1596 als *Campanula serpyllifolia* J. Bauh. in dem Phytopinax seines Bruders beschrieb (11, S. 141). Eine Abbildung und zugleich bessere Beschreibung veröffentlichte letzterer, C. Bauhin, im Jahre 1620 unter dem gleichen Namen (12, S. 35). Der Däne P. Kylling erwähnte sie 1673 als *Nummularia norvegica* (107, S. 346), damit ihre ihm bekannte Heimat andeutend, und J. C. Buxbaum gab ihr den Namen *Serpillifolia* (30, S. 347), weil die Blüten der ihm aus den Wäldern um St. Petersburg vorliegenden Exemplare eher röhren- als glockenförmige Kronen besaßen. C. Linné, der sich in seinen Werken zuerst der Bauhinschen Bezeichnung bediente, kam bald zur Einsicht, daß er es hier nicht mit einer echten *Campanula* zu tun habe, und stellte sie daher als Typus für eine eigene Gattung auf, die er nach seinem Lehrer O. Rudbeck, dem Jüngern, *Rudbeckia* benennen wollte (236, S. 5, 6). J. G. Siegesbeck, der den Grundsatz aufstellte, daß alle Namen auf — *folia* zu verwerfen seien, setzte *Obolaria* an die Stelle des Buxbaum'schen *Serpillifolia* (191, S. 79).

Den jetzt allgemein geltenden Namen *Linnaea* erhielt die Pflanze erst 1737. Zwar wandte Linné schon 1732 im Tagebuch seiner lappländischen Reise (236, S. 6) neben *Campanula serpyllifolia* auch *Linnaea* an, aber erst fünf Jahre später wurde die Gattung *Linnaea* Gron. vom Holländer J. F. Gronovius, nach einem Exemplar aus den italienischen Alpen, in Linnés *Genera plantarum* aufgestellt (118, S. 188). Linné nahm den von seinen Zeitgenossen ihm gewidmeten Namen an und wir finden in seinen nun folgenden Schriften die Pflanze erwähnt als *Linnaea floribus geminatis* (116, S. 320; 117, Tab. XI; 120, S. 189), daneben aber auch die Bezeichnungen: *Planta nostra* (117, S. 206), *Min-ört* [= Meine Pflanze] (119, S. 137) und *Linnaei-ört* (120, S. 190).

Im Inhaltsverzeichnis seiner Beschreibung der Reisen durch Öland und Gothland im Jahre 1741 wandte Linné zum erstenmal

die binäre Nomenklatur an und dort finden wir *Linnaea unica* erwähnt (236, S. 6). Es scheint aber, daß er mit diesem Artnamen nicht zufrieden war, denn in einer akademischen Disputation „Pan suecus“ läßt er 1751 seinen Schüler N. L. Hesselgren wohl die binäre Nomenklatur anwenden, aber für *Linnaea* eine Ausnahme machen und nur den Gattungsnamen anführen (121, S. 253). Erst 1753 erhielt die Art den jetzigen wissenschaftlichen Namen: In seinen *Species plantarum* beschreibt Linné die *Linnaea borealis* L. (122, S. 631). Diese Bezeichnung hat sich denn auch erhalten und O. Kuntze, welcher in seiner *Revisio generum plantarum*, für die botanische Namengebung das Jahr 1735 als Anfang festsetzend, die Siegesbeck'sche *Obolaria* wieder aufnahm, vermochte auch mit dieser seiner vielen Änderungen nicht durchzudringen (101, S. 58; 102, S. 279). Überdies führte Linné schon 1737 eine Gentiane im Hortus Cliffortianus als *Obularia* an (116, S. 323) und beschrieb 1753 in den *Species plantarum* diese noch heute gültige Gattung (122 I, S. 632). Auch nach den „Internationalen Regeln der Botanischen Nomenklatur“, welche die erste Ausgabe der *Species plantarum* 1753, bzw. die fünfte Ausgabe der *Genera plantarum* 1754 von Linné als Ausgangspunkt festsetzen, wird die Pflanze den schon seit Linné in der botanischen Literatur gebräuchlichen Namen behalten (25, S. 217; 122, S. 631; 123, S. 692).

Schon sehr früh wurde der wissenschaftliche lateinische Name *Linnaea* auch in die Volkssprache aufgenommen. In der neuern botanischen Literatur finden wir meist nur noch denselben angeführt, während in den ältern auch Trivialnamen vorkommen. Sehr reich an solchen ist die schwedische Sprache, für welche schon Linné in der zweiten Auflage seiner *Flora Suecica* aus den einzelnen Provinzen anführt: Osterbotten: Benwärkgräs [= Beinschmerzgras], Angermannland: Windgräs, Jämtland: Klaggräs [= Beschwerdegras], Uppland: Torrwärksgräs [= Gichtschmerzgras], Dalsland: Jordkroner [= Erdkrone]. Aus letzterer Provinz fügt Wittrock (236, S. 7) noch Krypgräseblom [= Kriechgrasblume] hinzu und Schübeler erwähnt für ganz Schweden Gigtgräs [= Gichtgras]. Aus Norwegen meldet der letztere (183, p. 251) Noreslegras, Narislegras [= Windgras], Vonelgras [= Schmerzgras] und ebenfalls wie in Uppland Törwärksgras. Die russische Sprache nennt die *Linnaea* (93, S. 493) Haarkraut (Wjatka), Waldkriecher (Jaroslaw), Aderkraut und Kreuzkraut (Perm), während das polnische Zimoziol Winterkraut bedeutet. Im deutschen Sprachgebrauch sind die Volksnamen seltener, weil der Name Linnäe schon lange eingebürgert ist, und die erstern sind auch, wo sie angeführt sind, stets erst an zweiter Stelle; solche deutsche Namen sind: Nordrande (31, S. 142), Moosrande (237, S. 353), Erdkrönchen, wohl aus dem Schwedischen herübergekommen, (92, S. 1174) und Moosglocke (17, S. 297). Die Nordamerikaner nennen sie häufig Twin-flower [= Zwillingsblume], eine treffende Charakteristik des gabeliggestellten Blütenpaares. Außerdem trifft man noch die Namen Ground-vine [= Bodenranke]

(24, S. 235), Ground-ivy [= Bodenefeu] und Trumpet-flower [= Trompetenblume] (227, S. 366).

Wie bei vielen andern Gewächsen, so geben auch hier die Volksnamen die volkstümlichen Anwendungen derselben an. Die schwedischen, norwegischen und russischen Namen deuten auf einen medizinischen Gebrauch gegen rheumatische Schmerzen und dies soll tatsächlich durch die Landbevölkerung in Skandinavien geschehen (183, S. 251).

S y s t e m a t i k. Die systematische Stellung der *Linnaea borealis* L. ist sehr klar. Im Linnéschen Sexualsystem gehört sie mit ihren zwei kurzen und zwei langen freien Staubgefäßen zu der 14. Klasse, den *Didynamia Angiospermia* (118, S. 188). A. L. de Jussieu zählt sie in seinem natürlichen System bereits zur Ordnung der *Caprifoliaceen* unter den monopetalen *Dicotyledonen* [= *Sympetalen* oder *Metachlamydeen*], zu der aber außer der heutigen Familie der *Caprifoliaceen* auch noch *Loranthus*, *Viscum*, *Rhizophora*, *Cornus* und *Hedera* gehörten (85, S. 321). Erst A. P. De Candolle grenzt eine Ordnung der *Caprifoliaceen* ab, die der heutigen Familie gleichen Namens entspricht. Zugleich vollführt er darin die schon von de Jussieu angedeutete Teilung in zwei Triben. Der Tribus *Sambuceen* umfaßt die Gattungen *Sambucus* und *Viburnum* und ist durch aktinomorphen Blüten, kurze Griffel und eineiige Fruchtknotenfächer charakterisiert. Zum Tribus *Lonicereen* gehören *Lonicera*, sowie *Linnaea* mit ihren verwandten Gattungen *Triosteum*, *Abelia* und *Symphoricarpus*, welche alle zygomorphen Blüten, lange Griffel und mehreiige Fruchtknotenfächer besitzen (38, S. 321). Die hier noch getrennten, aber sehr nahe verwandten Gattungen *Linnaea* und *Abelia* wurden 1872 von W. Vatké bzw. A. Braun vereinigt (225, S. 290). So entstand eine Sammelgattung *Linnaea*, die durch ihren 3fächrigen Fruchtknoten mit zwei sterilen Fächern streng von den verwandten Gattungen *Dipelta* und *Symphoricarpus* geschieden ist. Diese Vereinigung haben auch K. Fritsch (58, S. 8) und P. Graebner (66, S. 121) in ihren systematischen Bearbeitungen der *Caprifoliaceen* bzw. der Gattung *Linnaea* angenommen, so daß heute die Gattung allgemein in folgende zwei Untergattungen geteilt wird:

1. *Eulinnaea* mit kugelig-eiförmiger Kelchröhre, abfallenden Kelchzipfeln und glockig erweiterter Krone: Einzige Art: *Linnaea borealis* L.
2. *Abelia* R. Br. mit schmaler Kelchröhre, bleibenden Kelchzipfeln, und trichter-röhrenförmiger Krone: 26 Arten aus Zentralasien, Ostasien und Mexiko.

Auf Grund der nun bessern Kenntnis der einzelnen Gattungen hat K. Fritsch die *Caprifoliaceen* nicht in zwei, sondern in vier natürliche Triben geteilt (58, S. 8—9); von den *Sambuceen* wird die Gattung *Viburnum*, die im Gegensatz zu *Sambucus* wie alle übrigen *Caprifoliaceen* introrse Antheren besitzt, als Tribus *Viburneae* abgetrennt. Von den *Lonicereen* werden die *Linnaeen*

abgeschieden [*Linnaea* inkl. *Abelia*, *Symphoricarpus*, *Dipelta*], weil sie neben den zwei mehreiigen sterilen Fruchtknotenfächern auch 1 bzw. 2 eineiige fertile Fächer besitzen und so den Übergang von den *Viburneen* zu den *Lonicereen* bilden.

Neben der typischen Art *Linnaea borealis* L. wurden schon sehr früh auch einige Varietäten aufgestellt und beschrieben, nämlich:

var. *americana* J. Forbes, mit runden, mehrzähligen Blättern, wurde als Art *L. americana* neben der *L. borealis* unterschieden (53, S. 135). Da aber das Laubblatt bei *Linnaea borealis* L., namentlich in bezug auf die Form, sehr oft stark variieren kann, so ist diesem Unterscheidungsmerkmale kein großer systematischer Wert beizulegen und diese beschriebene Form daher nicht als Art, sondern höchstens als Varietät aufzufassen.

var. *longiflora* J. Torrey, zeichnet sich durch größere Blüten, lange schmale Kelchzipfel und verlängerte Kronröhre aus und findet sich vorzugsweise im westlichen Nordamerika (213, S. 327).

var. *sulphurescens* J. R. Jungner, besitzt außen weiß und innen schwefelgelb gefärbte Krone, deren Röhre sich durch konvexe Form von der geraden oder konkaven der typischen Art unterscheidet (144, S. 151).

var. *pallida* R. Sernander, hat eine weiße Krone mit gelben Flecken an der Innenseite (188, S. 250).

Auf Grund von verhältnismäßig scharf ausgeprägten Verschiedenheiten in der Beschaffenheit der Blumenkrone, der Kelchzipfel und der Laubblätter unterscheidet V. B. Wittrock unter Aufhebung der Varietäten *americana* und *sulphurescens* 140 skandinavische und 6 amerikanische Formen. Die 4 Hauptgruppen der skandinavischen Formen, die er in bezug auf die am stärksten ausgeprägten Unterschiede der Färbung der Kroneninnenseite aufstellt, sind (236, S. 70):

1. *Poliochromae* (Blaßblütige). Außen- und Innenseite der Krone weiß oder weißlich; Zwischenräume zwischen den gelben Streifen des Honigmals weiß. 18 Formen (auch *f. pallida* Sern.).
2. *Mesochromae* (Mittelblütige). Innenseite der Krone weißrötlich, Zwischenräume im Honigmal weiß oder selten rötlich, vor demselben stets rote Flecken. 34 Formen.
3. *Xanthochromae* (Gelbblütige). Innenseite der Krone gelb, sowohl Unter- als auch Oberlippe, Zwischenräume im Honigmal weiß oder hellgelb. 14 Formen.
4. *Erythrochromae* (Rotblütige). Innenseite der Krone rot, Unter- und Oberlippe. Zwischenräume im Honigmal mehr oder weniger rot. 74 Formen.

Ich untersuchte auch die im Oberengadin reichlich vorkommende *Linnaea* nach dieser Richtung und fand eine ebenfalls große, wenn auch nicht so reichliche Variation der Blüten. Es

waren alle vier Gruppen, die soeben charakterisiert wurden, vertreten; da es aber nicht meine Aufgabe ist, auch hier die Formen aufzustellen und Wittrock für die von ihm aufgestellten Formen, die er als Elementararten auffaßt, den Beweis für die Erbllichkeit der Unterscheidungsmerkmale nicht erbringen konnte, möge dieser kurze Hinweis auf Wittrocks Formen genügen.

2. Kapitel.

Die vegetativen Organe.

1. Morphologie der vegetativen Organe.

Die *Linnaea borealis* L. ist weder ein Halbstrauch, noch eine Staude, wie sie in vielen, auch neuern Floren beschrieben ist, sondern ein echter Strauch. Dieser kriechende Zwergstrauch, so dürfen wir ihn wohl am besten kennzeichnen, gehört nicht zu den Halbsträuchern, weil alle überwinternden Teile verholzt sind, und er ist keine Staude wegen der mehrmals erfolgenden jährlichen Blüten- bzw. Fruchtbildung bestimmter Triebe.

Um von dem Aufbau ein richtiges Bild zu bekommen, gehen wir am besten von einem in Blüte befindlichen Strauche aus. An einem solchen lassen sich leicht neben der Hauptwurzel und den von den Stämmchen ausgehenden Adventivwurzeln folgende Triebe unterscheiden:

- A. Langtriebe, niederliegend, aus vielen, langen Internodien zusammengesetzt und von Wittrock Verjüngungstriebe genannt (234, 1878, S. 31).
- B. Kurztriebe, aufrecht, aus wenigen, kurzen Internodien bestehend; zu ihnen gehören:
 - a) Sterile Kurztriebe oder Assimilationstriebe nach Wittrock (234, 1878, S. 31).
 - b) Fertile Kurztriebe oder Fruktifikationstrieben nach Wittrock (234, 1878, S. 30), bestehend aus einem untern vegetativen und obern floralen Teil.

Die Verjüngungstriebe, Assimilationstriebe und die untern Teile der Fruktifikationstriebe bilden mit dem Wurzelsystem zusammen den ausdauernden vegetativen Teil des Strauches, während die obern Teile der Fruktifikationstriebe den einjährigen reproduktiven Teil darstellen.

A. Der Verjüngungstrieb.

Der Verjüngungstrieb oder Langtrieb bildet den kriechenden plagiotropen Hauptstamm des *Linnaea*strauches. Er ist vor allem durch die Länge und Zahl seiner Stengelglieder ausgezeichnet, besitzt die Fähigkeit zur Bildung von Adventivwurzeln und kann

daher, losgelöst von der Hauptwurzel, ein selbständiges Leben führen. Als rein vegetativer Trieb besteht er nur aus Stengel, Niederblättern, Laubblättern und Knospen.

Der einjährige Langtrieb, d. h. der vorderste, aus einer Knospe entstandene Teil des Hauptstammes besteht in der Regel aus 8—12 Internodien und kann eine Länge von 25 bis 45 cm erreichen. Die Länge der Internodien eines solchen Jahrestriebes nimmt von der Mitte nach vorn und hinten ab; die mittleren können bis 7,5 cm lang sein, während die vordersten und hintersten oft kaum 1 mm erreichen. Durch die zahlreichen und langen Internodien dieser Langtriebe ist der Strauch in den Stand gesetzt, große Strecken rasch zu überziehen.

An dem ziemlich stark behaarten Stengel sitzen die rundlichen Blätter in zweizähligen, alternierenden Quirlen; also in vier Längsreihen. An der Basis sind es in der Regel zwei Paar Niederblätter (seltener 3 oder 1), von denen das unterste stets mit dem vorhergehenden Blattpaar gekreuzt ist und die aus den Knospenschuppen entstanden sind. Auf die Niederblätter folgen die kurzgestielten Laubblätter, die infolge einer Drehung ihres Stiels stets eine horizontale Lichtlage einnehmen und daher scheinbar in einer Ebene liegen. Höchst selten finden sich dreizählige alternierende Blattquirle, in welchem Falle bald sämtliche Quirle eines Jahrestriebes die Abweichung zeigen, bald nur ein Teil derselben. Trifft das letztere zu, so sind oft die Übergangsformen vom zweizähligen zum dreizähligen Blattquirl vorhanden, aus denen, wie Wittrock gezeigt hat, hervorgeht, daß diese Abweichung vom normalen Verhalten durch Spaltung eines Blattes entsteht (234, 1878, S. 92). Ich traf nie solche dreizählige Blattquirle an, hingegen werden sie außer von Wittrock in Schweden auch von Praetorius aus Konitz in Westpreußen gemeldet (159, S. 39).

Die Form des Laubblattes (Taf. XI, Fig. 105), bzw. der oben dunkelgrünen, unten hellgrünen Blattspreite ist meist eiförmig oder verkehrt eiförmig, mit verschieden starker Haarbildung, daneben aber gibt es auch rundliche und fast nierenförmige. In der Regel ist sie asymmetrisch und zwar durch die ungleiche Stellung und Anzahl der Blättzähne. Die Zahl der schwachen Blättzähne beträgt meistens auf jeder Seite zwei, daneben gibt es aber auch solche mit 0, 1 oder 3 und sogar bis 4 auf einer Seite (var. *americana* 236, S. 41). Ebenso große Variationen, wie die Form und Bezahnung, treffen wir auch bei der Größe (vgl. nam. 236, S. 38 ff); die mittlere Länge beträgt 10—14 mm, die mittlere Breite 8—10 mm. Der Hauptnerv ist am Grunde gerade, weiter oben geschlängelt; die Seitennerven (2—4 jederseits) gehen unter ziemlich großen Winkeln ab, verästeln sich, ohne geschlossene Maschen zu bilden und sind nur durch die Netznerven des Blattrandes miteinander verbunden. Der Stiel ist sehr kurz (1—2 mm) und die Spreite läuft seitlich an ihm bis zum Stengel hinunter. Die Laubblätter erreichen gewöhnlich ein Alter von zwei Jahren; d. h. sie leben zwei Vegetations-

perioden und sterben im Laufe der dritten ab; sie sind deshalb ziemlich derb gebaut.

Knospenn. In den Blattwinkeln und an der Spitze des ausgebildeten Triebes werden schon sehr früh die Knospen angelegt. In jedem Blattquirl — mit Ausnahme des ersten (hintersten) Niederblattpaares und der zwei vordersten Laubblattpaare — und an der Spitze des Triebes entsteht je eine große Winterknospe oder Kraftknospe. Dabei ist die Anordnung der seitlichen Winterknospen sehr charakteristisch. Wie schon gesagt, bildet sich in jedem Blattquirl nur eine einzige Winterknospe aus und zwar tritt dieselbe stets in demjenigen Blattwinkel eines Blattpaares auf, welcher an der untern Seite des Stengels liegt. So ergibt sich eine polare Anordnung der Winterknospen, indem dieselben so in zwei Längsreihen an der Stengelunterseite sitzen, ein Verhalten, auf das schon Wichura (233, S. 183) für *Linnaea borealis* L. und andere perennierende Pflanzen mit niederliegenden Stengeln aufmerksam gemacht hat. Die Polarität der Knospen wird bei *Linnaea* durch einen ganz geringen Größenunterschied der sie bedeckenden Blätter angezeigt.

In den nicht mit Winterknospen versehenen Blattwinkeln, d. h. in der Achsel des opponierten Blattes kommen hin und wieder sog. **Proventivknospen** (Ruheknospen) zur Ausbildung, die bedeutend kleiner sind und erst nach 2—3 Jahren oder auch gar nicht zur Weiterentwicklung kommen. (234, 1878, S. 125.) In diesem Falle sind es gewöhnlich die hintern, also früher ausgebildeten Quirle, welche Winter- und Proventivknospen tragen. Nur ausnahmsweise sind die zwei Knospen eines solchen Quirls gute ausgebildete Winterknospen.

Die **Winterknospen** bestehen gewöhnlich aus 2—4 Paar kreuzständigen Niederblättern (Knospenschuppen), die den Schutz für den schwach gewölbten Vegetationsscheitel und die 1—2 Paare der oben zusammengeschlagenen Blattanlagen bilden und bei den Endknospen noch durch das oberste, die Knospen umhüllende, unvollkommen ausgebildete Laubblattpaar in ihrer Schutzfunktion unterstützt werden. Diese Niederblätter haben eine länglich-keulenförmige, gewölbte Form und sind mit breiter Basis am Stengel befestigt. Die äußern unterscheiden sich von den innern nur durch ihre Größe (Länge bis 3 mm); alle sind hellgrün gefärbt und besitzen im obern Teil zwei kleine Zähne wie die Laubblattspreite. Der Blattrand und die Außenseite der Mittelrippe sind mit nach hinten umgebogenen großen Haaren und beide Blattflächen mit hellen, kopfigen Drüsenhaaren besetzt.

Bei der Weiterentwicklung der Knospen fallen die Knospenschuppen nicht ab, sondern wachsen aus. Der Zuwachs findet namentlich im obern Teile statt, indem hier ein Teil entsteht, der noch mehr an die Laubblattspreite erinnert und ohne deutliche Grenze in den breiten, scheidenförmigen Stiel übergeht. In der Regel haben die rein vegetativen Knospen, aus welchen die Verjüngungs- und Assimilationstriebe hervorgehen, zwei (selten 3

oder 1) Paar, die gemischten Knospen hingegen, die zu Fruktifikationstrieben auswachsen, drei (seltener 4 oder 2) Knospenschuppen bzw. Niederblätter. Es besteht somit ein ununterbrochener Übergang von den Niederblättern zu den Laubblättern und die obersten (innersten) Niederblätter sind von den letzteren, namentlich bei 3 oder 4 Paaren, oft kaum mehr zu unterscheiden. Die Niederblätter sind auch grün, leben nur wenige Wochen, bleiben aber während des ganzen Sommers in dürrerem Zustande noch am Stengel und fallen erst im Herbst ab.

Eine sehr wichtige, schon erwähnte Eigenschaft der Langtriebe ist die Fähigkeit zur normalen Bildung von *Adventivwurzeln*. Dieselben treten schon am einjährigen Trieb auf und zwar sowohl an dessen Basis direkt hinter dem ersten Blattquirl als auch an den einzelnen Knoten. Es ist jeweilen eine Wurzel hinter dem Blattpaar oder ein Paar hinter- oder nebeneinander; sind es aber mehr als 2 — *Wittrock* hat an Jahrestriebgrenzen bis 5 beobachtet (234, 1878, S. 96) —, so sind alle hintereinander. Die basalen Nebenwurzeln sind immer stärker als die andern, namentlich wenn sie einzeln stehen, und erreichen auch immer ein höheres Alter (vergl. S. 15).

Aus den Winterknospen entstehen zu Beginn der folgenden Vegetationsperiode neue Triebe. Die Endknospe wächst zu einem neuen Langtrieb aus und verlängert so den Hauptstamm. Die wechselständigen Seitenknospen entwickeln sich zu Kurztrieben, so daß ein wechselständiges Verzweigungssystem entsteht. In der Regel entstehen aus den besser ausgebildeten Knospen mit drei Paar Knospenschuppen, welche den mit Nebenwurzeln versehenen Jahrestriebgrenzen und Knoten folgen, die Fruktifikationszweige, während aus den vordern, schwächeren Knospen die Assimilationszweige hervorgehen. Vielfach konnte ich einen direkten Zusammenhang zwischen der Bewurzelung und der qualitativen Ausbildung der Seitenzweige konstatieren. Bei starker, reichlicher Entwicklung von Adventivwurzeln in humusreichem Boden sind alle Seitentriebe fertil, während bei schlechter oder fehlender Ausbildung des Wurzelsystems nur Assimilationszweige entstehen.

Durch die jährliche Angliederung eines neuen Langtriebes wird der Hauptstamm, der im dritten Jahre auch die Laubblätter verliert, stark verlängert. Vom hintern, älter werdenden Teile gehen nur noch die Adventivwurzeln und die Seitenzweige aus, welche letztere in die Höhe wachsen und auch die untern Blätter verlieren. Der alte kahle Erdstamm wird durch das emporwachsende Moos einerseits und durch den aus den niederfallenden Nadeln der Waldbäume entstehenden Humus andererseits immer mehr verdeckt und unterscheidet sich schließlich kaum mehr von einem kriechenden Rhizom. Durch die sich stets angliedernden Langtriebe kann er eine recht beträchtliche *Länge* erreichen; *Wittrock* hat solche Stämme von bis 3 m Länge beobachtet (234, 1878, S. 87), während *Linneé* sogar von solchen von bis 6 m berichtet (117, S. 208). Ich selbst sah nie so stark ausgebildete Exemplare; die längsten waren ca. 4 m lang. Diese starke Längenentwicklung

läßt auch auf ein hohes Alter der betr. Sträucher schließen. Das höchste Alter, das Wittrock (234, 1878, S. 87) beobachtete, betrug 13 Jahre; er meint aber, daß sie bis zu 20 Jahren leben können und eine eigene Beobachtung von 17jährigen Stämmen scheint mir dies zu bestätigen. Hat der hinterste Stammteil ein so hohes Alter erreicht, so beginnt er abzusterben; der Strauch bleibt aber dennoch in seiner Ausdehnung gleich, weil der abgehende Teil stets durch die vorn neugebildeten Triebe ersetzt wird.

Könnte die Entwicklung in der oben angegebenen normalen Weise stets vor sich gehen, so würde ein *Linnaea*strauch von idealer Einfachheit entstehen. Derselbe bestünde aus einem einzigen, langen niederliegenden Hauptstamm, zusammengesetzt aus mehreren Langtrieben, an dessen Seite wechselständig die Kurztriebe sitzen würden. Das ganze Sproßsystem hätte im Verhältnis zu seinem Durchmesser eine sehr starke Längenentwicklung. Es wurde aber bis jetzt noch kein solcher Strauch beobachtet, und wenn wir die *Linnaea*pflanzen an ihren natürlichen Standorten betrachten, so finden wir, daß sich ein Individuum meist nach allen Seiten gleich ausbildet.

Die Ursachen dieser Abweichung von der sozusagen normalen Entwicklung hat schon Wittrock beschrieben (234, 1878, S. 23) und seine Ausführungen sind in neuerer Zeit von Sernander ergänzt worden (187, 188). Diese Abweichungen beruhen in allererster Linie darauf, daß nicht nur aus der Endknospe der Langtriebe neue Verjüngungstriebe entstehen, sondern auch aus den Seitenknospen und den Knospen von Kurztrieben. Die Hauptursachen dieser Neubildungen sind:

1. Verletzung der Endknospe (durch Pilze oder Tierfraß). In diesem Falle beruht die abnormale Bildung von neuen Trieben auf Korrelation.
2. Prolepsis. d. h. die Weiterentwicklung der Knospen vor Ablauf einer Ruheperiode, also vor der zweiten Vegetationsperiode. Diese Erscheinung tritt am häufigsten auf und wird namentlich durch einen milden Herbst und die dadurch stark verlängerte Vegetationsperiode begünstigt.
3. Opsigonie. Mit diesem Ausdruck bezeichnet Wittrock (234, 1878, S. 126) die verspätete Weiterentwicklung von Knospen, d. h. die Entstehung von Trieben nach dem Beginn der zweiten Vegetationsperiode. Diese seltene Erscheinung betrifft immer die Proventivknospen, welche frühestens im Spätsommer des zweiten Jahres zur Entwicklung gelangen können.

Durch das Zusammenwirken dieser verschiedensten Ursachen kommt eine große Mannigfaltigkeit der Verzweigung zustande und es wird daher angezeigt sein, hier in aller Kürze eine Zusammenstellung der bis jetzt beobachteten Fälle der Langtrieb- bildung zu geben.

Die Verjüngungstriebe können entstehen:

A. Aus Verjüngungstrieben.

- a) Aus Endknospen.
 1. Durch normale Entwicklung.
 2. Durch proleptische Entwicklung (188, S. 248).
- b) Aus Seitenknospen.
 1. Bei Verletzung der Endknospe.
 - a) Durch normale Entwicklung zu Beginn der zweiten Vegetationsperiode. In diesem Falle wachsen gewöhnlich die 1—2 folgenden Seitenknospen aus.
 - β) Durch proleptische Entwicklung noch in der ersten Vegetationsperiode, wenn die Verletzung schon sehr früh, d. h. im Stadium des lebhaften Wachstums stattgefunden hat. (234, 1878, S. 86; 188, S. 248.)
 2. Ohne Verletzung der Endknospe.
 - a) Durch proleptische Entwicklung. Dies ist der am häufigsten vorkommende Fall der Bildung von proleptischen Langtrieben als Seitenzweige (234, 1878, S. 84; 188, S. 248).
 - β) Durch opsigone Entwicklung von Proventivknospen. So entstehen, wie auch *Sernander* angibt, die ersten Abweichungen vom normalen Bauplan des jungen *Linnaea*strauches. (234, 1878, S. 84, 127; 188, S. 255.)

B. Aus Assimilationstrieben, nur aus Endknospen.

1. Durch spontane Entwicklung der Endknospe zu Beginn der zweiten Vegetationsperiode (234, 1878, S. 84).
2. Durch proleptische Entwicklung der Endknospe (188, S. 248).

C. Aus Fruktifikationstrieben.

1. Durch spontane Entwicklung einer oberen Seitenknospe im Anfang des zweiten Jahres (234, 1878, S. 84).
2. Durch proleptische Entwicklung der Seitenknospen (188, S. 248).

Die proleptisch entwickelten Verjüngungstriebe werden nie so lang wie die normal gebildeten, indem sie meist nur 5—10 Internodien bilden. Außerdem sind sie durch eine geringere Zahl von Niederblättern ausgezeichnet (1 Paar, selten 2 oder 0), weil sie aus jugendlichen, noch nicht ganz ausgebildeten Knospen entstanden sind. Eine oft auftretende Erscheinung ist die Abgrenzung der proleptischen Verjüngungstriebe durch eine Infloreszenz (188, S. 251). Ebenso bewirkt das starke Längenwachstum derselben, daß in den jüngern vordern Teilen bei der kurzen Entwicklungszeit die schützenden Gewebe nicht genügend ausgebildet werden können, die Spitzen im Winter erfrieren und so durch Korrelation wieder

seitliche Verjüngungstriebe entstehen. So läßt sich leicht begreifen, daß die proleptisch entwickelten Triebe einen Hauptanteil an der so unregelmäßigen Ausbildung des Sproßsystems von *Linnaea* haben.

B. Der Assimilationstrieb.

Die Assimilationstriebe oder sterilen Kurztriebe entstehen im zweiten Jahre aus den Seitenknospen der Verjüngungstriebe und bilden so Seitenzweige. Sie sind stets aufrecht, besitzen weniger und kürzere Internodien und erzeugen niemals Adventivwurzeln.

Der einjährige Assimilationstrieb wird nur 4—5 cm lang und die Zahl seiner Internodien schwankt zwischen 4 und 6 (Taf. I., Fig. 6); auch hier sind die längsten Internodien die mittleren (bis 2,5 cm). An der Basis sitzen normal zwei Paar Niederblätter (seltener nur 1), die wie die Laubblätter kreuzständig angeordnet sind. Wegen der verhältnismäßig großen Anzahl der Blätter eines solchen Kurztriebes — es können bis zu 10 sein — spielt derselbe eine wichtige Rolle im Ernährungshaushalt der Pflanze, indem er den Hauptanteil an der Assimilation hat und so den Namen, den ihm Wittrock erteilt hat, vollkommen verdient. Winterknospen werden in der Regel nur an der Spitze dieser Triebe entwickelt. Die Seitenknospen sind, wenn überhaupt solche vorhanden, Proventivknospen und werden nur ganz selten als Winterknospen ausgebildet.

Aus der terminalen Winterknospe, die mit 2—1 Paar Knospenschuppen versehen ist, entsteht im zweiten Jahr ein neuer Assimilationstrieb von gleicher Beschaffenheit. Diese Weiterentwicklung kann auch im dritten Jahre noch regelmäßig vor sich gehen (Taf. I., Fig. 7), während im vierten Jahr meist nur noch ein schwacher Assimilationstrieb entsteht, der nicht mehr weiterentwicklungsfähig ist und so mit dem vierten Jahre das Längenwachstum aufhört. Auch an den Assimilationstrieben bleiben die Laubblätter zwei Jahre lebend und beginnen im dritten Jahre unten abzusterben.

Die Prolepsis spielt bei der Bildung der Assimilationstriebe eine noch größere Rolle, als bei den Langtrieben, so daß hier eine Entstehung auf die verschiedensten Arten zustande kommt und diese sterilen Kurztriebe sich entwickeln können:

A. Aus Verjüngungstrieben.

a) Aus Seitenknospen.

1. Durch normale Entwicklung.
2. Durch proleptische Entwicklung (234, 1878, S. 86; 188, S. 248).
3. Durch opsigone Entwicklung von Proventivknospen mit ein- oder zweijähriger Ruhezeit (234, 1878, S. 127; 188, S. 249).

b) Aus Endknospen.

1. Durch spontane Entwicklung zu Beginn der zweiten Vegetationsperiode (234, 1878, S. 85).
2. Durch proleptische Entwicklung (188, S. 248).

B. Aus Assimilationstrieben.

a) Aus Endknospen.

1. Durch normale Entwicklung.
2. Durch proleptische Entwicklung (234, 1878, S. 86; 188, S. 248).

b) Aus Seitenknospen.

1. Durch spontane Entwicklung am Anfang der zweiten Vegetationsperiode (234, 1878, S. 85).
2. Durch proleptische Entwicklung (234, 1878, S. 86). Nur von Wittrock beobachtet und zwar bei Zerstörung der Endknospe durch parasitäre Pilze.

C. Aus Fruktifikationstrieben.

- a) Durch spontane Entwicklung der Seitenknospen im zweiten Jahre (234, 1878, S. 84).
- b) Durch proleptische Entwicklung der Seitenknospen (234, 1878, S. 86; 188, S. 248).

Auch hier erreichen, wie bei den Verjüngungstrieben, die proleptisch entwickelten Triebe nie eine so hohe Entwicklungsstufe. Sie besitzen auch meist nur ein Paar Niederblätter und auch die Zahl der Laubblattquirle sinkt bis auf 1—2. Hingegen wird die Endknospe gut ausgebildet und aus ihr kann sich in der folgenden Vegetationsperiode ein normaler Assimilationstrieb entwickeln.

C. Der Fruktifikationstrieb.

Die Fruktifikationstriebe oder fertilen Kurztriebe bilden die Blütenzweige des *Linnaea*strauches und entstehen ebenfalls im zweiten Jahre aus den Seitenknospen eines Verjüngungstriebes. Wie die Assimilationstriebe sind sie auch aufrecht, hingegen von den erstern durch die Infloreszenz und die manchmal an der Basis auftretenden Adventivwurzeln unterschieden.

Der Fruktifikationstrieb zerfällt in zwei Teile; in einen untern, ausdauernden, vegetativen Teil, der uns hier beschäftigen soll und einen obern, einjährigen, floralen Teil, der im folgenden Kapitel eine eingehendere Behandlung erfahren wird.

Der untere, vegetative Teil erinnert ganz an den Assimilationstrieb. Er ist ungefähr gleich lang, besitzt aber weniger und dafür längere Internodien, welche von unten nach oben an Länge zunehmen. An der Basis sitzen in der Regel drei (seltener zwei oder vier) Niederblattpaare, von denen das oberste oft laubblattartig entwickelt ist (Taf. I, Fig. 1 u. 2). Auf die Niederblätter folgen 1—2 Paar Laubblätter in der normalen gekreuzten Stellung, die sich sehr oft von den andern Laubblättern durch eine geringere Anzahl von Blattzähnen (meist zwei) unterscheiden. Sehr selten — Wittrock hat nur einen einzigen Fall beobachtet — kommen auch abnorme dreizählige Quirle vor (234, 1878, S. 91). Da die Achse des vegetativen Teils sich in die Hauptachse des Blütenstandes fortsetzt, fehlen die Endknospen stets. Dafür trägt immer der

oberste Blattquirl eine Winterknospe (selten zwei) und sehr häufig auch der untere Quirl eine solche. Charakteristisch für den fertilen Kurztrieb ist auch die Bildung der Adventivwurzeln, welche stets an der Basis des Triebes entstehen, und zwar an der starken Biegung, die durch den negativen Geotropismus des aus einer nach unten gerichteten Winterknospe entstehenden Triebes verursacht wird.

Aus den seitlichen Winterknospen entstehen im zweiten Jahre wieder Fruktifikationstriebe von gleicher Beschaffenheit und oft sind noch die Blütenstiele der vorjährigen Infloreszenz erhalten (Taf. I, Fig. 3—5). Wenn die Triebe des zweiten Jahres noch nahe genug am Boden sind, können auch sie wieder Adventivwurzeln bilden. Durch die jeweilige Weiterentwicklung kann der untere vegetative Teil eines solchen Fruktifikationszweiges ein Alter von 4—5 Jahren erreichen. Auch bei den Fruktifikationstrieben kommen neben der normalen Entstehung noch verschiedene andere Bildungsweisen vor, bei denen die Prolepsis auch eine wichtige Rolle spielt. Es können nämlich Fruktifikationstriebe ihren Ursprung nehmen:

A. Aus Verjüngungstrieben.

a) Aus Seitenknospen.

1. Durch normale Entwicklung.
2. Durch proleptische Entwicklung (234, 1878, S. 86; 188, S. 248).
3. Durch opsigone Entwicklung von Proventivknospen bei beschädigter oder aber auch unbeschädigter Spitze des Triebes (188, S. 249).

b) Aus Endknospen.

- Durch proleptische Entwicklung (234, 1878, S. 85, 86; 188, S. 249).

B. Aus Assimilationstrieben.

a) Aus Endknospen.

1. Durch spontane Entwicklung zu Beginn der zweiten Vegetationsperiode (234, 1878, S. 85).
2. Durch proleptische Entwicklung (188, S. 248):
3. Durch opsigone Entwicklung (188, S. 248).

b) Aus Seitenknospen.

1. Durch spontane Entwicklung (234, 1878, S. 85).
2. Durch proleptische Entwicklung (188, S. 248).

C. Aus Fruktifikationstrieben (Seitenknospen).

1. Durch normale Entwicklung.
2. Durch proleptische Entwicklung (188, S. 247, 248).

Die proleptischen Fruktifikationstriebe zeichnen sich einerseits durch die Reduktion des untern vegetativen Teils und andererseits durch eine sehr häufig abnorme, meist mehr- als zweiblütige Infloreszenz auf. Der vegetative Teil kann sogar vollständig fehlen

und der ganze proleptische Trieb nur aus dem obern floralen Teil bestehen. Die vielen und außerordentlich mannigfaltigen Abweichungen in der Ausbildung der Infloreszenz hat bereits Wittrock ausführlich beschrieben (234, 1879, S. 137 ff.; 236, S. 42 ff.). Eine kurze Zusammenstellung der bis jetzt beobachteten Fälle findet sich Seite 30.

D. Das Wurzelsystem.

Das Wurzelsystem setzt sich aus zweierlei Wurzeln zusammen, die sich bei sonst gleicher Beschaffenheit nur durch ihre verschiedene Entstehungsweise unterscheiden. Es sind dies:

1. Die Hauptwurzel. Sie geht aus der Keimwurzel hervor, erreicht aber nie eine starke Entwicklung und stirbt früh ab. Die ältesten von mir beobachteten waren fünf Jahre alt.
2. Die Adventivwurzeln. Diese sind endogene Bildungen des Stengels und bilden durch ihre reichliche Entwicklung den Ersatz für die abgehende Hauptwurzel und daher bei ältern Individuen das gesamte Wurzelsystem. Diese für die Pflanzen des Waldbodens sehr charakteristische Bildung von Adventivwurzeln (55, S. 138) ist von größtem Vorteil für den weit ausgebreiteten *Linnaea*-strauch, indem durch sie die Wege des Wassers und der darin enthaltenen Nährstoffe für die Langtriebe reduziert werden. Diese Adventivwurzeln bilden sich, wie schon erwähnt (vergl. S. 9 u. 13), an den Verjüngungstrieben, vorzugsweise an den Jahrestriebgrenzen, und an der Basis von Fruktifikationstrieben.

Haupt- und Adventivwurzeln sind nach dem Haftwurzeltypus (55, S. 138) gebaut, indem für die Verankerung der auf der Bodenfläche meist nur aufliegenden Langtriebe mit den vielen aufrechten Kurztrieben ein verhältnismäßig langer Wurzelstamm gebildet wird. Die für die Wasserabsorption erzeugten Nebenwurzeln sind hingegen ziemlich schwach entwickelt; dieselben besitzen wohl eine dem Wurzelstamm nahekommende Dicke und Länge, aber ihre Verzweigung ist meist sehr schwach und über die Bildung von Nebenwurzeln zweiter Ordnung geht es wohl selten hinaus. Diese Reduktion der Nebenwurzeln ist einerseits durch die große Zahl der Adventivwurzeln, andererseits durch die leichte Wasseraufnahme im feuchten Boden, die geringe Transpiration in der feuchten Luft und die schwache Assimilation im Schatten des Waldes bedingt. Die stets schwächliche Hauptwurzel bildet nur Nebenwurzeln erster Ordnung und verschwindet mit dem Erstarken der ersten Adventivwurzeln, welche letztere bis 20 cm lang und bis 16 Jahre alt werden (sehr selten) und unter bestimmten Umständen auch Nebenwurzeln bis vierter Ordnung bilden können. Das Speichervermögen aller Wurzeln ist nicht sehr groß, weil die Hauptmasse der Assimilate in dem stark entwickelten oberirdischen

Sproßsystem einen Überwinterungsplatz findet und daher sind auch die Wurzeln selten von großer Dicke. Eine Mykorrhiza, die bei den Bewohnern des humusreichen Waldbodens so häufig angetroffen wird (z. B. Ericaceen), konnte ich bei *Linnaea borealis* L. nie beobachten.

2. Anatomie der vegetativen Organe.

A. Der Stengel.

Die stärkste und beste Entwicklung erreicht der Stengel in den normalen Verjüngungstrieben, und um einen Einblick in die anatomischen Verhältnisse des Stengels überhaupt zu bekommen, unterwerfen wir diese kriechenden Triebe zunächst einer nähern Untersuchung.

Im *Vegetations*scheitel der Endknospe eines Verjüngungstriebes zeigt sich eine deutliche Gliederung des Meristems in drei Teile. Das einschichtige Dermatogen überzieht das oben zwei- bis dreischichtige Periblem, unter welchem die 5—6 Schichten des Pleroms liegen. Wenn nun zu Beginn einer neuen Vegetationsperiode die Knospe zu einem neuen Langtrieb auswächst, finden in dem hinter dem weiterwachsenden Vegetationskegel bleibenden Stengel sehr früh Differenzierungen in verschiedene Gewebe statt (Taf. II; Fig. 8 u. 11).

Das Dermatogen bleibt einschichtig und wird zur Epidermis des jungen Stengels, indem seine Zellen langgestreckt und dickwandig werden. Zugleich entstehen neben diesen gewöhnlichen Zellen große, nach hinten umgebogene, spitze Deckhaare mit rauher, gekörnter Oberfläche, die dem Stengel eine ziemlich starke Behaarung geben. Außerdem erscheinen auch kurzgestielte Drüsenhaare, bestehend aus einem einzelligen Stiel und 6—8 zelligem Köpfchen, und in geringerer Anzahl Spaltöffnungen mit in der Längsrichtung des Stengels orientierten Spalten. Alle Elemente werden von einer noch schwachen Cuticula bedeckt.

Das Periblem wird zur Rinde, die auch aus länglichen Zellen besteht, bald chlorophyllhaltig wird und so im jungen Stengel zur Assimilationstätigkeit herangezogen werden kann. Die Rindenzellen sind von vielen Interzellularen umgeben und werden dickwandig. Diese Verdickung beginnt an den tangentialen Wänden der äußersten der 3—4 Rindenschichten.

Die größten Veränderungen aber gehen in dem sich zum Zentralzylinder entwickelnden Plerom vor sich, in welchem drei gut unterscheidbare Zonen auftreten und dessen Zellen gegenüber denjenigen der Rinde noch sehr zart sind. Die äußerste Zone besteht aus 2—3 Lagen großer Zellen, die ohne Interzellularen aneinander schließen. Sie sind auch langgestreckt, besitzen horizontale Querwände und die äußersten, an die Rinde grenzenden Zellen übertreffen alle andern an Größe. Diese periphere Zone des Zentralzylinders bildet den sog. Perizyklus, der die Gefäßbündel von der Rinde trennt und hier sehr deutlich ausgebildet ist. Auf

den Perizyklus folgt das durch tangentielle Teilungen aus 3—4 radial angeordneten, engeren, aber ebenfalls langgestreckten Zellen bestehende Prokambium, welches durch zwei Übergangsschichten in das aus großen polygonalen Zellen zusammengesetzte Mark übergeht. Der ganze Stengel hat in diesem Stadium, bezw. im vordersten Internodium des wachsenden Triebes, eine viereckig-rundliche Querschnittsform.

Bevor das Längenwachstum des Stengelinternodiums aufhört, tritt in den vier Ecken des Prokambiums das Protoxylem auf, bestehend aus je 3—5 Gruppen von 4—6 radial hintereinander gelagerten Gefäßen (Taf. II, Fig. 9 u. 10). Die große Mehrzahl derselben sind durch breite, verholzte Spiralbänder verdickt und nur selten treten Ringgefäße auf. Die innersten Spiralgefäße sind von den parenchymatischen Zellen des Grundgewebes umgeben, die lange unverholzt bleiben und von denen aus zwischen den radialen Gefäßstrahlen die ein- bis zweischichtigen, unverdickten Markstrahlen verlaufen. Während dieser Bildung des auf die Ecken beschränkten Protoxylems finden im übrigen Prokambium weitere tangentielle Teilungen statt und es entsteht ein breiter zusammenhängender Gewebering, das Kambium. In diesem, 5—6 radial angeordnete Zellagen enthaltenden Bildungsgewebe tritt sehr früh eine Differenzierung in größere, längliche und kleinere, polygonale bis rundliche Elemente statt. Die erstern werden zu Markstrahlzellen, die letztern zu Gefäßen und Holzprosenchym. Am äußern Rande bilden sich durch Teilung die ersten kleinen Zellen des Phloem (Taf. II., Fig. 8—9).

Noch vor beendigtem Längenwachstum, ungefähr 10—12 Tage nach dem Beginn der Stengelentwicklung, beginnt sich die äußerste Zellschicht des Perizyklus, nachdem die Querwände beim Längenwachstum eine stark schiefe Stellung bekommen haben, zu verdicken (Taf. II., Fig. 12). Es entsteht ein ununterbrochener Ring von großen zugespitzten Sklerenchymfasern, deren Wandungen nur von wenigen quergestellten einfachen Poren durchbrochen sind. Die Verdickung der Wände ist nicht sehr groß, dafür aber tritt eine starke Verholzung ein und so bildet dieser einschichtige Sklerenchymring, der bei andern Vertretern der Gattung, z. B. *L. triflora* R. Br. et Vatke unterbrochen ist, das mechanische System des jungen Stengels (125, S. 51). Die innern Zellen des Perizyklus erleiden vorerst noch keine Veränderung, sie bleiben parenchymatisch und unverholzt, und wir haben es hier daher mit einem sog. heterogenen Perizyklus zu tun, wie ihn Morot (140, S. 256, 258) in ganz ähnlicher Ausbildung bei *Lonicera* beschrieben hat.

Mit der Differenzierung der Sklerenchymringes werden durch die Zunahme des sich teilenden und vergrößernden Kambiums die Zellen der Rinde etwas abgeplattet. Die äußern Rindenschichten werden dickwandiger, zum Teil sogar kollenchymatisch, während die innersten, dem Perizyklus angelagerten Zellen das Chlorophyll verlieren und dafür stärkehaltig werden. So erhält der Stengel eine deutlich ausgebildete Stärkescheide, durch welche

die Trennung von Rinde und Zentralzylinder noch vollkommener wird. Die Zellen der Stärkescheide oder Grenzschrift der Rinde, wie sie Fischer (51, S. 13) bezeichnet hat, sind durch ihre Regelmäßigkeit und den engen lückenlosen Zusammenschluß von den übrigen Rindenzellen ausgezeichnet. Sie enthalten mehrere große Stärkekörner, welche mit der Beendigung der Verholzung des angrenzenden Sklerenchymrings verschwinden (Taf. II., Fig. 12). Diese letztere Erscheinung läßt einen Zusammenhang zwischen den Zellen der Stärkescheide und des Sklerenchymringes vermuten. In der Tat hat schon Fischer darauf hingewiesen, daß ein solcher Zusammenhang der Grenzschrift mit der Entwicklung und Verdickung des Sklerenchyms möglich sein kann, und seine Beobachtungen sind durch eingehende Untersuchungen und Experimente von Tondera bei vielen Pflanzenfamilien bestätigt worden. Letzterer hat nachgewiesen, daß die plastischen Stoffe, die im Parenchym der Rinde durch die assimilatorische Tätigkeit des Chlorophylls gebildet werden, als Baustoffe beim Wachstum des mechanischen Gewebes oder Holzringes Verwendung finden. Diese Stoffe werden der Rinde entzogen und in den innersten Rindenzellen, den Stärkezellen angesammelt. Von hier aus findet dann die Resorption durch den sich entwickelnden Festigungsring statt (212, S. 1646, 1647).

Sobald das Internodium sein Längenwachstum vollendet hat, setzt die Bildung des Metaxylems ein. Die schon stark differenzierten Zellen des Kambiums beginnen sich zu verdicken und zu verholzen. Es entsteht ein kontinuierlicher Holzring, bestehend aus Gefäßen und Holzprosenchym. Die erstern werden zuerst an der innern Seite gebildet und in radialer Richtung folgen nach außen Tracheiden und Librifasern, deren Zahl durch weitere Teilungen des Kambiums noch vergrößert wird. In der peripheren Zone des Prokambiums hat sich unterdessen durch unregelmäßige Teilung das Phloem ausgebildet, ein Gewebe, das aus kleinen, dünnwandigen Zellen besteht, die im Längsschnitt langgestreckt und mit schiefen oder wagrechten Querwänden versehen sind.

In der Übergangszone des primären Holzringes zum Mark, d. h. in der Markkrone werden die zwei äußersten, mit den Tracheiden in direkter Verbindung stehenden Zellschichten ebenfalls verdickt und verholzt, während die inneren Zellen des Markes dünnwandig und noch unverholzt bleiben. Die Zellen der Markkrone bleiben durch viele längliche einfache Poren miteinander und mit den Markstrahlen in Verbindung und füllen sich allmählich mit Stärke. Auch in ihrer Form sind die äußersten zwei Zellschichten des Marks von den übrigen Zellen verschieden; sie bilden einen Übergang von den Tracheiden des Holzes zum Mark. Die äußersten sind noch fast so lang wie die Tracheiden, währenddem die innere Schicht aus kürzern Elementen besteht und ihre Form sich so mehr derjenigen der Markzellen nähert. Das Mark ist übrigens in der ganzen Länge des Stengels gleich stark entwickelt und an den Knoten zeichnet es sich nur durch einen etwas größeren Durchmesser aus (Taf. II, Fig. 12).

In der zweiten Hälfte der Vegetationsperiode erleidet der Stengel keine großen Veränderungen mehr und so haben wir denn zu Beginn des Winters einen Langtrieb von folgendem anatomischen Bau:

Der ganze Stengel ist noch von einer Epidermis umgeben, deren Wände, namentlich die tangentialen, stark verdickt sind. Die Deckhaare sind zum größten Teil abgefallen, so daß der Stengel nur noch schwach behaart ist. Die Epidermis ist von einer dünnen Kutikula überzogen. Die darunter liegenden Rindenzellen sind abgeplattet und die äußersten davon ähnlich wie die Epidermiszellen verdickt. Von dem Chlorophyll sind nur noch wenige Überreste vorhanden und die Stärkescheide ist ganz entleert worden; das Gewebe ist im Absterben begriffen. Im Perizykel sind die dickwandigen Zellen des Sklerenchymrings stark verholzt. Aber auch die übrigen Elemente desselben sind mit Ausnahme der Zellen der innersten Schicht verdickt und verkorkt. So bildet der Perizykel beim einjährigen Stengel den Ersatz für den erst später gebildeten Kork, der im zweiten Jahre aus der innersten Zellschicht des Perizyklus entsteht. In diesem Punkte unterscheidet sich *Linnaea borealis* von den Vertretern der Untergattung *Abelia*, bei welchen der Kork schon im ersten Jahr aus der dem Sklerenchymring folgenden, also der zweitäußersten Perizyklusschicht entsteht (125, S. 50, 51).

Das Phloem bildet jetzt einen Ring von 4—5 Schichten. Seine Zellen sind dünnwandig, langgestreckt und sehr gleichartig gebaut. Eine Ausbildung von typischen Siebröhren konnte ich nicht beobachten. Die einzige Differenzierung kommt durch die horizontal oder schräg gestellten Querwände zustande. Die meisten Zellen, namentlich aber die äußersten Reihen, sind jetzt dicht mit Stärke angefüllt.

Auf das Phloem folgt durch Vermittlung der innersten Schicht desselben in fast unmerklichen Übergang das ein-, höchstens zweischichtige Kambium, ebenfalls aus zarten, langgestreckten, aber regelmäßig angeordneten Zellen bestehend.

An den Kambiumring schließt sich der Ring des primären Holzes an. In den hintersten und ältesten Internodien des Jahrestriebes enthält er 5—7 radiale Zellreihen, indem dort durch die Tätigkeit des Kambium mehr Schichten von Metaxylem gebildet werden konnten, als in den vordern, jüngern, wo es nur noch zur Bildung von 3—5 Zellschichten kommen konnte. An den vier Ecken ist das Holz aus Proto- und Metaxylem zusammengesetzt (Taf. III, Fig. 17). Auf die Markkrone folgen die in parenchymatischen Zellen eingebetteten Spiral- und Ringgefäße mit den Markstrahlen. Das Parenchym ist jetzt, als letztes Gewebe des Holzzylinders, verholzt, schwach porös, mit Stärke gefüllt und vermittelt den Übergang vom Mark zu den Markstrahlen. Nach außen schließt sich der Metaxylemring an, zuerst 1—2 Gefäße in jeder Reihe und dann 2—3 Tracheiden, bzw. Holzfasern. Die Verbindungsstücke zwischen den vier Ecken werden nur durch das Metaxylem gebildet; die Verbindung mit dem Mark stellen aber hier nur Tracheiden her,

auf welche dann erst die Gefäße und das äußere Holzprosenchym folgen (Taf. III, Fig. 15). Vom Mark zum Phloem gehen, ebenfalls in radialen Reihen, die einschichtigen Markstrahlen, die auch aus porösen und stärkehaltigen Zellen bestehen. Da zwischen je zwei Markstrahlen nur 1—3 Holzreihen verlaufen, ist die Zahl der ersteren eine sehr hohe; ich zählte stets 80—90.

Vom Mark sind jetzt außer den Zellen der Markkrone auch die innern, dünnwandig gebliebenen Zellen verholzt. Da sie aber nicht, wie die Elemente der Markkrone, mit Stärke, sondern mit Luft gefüllt sind, so ist das Mark jetzt aus zweierlei Zellarten zusammengesetzt, nämlich aus den leeren des Markinnern und den verdickten, aktiven und stärkeführenden der Markkrone. Wir haben es hier mit einem sog. heterogenen Mark zu tun, wie es bei den meisten *Caprifoliaceen* zur Ausbildung kommt (68, S. 226, 236).

Der Stengel hat jetzt in allen Zellen der Markkrone und Markstrahlen und in den meisten des Phloems Reservestärke in großer Menge aufgespeichert und besitzt so ein großes, zusammenhängendes Speichersystem für eine neue Vegetationsperiode, in welcher zuerst das Strahlenparenchym, dann das Phloem und erst zuletzt und meist nur teilweise die Markkrone entleert werden.

Sekundäres Dickenwachstum.

Zum Beginn der zweiten Vegetationsperiode muß der wasserleitende Holzkörper für die Versorgung mit Wasser von neu entstandenen Trieben, sowie für die Assimilation und Transpiration wieder beginnenden Blätter sorgen. Um den plötzlichen, gesteigerten Ansprüchen genügen zu können, setzt sehr früh eine rasche Bildung von neuem Holz ein, bestehend aus meist einer Reihe großer Gefäße, welche von einigen Tracheiden umgeben sind und zwischen denen die Markstrahlen radiär weiter verlaufen. Es kommt aber nie zur Bildung eines vollständigen Ringes, sondern es werden nur an die vier Seiten des primären Holzes je 6—12 Gefäße angelagert, weil an den Ecken der Raum und die Entwicklungsverhältnisse durch die stärkere Ausbildung des Holzes — es besteht dort aus Proto- und Metaxylem — offenbar beschränkt sind (Taf. IV, Fig. 21). Es scheint auch, daß diese reduzierte Neubildung den Bedürfnissen völlig genügt; denn während des ganzen Sommers kommen außerhalb der Gefäße nur noch 1—2 Reihen von Tracheiden und Librifasern hinzu. Die geringe Anzahl der neuen Gefäße wird uns aber erklärlich durch die Weite derselben. Sie übertreffen nämlich die Gefäße des primären Holzringes in dieser Beziehung ganz bedeutend; denn während die letztern im Durchmesser nicht über 0,015 mm hinausgehen, erreichen die erstern sehr oft 0,04 mm, so daß also das Leitungsvermögen des sekundären Holzes doch bedeutend, ja noch größer als dasjenige des primären, sein kann. Die nach den Gefäßen entstandenen Tracheiden und Librifasern können als Spätholz betrachtet werden. Alsdann bilden die Gefäße mit den sie umgebenden Tracheiden und Holzparenchymzellen das Frühholz, und das Holz der *Linnaea borealis* kann somit

zu den ringporigen Hölzern gezählt werden. Bei der Bildung der vier Jahrringstücke läßt sich auch ein Unterschied zwischen Stengeloberseite und -unterseite konstatieren, indem die nach unten gelagerten 2 oder 3 Seiten größere Holzteile mit mehr Gefäßen, die obern 1 oder 2 Seiten kleinere Teile und weniger Gefäße erhalten; dies ist der Beginn der später immer stärker werdenden Exzentrizität des Holzkörpers.

Das Phloem nimmt durch die Tätigkeit des Kambiums noch um 1—2 Reihen zu; später aber bleibt es auf dieser Entwicklungsstufe des Dickenwachstums stehen und erfährt, obschon noch lebend, keine Zunahme mehr.

Im Perizyklus beginnt nun die innerste, unverkorkt gebliebene Zellschicht sich zu teilen. Sie ist zum Phellogen geworden und bildet im zweiten Jahre aber nur eine einzige Lage von noch ziemlich großen, radial gestreckten Korkzellen. Wir haben es hier somit mit dem seltenen Fall zu tun, bei welchem nicht, wie bei den meisten andern Pflanzen mit heterogenem Perizyklus, die dem Sklerenchymring folgende innere Schicht zum Phellogen wird, wie z. B. bei *Lonicera* (174, S. 97) und *Abelia* (vergl. S. 28), sondern die dem Siebteil und damit auch den plastischen Nährstoffen am nächsten liegende, innerste Schicht die Ausbildung des Periderms übernimmt. Die Rindenzellen werden durch den Druck des zunehmenden Zentralzylinders immer mehr zerdrückt, ihre Wände zerreißen. Die Rinde wird aber noch nicht abgeworfen, denn die Epidermis bleibt auch noch während des zweiten Jahres erhalten.

Im dritten Jahre wird die Holzbildung noch mehr auf die Unterseite des Stengels verlegt. An der Oberseite entstehen nur noch wenige Gefäße, während an der Unterseite die Holzbildung um so stärker ist (Taf. II, Fig. 14; Taf. IV, Fig. 22). Der Siebteil, der zwischen dem Holz und dem Kork und Sklerenchymring eingepreßt ist, wird fester durch eine geringe, zum Teil kollenchymatische Verdickung seiner Zellwände (Taf. III, Fig. 18). Der Kork besteht jetzt aus zwei Schichten; die Epidermis, die dem innern Drucke nicht mehr gewachsen ist, wird gesprengt und mit ihr fällt die schon ganz reduzierte primäre Rinde ab. Die äußerste Schicht wird jetzt durch den kaum gefärbten Sklerenchymring des Perizyklus gebildet.

Im vierten Jahre wird an der Oberseite nur noch wenig oder gar kein Holz mehr gebildet, während an der Unterseite dafür ein zusammenhängendes, größeres Jahrringstück entsteht (Taf. IV, Fig. 23). Jetzt wird auch der Sklerenchymring mit den darunterliegenden verkorkten Perizykluszellen gesprengt, und zwar, entsprechend der Dickenzunahme, zuerst an der Unterseite. Diese Schichten, die bisher einen ausreichenden Schutz für den Stengel bildeten, müssen ersetzt werden. Es beginnt eine starke Korkbildung, und zwar entstehen jetzt durch tangential Teilungen des Phellogens mehrere Schichten von Peridermzellen, die im Gegensatz zu den im zweiten und dritten Jahre gebildeten mehr platten-

förmige Gestalt besitzen. Während dieser Vegetationsperiode entsteht aber noch kein zusammenhängender Korkring, sondern die Peridermbildung bleibt auf die Unterseite und die Ecken des Stammes beschränkt, so daß die äußerste Schutzhülle noch gemischter Herkunft und Natur ist, indem sie zum Teil aus dem Perizyklus bzw. dem Sklerenchymring, zum größten Teil aber aus Korkgewebe besteht.

Vom fünften Jahre an ist der Stamm von einem zusammenhängenden Korkring umgeben; derselbe ist 8—10 schichtig und auch braun gefärbt. Das Dickenwachstum ist immer noch meist auf die Unterseite beschränkt, doch treten zuweilen auch auf der Oberseite wenige Jahrringstücke auf (Taf. IV, Fig. 24). Durch das ungleiche Wachstum wird das Mark, das in Größe und Beschaffenheit keinerlei Änderung erfährt, immer mehr exzentrisch gelagert. Auf der Oberseite des Stengels ist es nur von 2—3 Jahrringstücken überlagert, während an der Unterseite bis zu einem Dutzend solcher sein können. Durch die große Verschiedenheit des Früh- und Spätholzes, namentlich durch die großen Gefäße, sind die jährlichen Zuwachse ziemlich leicht zu bestimmen. In den äußern Zonen der Unterseite, wo der Umfang des Holzkörpers am meisten zugenommen hat, entstehen zwischen den sich durch das ganze Holz fortsetzenden, schon im primären Holz vorhandenen Markstrahlen, nur wenige neue Strahlen. Trotz des exzentrischen Dickenwachstums behält der Stamm eine mehr oder weniger runde Querschnittsform. Der Durchmesser eines alten Stammes ist ungefähr doppelt so groß wie derjenige des einjährigen Stengels (ca. 1 mm); diese Zunahme scheint gering, ist aber erklärlich durch die ungleiche Entwicklung der Rinde, die bei dem letztern eine verhältnismäßig starke Entwicklung zeigt und später nur durch das dünne Periderm ersetzt wird (Taf. IV, Fig. 25).

Die *H y p o n a s t i e*, so bezeichnet man die stärkere Ausbildung des Holzkörpers an der Unterseite, ist eine bei den Bäumen und Sträuchern sehr häufige Erscheinung. Sie tritt namentlich an wagrechten Stämmen und Ästen auf und wurde schon auf die verschiedenste Weise zu erklären versucht (221, S. 257). In dem vorliegenden Falle scheint mir die Hauptursache der starken Entwicklung der Unterseite in den ungleichen Ansprüchen auf die Wasserleitung zu liegen. Wie schon gesagt (Seite 8), werden nur an der Unterseite Knospen entwickelt, und wenn nun dieselben zu neuen Trieben auswachsen, so ist es sehr naheliegend, daß an der untern Seite, welche ihnen am nächsten ist, mehr Gefäße ausgebildet werden als an der Oberseite, wo die Ansprüche auf wasserleitendes Gewebe geringer sind. Diese Vermutung wird noch gestützt durch folgende zwei Erscheinungen:

1. Die ersten Anlagen zur Hyponastie treten erst im zweiten Jahre auf, wenn die Knospen zu Trieben, seien es Lang- oder Kurztriebe, entwickelt werden und der Wasserbedarf in denselben durch die vielen jungen Laubblätter ein sehr großer ist.

2. In den Kurztrieben, wo meist nur eine Seitenknospe entwickelt ist und zu einem neuen Trieb auswächst, findet auch eine ungleiche Entwicklung, oft sogar in noch höherem Grade, statt. Die sekundäre Holzbildung bevorzugt auch hier die Seite, auf welcher die Winterknospe bzw. der neue Trieb sitzt.

Aus diesen zwei Tatsachen geht einmal unzweideutig hervor, daß es weder Schwerkraft, noch Licht noch Feuchtigkeit sein können, welche allein die Hyponastie hervorrufen, und daß hingegen die Wasserleitungsansprüche hier eine wichtige Rolle spielen und eine wohl genügende Erklärung der von Fall zu Fall verschieden zu beurteilenden Erscheinung ermöglichen.

Der anatomische Bau des Holzes (Taf. II, Fig. 14; Taf. III, Fig. 16).

Das ganze Holz von *Linnaea borealis* zeichnet sich durch einen sehr gleichartigen Bau aus, namentlich was die Länge der dasselbe zusammensetzenden Elemente betrifft. Immerhin lassen sich aber doch die vier Hauptelemente, die uns in fast jedem Angiospermenholz begegnen, unterscheiden.

1. **Die Gefäße** (37, S. 173, 493). Die Gefäße bilden den auffallendsten Teil des Holzes, indem sie sich durch ihre dem Wassertransport angepaßte große Weite auszeichnen. Während im Protoxylem nur Spiral- oder äußerst selten Ringgefäße vorkommen, enthalten das Metaxylem und das sekundäre Holz nur poröse Gefäße.

Diese porösen Gefäße erreichen ihre höchste Entwicklung im sekundären Holz, wo sie, wie schon erwähnt, beträchtliche Weiten erreichen können. Ihre Entstehung aus übereinanderstehenden Zellen läßt sich stets noch erkennen, weil die Zwischenwände immer als schräg gestellte, leiterförmig durchbrochene Reste (mit bisweilen gegabelten Staffeln) erhalten bleiben. Diese daher reichlich auftretenden sog. leiterförmigen Perforationen sind charakteristisch für die Familie der *Caprifoliaceen* (198, S. 149), hingegen kommen die bei einigen Vertretern vorhandenen einfachen Durchbrechungen bei *Linnaea* nie vor. Die Gefäße sind ziemlich kurzgliedrig, indem die einzelnen Perforationen durchschnittlich 0,1 mm voneinander entfernt liegen. Die poröse Verdickung der Gefäßwände kommt durch Bildung zahlreicher Hoftüpfel zustande, deren Torus rund oder auch langgestreckt sein kann. Sehr oft bilden sich durch übereinanderstehende Anordnung von langen, wagrecht gestellten Hoftüpfeln sog. leiterförmige Gefäße. Spiralige Verdickung, die bei *Abelia* mit einfachen Perforationen vorkommt (138, S. 45), konnte ich nur an ganz jungen Gefäßen beobachten.

2. **Tracheiden oder Gefäßzellen** (37, S. 172, 495). Neben den Gefäßen bilden die Tracheiden die Hauptmasse des Holzes. Ihre Membran ist eine allseitig geschlossene, die Zellen sind stets langgestreckt und durch schrägstehende Querwände getrennt. Sie sind auch hier, wie bei allen *Caprifoliaceen*, durch eine sehr starke Tüpfelung ausgezeichnet (198, S. 150), die auf

Radial- und Tangential-, ja sogar auf den Querwänden gleich gut ausgebildet auftritt. Ihr Querschnitt ist rundlich oder polygonal und die dickern Tracheiden sind meist tangential abgeplattet; die Tüpfel sind stets rund, haben einen etwas geringern Durchmesser als bei den Gefäßen (0,004 mm) und ihre Öffnung kann auch rund oder dann länglich und zugleich schräggestellt sein. Von den Gefäßen sind sie manchmal nur schwierig zu unterscheiden, da sie in ihrer Größe und Länge oft übereinstimmen, und ein kontinuierlicher Übergang zwischen den beiden Elementen besteht. Durch die starke Tüpfelung der Tracheiden wird fast das ganze Holzgewebe zur Wasserleitung herangezogen. Die im Herbst gebildeten Tracheiden sind dickwandiger und besitzen gewöhnlich weniger Tüpfel. In ganz jungen Elementen ist eine schwache spiralgige Wandverdickung vorhanden, die aber später wieder wie bei den Gefäßen verschwindet.

3. *Holzfasern* oder *Libriform* (37, S. 496). Solche treffen wir nur im Spätholz und in sehr spärlicher Anzahl. Sie unterscheiden sich von den Tracheiden durch ihre stark zugespitzte Form, schwache Tüpfelung, die auf den Querwänden ganz fehlt, und zudem sind sie dickwandiger und englumig. Ihre Tüpfel haben sehr schmale, schräg gestellte Poren, die mit den ebenfalls langen Öffnungen der angrenzenden Tracheidentüpfel gekreuzt sind. Der Hof ist manchmal fast nicht mehr sichtbar und in bezug auf die Länge sind die Holzfasern gleich wie die Tracheiden. Bei den übrigen *Caprifoliaceen* scheinen die Libriformfasern nicht so typisch ausgebildet zu sein; wenigstens unterscheidet Michael (138, S. 45) bei den vielen von ihm untersuchten Vertretern (auch bei *Abelia*) keine Holzfasern, sondern benennt nur eine Gruppe von Zellen, die den Libriformfasern ähnlich sind: faserförmige Tracheiden, weil immer eine spiralgige Verdickung konstatiert werden konnte. Tatsächlich ist es manchmal sehr schwierig, das Holzprosenchym in Tracheiden und Holzfasern zu trennen und auch bei *Linnaea* besteht ein kontinuierlicher Übergang zwischen den beiden. Aber mit Hilfe des Schulzeschen Mazerationsgemisches konnte ich sehr gut typische Holzfasern isolieren, so daß deren Vorkommen bei *Linnaea borealis* unzweifelhaft ist.

4. *Holzparenchym* (37, S. 500). Auffallend ist das sehr spärliche Auftreten von Holzparenchymzellen, das bei *Abelia rupestris* sogar in tangentialen Reihen (138, S. 45), hier aber nur zerstreut, immer in Verbindung mit Markstrahlen und nur im Frühholz, vorkommt. Die länglichen, hohen Zellen, stehen zu 4—7 in einer Längsreihe, die oben und unten mit je einer zugespitzten Zelle endet. Ihre verholzten Wände sind dünner, als die der Tracheiden und durch kleine einfache Poren durchbrochen; die Querwände sind wagrecht und ebenfalls porös. Während des größten Teiles des Jahres, namentlich aber im Herbst und Winter, sind sie mit Stärke gefüllt und unterstützen so das übrige Parenchym in der Funktion der Reservespeicherung.

5. *Markstrahlen* (37, S. 501). Die sehr zahlreichen Markstrahlen (vergl. S. 20) durchziehen das ganze sekundäre Holz

und sind im Querschnitt meist einreihig. Zwei bis dreireihige Markstrahlen, wie sie bei den andern *Linnaea*-Arten vorkommen, sind äußerst selten (125, S. 51). Die im ältern Holz neugebildeten Markstrahlen sind mit den schon vorhandenen durch Verzweigung der letzteren in direkter Verbindung. Die dünnen Membranen der Markstrahlzellen sind verholzt, besitzen viele kleine Poren und die Querwände sind schief angeordnet, wodurch diese Zellen stets von denjenigen des Holzparenchyms zu unterscheiden sind. Die stärkste Ausdehnung haben sie nicht in radialer Richtung, wie dies bei den meisten Markstrahlen der Fall ist, sondern in der Längsrichtung, so daß der gleichförmige Eindruck, den die Beschaffenheit des Holzes darbietet, noch erhöht wird. Die Markstrahlzellen stehen zu 4—8 Zellen übereinander (bei *Abelia* sind es bis 25), so daß auf radialen Schnitten die Markstrahlen als breite Bänder, bestehend aus in der Faserrichtung des Holzes gestreckten Zellen, erscheinen. Wo parenchymatische Zellen an Tracheiden oder Gefäße stoßen, sind die Wände ungleich getüpfelt. Dem Hoftüpfel des wasserleitenden Elements entspricht meist eine einfache Pore in der Wandung der Parenchymzelle.

Der anatomische Bau der Kurztriebe.

Die Stengel der Assimilationstriebe und der untern vegetativen Teile der Fruktifikationstriebe weichen nur wenig von dem soeben ausführlich besprochenen Bau der Langtriebe ab.

Im einjährigen Stengel sind die einzelnen Gewebe in quantitativer Hinsicht etwas schwächer ausgebildet, dafür aber in qualitativer Richtung etwas besser. Entsprechend ihrer aufrechten Stellung scheinen in diesen Stengeln die Gewebe etwas fester zu sein. In dieser Hinsicht fällt vor allem der Perizyklus auf, dessen Sklerenchymschicht stärker (oft bis doppelt so stark) verdickt ist und der oft in seinem ganzen Umfange auch noch die nächstinneren Zellen umfaßt, also zweischichtig wird. Im Holzring war nie ein Unterschied zu konstatieren, hingegen ist das Mark etwas weniger umfangreich.

Das sekundäre Dickenwachstum ist schwach. Bildet der Trieb keine Seitenknospen aus, so werden im zweiten Jahre an jeder Flanke einige Gefäße mit wenigen Tracheiden ausgebildet, zu welchen auch in den folgenden Jahren nur wenig weitere kommen; in den Ecken aber findet nie eine sekundäre Bildung von Holz statt.

Entwickelt der Kurztrieb hingegen Seitenknospen bzw. Seitensprosse, so tritt auf der Seite derselben ein stärkeres, ja sogar ausschließliches Dickenwachstum statt, auf welches ich schon auf Seite 23 hingewiesen habe. Aber auch diese Zunahme erreicht nie eine Stärke wie in den ältern Langtrieben.

B. Die Wurzel.

Die aus der Keimwurzel entstandene Hauptwurzel, sowie die vom kriechenden Langtriebe ausgehenden Adventivwurzeln zeigen den gleichen anatomischen Bau.

Die j u n g e W u r z e l (Taf. III, Fig. 19) ist von einer ziemlich dickwandigen, kutinisierten Epidermis umschlossen, von deren Zellen einzelne dünnwandige Wurzelhaare ausgehen. Die darauffolgende Rinde ist im Verhältnis zum Zentralzylinder sehr stark ausgebildet. Sie enthält 7—8 Schichten von stärkehaltigen Zellen und ist nach außen durch die großzellige, etwas verdickte Exodermis, nach innen durch die ebenfalls verdickte und dazu noch verkorkte Endodermis abgegrenzt. Wandverdickungen, die ein sogenanntes Stütznetz bilden, und die nach Van Tieghem bei den meisten *Caprifoliaceen* in der zweitinnersten Schicht der Rinde auftreten, fehlen bei *Linnaea* vollständig (223, S. 253). Nur an zwei Stellen sind die Endodermiszellen weder verkorkt noch verdickt; diese Zellen, die sog. Durchlaßzellen vermitteln die einzige Verbindung zwischen der Rinde mit Epidermis und Wurzelhaaren einerseits, und dem Zentralzylinder andererseits.

Der Zentralzylinder (Taf. V, Fig. 28) ist hier bedeutend einfacher gebaut als im Stengel. Die äußerste Schicht desselben bildet das einschichtige Perikambium, das gerade bei *Linnaea* eine große Übereinstimmung mit dem Perizyklus des Stengels aufweist, namentlich mit der innern Schicht desselben. Im innern Teil des Zentralzylinders tritt sehr früh das Gefäßbündel auf und zwar ist es, wie bei allen Wurzeln, ein radiäres, in unserm speziellen Falle ein diarches oder seltener triarches. Das Protoxylem beginnt sich an zwei entgegengesetzten Stellen zu bilden, immer den Durchlaßzellen entsprechend und wächst in Form von zwei immer breiter werdenden Strahlen gegen die Mitte des Stengels, dieselbe schließlich ganz ausfüllend, so daß zuletzt kein Mark mehr vorhanden ist. Zu gleicher Zeit beginnt sich dazwischen, ebenfalls an zwei gegenüberstehenden, dem Perikambium anliegenden Stellen, das primäre Phloem zu differenzieren, ein Bündel von etwas verdickten, länglichen Zellen. Wenn die beiden Xylemstrahlen in der Mitte zusammengestoßen sind, teilt sich das zwischen dem Xylem, Phloem und Perikambium übrig bleibende Grundgewebe, es wird zum Kambium. Dieses Kambium besitzt ursprünglich eine kreuzförmige Gestalt, bildet dann aber, namentlich an den beiden Seiten des Xylems, also innerhalb der zwei Phloembündel, Metaxylem, so daß es gegen Ende der ersten Vegetationsperiode eine elliptisch bis runde Gestalt annimmt und durch seine Tätigkeit die Phloembündel nach außen drängt (Taf. V, Fig. 29). Das gebildete Metaxylem enthält nur wenige Gefäße, dafür aber viele Tracheiden, einzelne Librifasern und die erst hier beginnenden Markstrahlen. Außerhalb des Kambiums ist zwischen ihm und dem Perikambium ein einschichtiger Phloemring entstanden, der sich aber noch vom Protophloem durch dünnere Wände unterscheidet.

Das Dickenwachstum der Wurzel zeigt mehr Regelmäßigkeit als dasjenige des Stengels, wie das auch nicht anders zu erwarten ist. Es entstehen vollständige Jahrringe mit großen Gefäßen und Markstrahlen; erst vom dritten oder vierten Jahre an beginnt ein exzentrisches, bzw. unregelmäßiges Wachstum, da dann keine Jahrringe mehr, sondern nur noch Stücke von solchen entstehen.

Im zweiten Jahre wird die Epidermis der Wurzel zerstört; an ihre Stelle tritt jetzt die Exodermis, deren Wände noch im ersten Jahre verkorkt wurden. Die Rindenzellen sind schon etwas abgeplattet und im Zentralzylinder wird ein zwei- bis dreischichtiges, dickwandiges Phloem beobachtet. Während des dritten Jahres finden keine starken Veränderungen statt; es wird ein neuer Jahrring gebildet und die Rinde wird immer mehr zusammengedrückt. Das vierte Jahr bringt die Korkbildung und Sprengung der Rinde mit der Endodermis (Taf. III, Fig. 20, Taf. IV, Fig. 30). Der Kork entsteht durch Teilung der Perikambiums, das so zum Phellogen wird. Es bilden sich 3—4 Korksichten, welche unter die manchmal noch längere Zeit bleibende Endodermis zu liegen kommen. Im fünften Jahre wird ein acht bis zehnschichtiges Korkgewebe wie beim Stengel entwickelt, das nun die äußerste Hülle der Wurzel bildet. Der Holzkörper wird von jetzt an nur noch durch unregelmäßig gebildete Jahrringscheiben vergrößert, und kann auch exzentrisch werden (Taf. III, Fig. 31). Im übrigen zeigt das Holz den gleichen Bau wie dasjenige des Stengels.

Entstehung der Seitenwurzeln.

Dieselben entstehen stets seitlich der Protoxylemstrahlen und sind daher, wie es Wittrock schon beschrieben hat, in vier Längsreihen angeordnet. Ihren Ursprung nehmen sie in dem Perikambium, wo an den betreffenden Stellen durch lebhaftete Teilungen der Zellen die Wurzeln ausgebildet werden (Taf. IV, Fig. 27).

Entstehung der Adventivwurzeln.

Diese bei *Linnaea* eine wichtige Rolle spielenden Organe treten an verschiedenen Stellen der vegetativen Triebe auf (Taf. IV, Fig. 26). Auch sie sind immer seitlich der Protoxylembündel angeordnet und entstehen aus der innersten Schicht des Perizyklus (224, S. 263).

Durch die Bildung von Seiten- bzw. Adventivwurzeln einerseits und durch die Entstehung des Periderms andererseits liegt eine Analogie von Perikambium und der innersten Perizyklusschicht sehr nahe. Es ist daher, da eine solche Übereinstimmung auch bei andern Pflanzen konstatiert wurde, das Perikambium als der Perizyklus der Wurzel bezeichnet worden. Obwohl diese Identifizierung nicht allgemein durchgeführt werden kann (51, S. 19), so haben wir es bei *Linnaea* jedenfalls mit analogen Schichten zu tun, die schon durch ihre Lage an der Peripherie des Zentralzylinders übereinstimmen.

C. Das Blatt.

Das Blatt von *Linnaea borealis* (Morphologie s. S. 7) ist seinem anatomischen Baue nach ein typisches Schattenblatt, mit stets nur einer einzigen Schicht von kurzen Palissadenzellen, aber einem stark entwickelten, mit großen Interzellularen versehenen Schwammparenchym (Taf. V, Fig. 33).

Die obere Epidermis besteht aus großen Zellen, die untere hingegen ist kleinzelliger und besitzt Spaltöffnungen von normalem Bau. Im übrigen sind alle Epidermiszellen von einer ziemlich derben Kutikula überzogen und durch stark gebuchtete Seitenwände ausgezeichnet, deren konkave Seiten eigentümliche Verdickungen aufweisen. Auf dem Längsschnitt stellen diese Verdickungen Leisten dar, die von der innern zur äußern Wand der Zelle gehen, oft verschmelzen, und es ist wohl eine mechanische Funktion zuzuschreiben. Die von Solleder (199, S. 496) erwähnten Randtüpfel der Epidermiszellen konnte ich bei keinem Blatte finden. Auf der Blattoberseite, sowie am Blattrande sitzen vereinzelte lange Borstenhaare mit rauher Oberfläche, an der Unterseite finden sich einige Köpfchendrüsen und entlang dem Hauptnerv wenige kurze Borsten (Taf. VII, Fig. 51; Taf. XI, Fig. 107).

Das Mesophyll weist, wie oben bereits erwähnt, nur eine einzige Palissadenschicht auf. Den Übergang zu dem Armparenchym des Schwammgewebes, das außerordentlich reich an Interzellularen ist (199, S. 496), vermitteln rundliche Sammelzellen.

Der Hauptnerv entspricht den Protoxylem und Protophloembündeln des Stengels; diese werden nach dem Austritt in den Blattstiel sofort durch Abzweigungen der opponierten Bündel ergänzt, so daß der primäre Gefäßbündelverlauf des Stengels ein sehr einfacher ist. Der Nerv gibt auch das gleiche Bild wie die primären Bündel (Taf. V, Fig. 32). Er besteht aus 4—5 Radialreihen oder Gruppen von Spiralgefäßen, die an der Oberseite liegen und zwischen sich parenchymatische, längliche Zellen (Markstrahlen) verlaufen lassen. An der Unterseite schließen sich feinzellige Phloembündel an, die vom Xylem nur durch die Überreste eines Kambiumstreifens getrennt sind. Das ganze Bündel ist von einer zwei- bis vierschichtigen, dünnwandigen Parenchym-scheide umgeben. In der Umgebung des Gefäßbündels ist das Blattparenchym, namentlich an der Unterseite, zur Verstärkung dickwandig geworden.

Im Blattstiel zeigen Gefäßbündel und Parenchym-scheide gleichen Bau; die Zellen der Epidermis und der anstoßenden Parenchym-schicht sind sehr stark verdickt und abgerundet.

3. Kapitel.

Die reproduktiven Organe.

1. Der Blütenstand.

Die reproduktiven Organe unterscheiden sich von dem vegetativen Teil durch ihre Einjährigkeit; denn während der letztere den persistierenden untern Teil des Strauches darstellt, sterben die obern, floralen Teile jedes Jahr ab.

Der Blütenstand (Taf. I, Fig. 1), der normalerweise stets die fertilen Kurztriebe abschließt, besteht aus einer langen Hauptachse, dem Hauptblütenstiel, der das oberste und zugleich

längste Internodium (5—8 cm) erster Ordnung des Fruktifikations- triebes ist. Dieser Teil ist dicht mit langgestielten Köpfchendrüsen bedeckt, die aus einem zwei- bis dreizelligen Stiel und dem viel- zelligen Köpfchen bestehen und ein klebriges Sekret absondern.

An der Spitze stehen zwei gegenständige, mit dem vorher- gehenden Laubblattpaar alternierende, lanzettliche Hochblätter, die Deckblätter der nun folgenden zwei kürzeren und gabelig gestellten, blüentragenden Seitenachsen. Die Hauptachse wird nicht fortgesetzt, so daß hier eine vollständige Gabelung vorhanden ist. Auch diese Seitenachsen sind mit Drüsenhaaren und kürzern, ge- bogenen Borstenhaaren besetzt. In ihrer Anatomie unterscheiden sich die Blütenstiele nur wenig von dem untern vegetativen Stengel- teil. Die Rinde ist schwach ausgebildet, dafür aber der Skleren- chymring dickwandiger und häufig zweischichtig, entsprechend der Funktion als tragendes Organ. Während der Hauptstiel meist 8 Protoxylembündel aufweist, zeigen die Seitenstiele nur noch 6 solche und bei beiden reicht die Metaxylembildung nicht immer zur Bildung eines geschlossenen Holzringes aus, so daß die Skleren- chymschicht oft das stärkste mechanische Gewebe darstellt. Das Phloem ist verhältnismäßig stark entwickelt, während das Kam- bium nur selten kontinuierlich ist. Die beiden Seitenachsen sind vollkommen gleich ausgebildet; an ihnen sitzen, alternierend mit den Deckblättern, auch je zwei kleine Vorblätter von gleicher Gestalt wie die erstern. Deck- und Vorblätter sind an der Außen- seite mit Borsten und Drüsenhaaren bedeckt, während an der Innenseite ziemlich viele Köpfchendrüsen mit kurzem Stiele sitzen (vergl. auch 209, S. 9, 10). Auf die Vorblätter folgt noch ein kurzes, gebogenes Internodium, an welchem die so hängende Blüte be- festigt ist. Zuerst am Blütenstiel sitzen zwei Paar Hoch- blätter, die sog. Brakteen. Da aber dieselben in engem Zusammen- hang mit der Blüte stehen — sie sind zum Teil mit dem Frucht- knoten verwachsen —, sollen sie erst im Zusammenhang mit der- selben eingehend besprochen werden (Taf. VII, Fig. 61).

Der Blütenstand wurde früher als eine zweiblütige Dolde betrachtet; schon L i n n é nennt ihn eine „umbella bifida“ (124, S. 220), welcher Ansicht sich auch W y d l e r (238, S. 5) und wenigstens zum Teil auch E i c h l e r (44, S. 265) angeschlossen haben. Gegenüber dieser ältern Auffassung stellen A s c h e r s o n (3, S. 270) und W i t t r o c k (234, 1879, S. 19) die Infloreszenz zu den zymösen Blütenständen und zwar zu den Trugdolden. Diese Ansicht scheint mir auch die richtige zu sein, denn die Haupt- achse setzt sich normalerweise nach der Verzweigung nicht fort, sie ist also begrenzt. Da nur zwei Seitenachsen vorhanden sind, haben wir es mit einem Dichasium (44, S. 36), einer Gabel zu tun. Eine ganz ähnliche Blütenstellung findet sich übrigens auch bei *Lonicera* (44, S. 265).

Bildungsabweichungen.

Sehr groß ist auch die Zahl der abnormalen Blütenstände, welche in den verschiedensten Gegenden schon beobachtet wurden,

so in Norddeutschland (127, S. 140; 133, S. 81), Nordamerika (63, S. 112) und in allerreichster Menge in Schweden. Wittrock hat in seinen beiden Arbeiten über *Linnaea borealis* L. alle die zahlreichen Fälle der Abweichungen ausführlich beschrieben. In den Alpen sind die abnormalen Infloreszenzen nicht so häufig und daher auch nicht so mannigfaltig; aber dennoch scheint es mir zweckmäßig, eine kurze Zusammenstellung der bis jetzt überhaupt beobachteten Fälle zu geben. Die Abweichungen, die übrigens in keinem Zusammenhang mit äußern Verhältnissen zu sein scheinen, treten vorzugsweise an proleptisch entwickelten Trieben auf und sind durch zwei Tendenzen bedingt. Die eine ist die Neigung zur regressiven Metamorphose der floralen Seitenachsen in rein vegetative Triebe und somit zur Reduktion der Blütenzahl. Die zweite hingegen wirkt in entgegengesetztem Sinne, indem eine Vermehrung der normalen Blütenzahl eintritt. Da beide Tendenzen oft miteinander wirken, können die verschiedensten Kombinationen entstehen.

I. Regressive Metamorphose der floralen Seitenachsen in vegetative Triebe. Bei dieser Umbildung, die stets mit Verkürzung der Internodien verbunden ist, sind folgende Stufen zu unterscheiden:

1. Blüten noch normal ausgebildet.
 - a) Laubblattähnliche Ausbildung der Deck- und Vorblätter (234, 1879, S. 138; 236, S. 46), aber stets ganzrandig.
 - b) Vermehrung der Hochblattpaare durch Ausbildung von meist auch laubblattähnlichen 2—4 Vorblattpaaren (234, 1879, S. 139; 236, S. 46).
2. Unterdrückung der Blütenbildung. Da dieselbe meist nur 1 Seitenachse betrifft, kommen so einblütige Infloreszenzen zustande.
 - a) Seitenachse schließt mit einem vier- bis sechsblättrigen Quirl von kreuzständigen Laubblättern ab (234, 1879, S. 141).
 - b) Seitenachse wird kurztriebähnlich durch Ausbildung von 2—4 kreuzständigen, durch Internodien getrennten Laubblattquirlen (234, 1879, S. 143).
 - c) Seitenachse nur noch als Knospe oder gar nicht mehr ausgebildet (234, 1879, S. 139; 136, S. 43).

II. Vermehrung der Blütenzahl.

1. Dreizählige Trugdolde. An Fruktifikationstrieben 3 Deckblätter mit je einer blüentragenden Seitenachse. Trichasium (234, 1879, S. 143; 184, S. 140). Diese Ausbildung kann von zwei- oder dreizähligen Laubblattquirlen am untern vegetativen Teil begleitet sein.
2. Fortsetzung und Verzweigung der Hauptachse, sehr oft verbunden mit Zusammenwachsung oder Spaltung der Achsen und Verschiebung der Vorblätter.

- A. Hauptachse bildet nur 1 kleines Internodium mit 2 Vorblättern, aber ohne weitere oder nur mit verkümmerten Seitenachsen (234, 1879, S. 144).
- B. Hauptachse bildet ein neues Internodium mit Hochblättern und Seitenachsen.
- a) Oberstes Internodium mit nur 1 Blüte, wodurch eine dreiblütige Infloreszenz entsteht (234, 1879, S. 145, 150; 184, S. 140).
 - b) Oberstes Internodium mit 2 Blüten.
 - a) Von den untern Seitenachsen nur eine ausgebildet: eine dreiblütige Infloreszenz, die durch Umbildung einer floralen Seitenachse (oben oder unten) auch zweiblütig werden kann (234, 1879, S. 145 und 147; 236, S. 47).
 - β) Beide untern Seitenachsen entwickelt: eine vierblütige Infloreszenz, die ebenfalls durch vegetative Ausbildung einer obern oder untern Seitenachse dreiblütig werden kann (238, S. 4; 234, 1879, S. 147; 236, S. 47; 159, S. 81).
 - c) Unteres Internodium mit 3 Seitenachsen, oberes mit 1 Seitenachse: vierblütige Infloreszenz (184, S. 140).
- C. Hauptachse bildet 2 neue Internodien mit Seitenachsen.
- a) Die zwei untern Internodien besitzen nur je 1 Seitenachse, so daß ein vierblütiger Blütenstand entsteht (236, S. 50).
 - b) Unterstes Internodium entwickelt 1 Seitenachse, die 2 obern je 2: fünfblütige Infloreszenz (70, S. 51).
 - c) Oberstes und unterstes Internodium mit 2, das mittlere mit 1 Seitenachse: fünfblütig (184, S. 140).
 - d) Alle 3 Internodien mit 2 Seitenachsen: sechsblütig (70, S. 51).

2. Die Blüte.

A. Entwicklung der Blüte.

In den stark entwickelten Winterknospen, aus denen sich in der folgenden Vegetationsperiode die Fruktifikationstriebe bilden, sind Infloreszenz und die Blütenbestandteile schon (mit Ausnahme der Samenanlagen) angelegt. Im Frühjahr findet zuerst eine Streckung der Hauptachse des ganzen Fruktifikationstriebes bis zu den Deckblättern der Blüten statt. Der untere vegetative Teil wird zuerst bis zur Ausbildung des Holzringes ausgebildet, während die Blüten noch einige Zeit als Knospen in den Deckblättern eingeschlossen sind. Die Kelchblätter sind ganz zusammengeschlagen und bilden so den Schutz für die zarten, schon in innerer Ausbildung begriffenen Staubblätter. Die in der Knospe noch kahlen

Stengel- und Blattanlagen erhalten an ihrer Oberfläche Drüsen- und einzelne Deckhaare. Erst wenn die Bildung des Holzzylinders schon etwas fortgeschritten ist und somit der untere vegetative Teil des Triebes genügend Festigkeit und Leitungsvermögen besitzt, setzt die Weiterentwicklung der akropetal entstandenen Anlagen der Blütenblätter ein, wobei in der Regel die eine der beiden Seitenachsen der anderen etwas voraneilt. Mit der Streckung der Hauptachse des Blütenstandes werden zuallererst die Deck- und Vorblätter ganz ausgebildet. Haupt- und Seitenachsen erhalten eine dichte Bedeckung von langgestielten Drüsenhaaren (Taf. XI, Fig. 108). Die Blütenknospe ist noch nicht länger als die Deckblätter, die zwei Paar obersten Brakteen sind noch gleich groß und bedecken beinahe den jungen Fruchtknoten (Taf. VI, Fig. 34 u. 35). Durch das nun folgende Wachstum der Blütenknospen werden die Deckblätter etwas auseinander getrieben und die Vorblätter erleiden durch die beschränkten Raumverhältnisse zwischen den Deckblättern einerseits und die nun stärkere Ausbildung des obersten, innern Brakteenpaares am sich vergrößernden Fruchtknoten andererseits eine Verschiebung gegeneinander und an die innere Seite (Taf. VI, Fig. 36; Taf. VII, Fig. 46). Die Kelchblätter rücken durch die in intensivem Wachstum befindlichen Staubblätter und Krone auseinander. Wenn die Knospe die doppelte Länge der Deckblätter erreicht hat, tritt sie seitlich zwischen den letztern heraus und das obere Brakteenpaar ist bedeutend stärker entwickelt als das untere. Das letztere ist auf einer jungen Entwicklungsstufe stehen geblieben, während das erstere länger und dicker geworden ist. Zugleich treten jetzt an der untern, bezw. äußern Seite desselben zahlreiche, langgestielte Kopfdrüsen auf; der Rand wird umgebogen und das ganze Blatt erhält eine muschelförmige Gestalt (Taf. VI, Fig. 37, Taf. VII, Fig. 46).

Während der nun stark einsetzenden Streckung der Seitenachsen werden die Staubbeutel fertig ausgebildet; die geschlossenen Kronblätter in ihrer kochlear absteigenden Knospenlage füllen jetzt den ganzen Kelch aus und die Blütenknospen, die bis jetzt mehr oder weniger aufrecht zwischen den Deckblättern standen, bekommen eine wagrechte Stellung (Taf. VI, Fig. 38). Wenn die Seitenachse ihre endgültige Länge erreicht hat, beginnen sich nun auch die Filamente der Staubgefäße zu strecken; die Krone verlängert sich, erreicht die zwei bis dreifache Kelchlänge und die ganze Knospe hängt nun an den langen Seitenachsen, die Blüte befindet sich unmittelbar vor der Anthese (Taf. VI, Fig. 39).

Beim Beginn der Blüte öffnen sich die Zipfel der Krone in der Reihenfolge ihrer Knospendeckung, d. h. von oben nach unten. Die Staubfaden, die an ihrem obern Ende noch gebogen waren, strecken sich nun ganz, ebenso der vorher oben eingebogene Griffel mit der dreilappigen, kugeligen Narbe (Taf. VI, Fig. 40).

Die Entwicklung der Infloreszenz und Blüten beansprucht 8—10 Tage. Die Vor- und Deckblätter sind jetzt nur noch von Borsten bedeckt, von denen die randständigen bedeutend größer sind als die übrigen. An der Basis des kugelig-eiförmigen,

etwas zugespitzten Fruchtknotens, den auch nur noch kurze Haare bedecken, sitzt, zum Teil mit ihm verwachsen, das obere große Brakteenpaar. Während das untere nur noch als kaum sichtbare behaarte Schuppen erhalten ist, hat das obere, fleischige und muschelförmige an ihrer konkaven Außenseite große Drüsenhaare ausgebildet. Diese bestehen aus einem starken, zwei bis dreizelligen Stiel und dem vielzelligen Kopfe und scheiden ein klebriges Sekret aus (Taf. VII, Fig. 52). An der Innenseite sind kleine Deckhaare vorhanden, während der umgebogene Rand mit starken, dickwandigen Borsten versehen ist (Taf. VII, Fig. 52). Auf dem Fruchtknoten sitzt die schwach median-zygomorph ausgebildete Blütenhülle, die in Kelch und Krone differenziert ist. Die 5 Kelchblätter sind nur am Grunde verwachsen; 3 davon schauen nach oben, 2 nach unten. Die 5 Kronblätter, die eine ziemlich lange Röhre mit 5 Zipfeln bilden, sind auch als Ober- und Unterlippe angeordnet; die erstere ist zwei-, die letztere dreizipflig. An der Innenseite der Kronenbasis sind die 4 Staubgefäße inseriert; das fünfte, hintere ist unterdrückt, die 2 obern sind um wenig länger als die 2 untern. Zwischen den Staubgefäßen verläuft der den dreifächrigen Fruchtknoten fortsetzende fadenförmige lange Griffel, der am Ende mit der dreilappigen Narbe abschließt (Taf. VI, Fig. 40—45).

Abnormale Blüten.

Wie bei der Infloreszenz, so kommen auch bei den Blüten sehr oft Bildungsabweichungen vor. Wittrock hat auch diese in seiner letzten Arbeit ausführlich beschrieben, so daß nur der Vollständigkeit halber hier eine kurze Übersicht folgen möge.

Die Abweichungen in den Blüten können zustande kommen:

1. **D u r c h S p a l t u n g** (Dédoublement). Sie wurde beobachtet an Vor-, Kelch-, Kron- und Staubblättern; am häufigsten treten die hierdurch entstandenen sechszipfligen Kelche und Kronen auf (132, S. 71; 137, S. 74; 184, S. 140).
2. **D u r c h N e u b i l d u n g** (Vermehrung). Kelch-, Kron- und Staubblätter können in größerer Zahl vorkommen; namentlich kommt so sehr oft das fünfte hintere Staubgefäß als größeres wieder zur Ausbildung; die Krone kann bis zehnzipflig werden (132, S. 71; 236, S. 55).
3. **D u r c h p r o g r e s s i v e o d e r r e g r e s s i v e M e t a m o r p h o s e**. Progressiv können sich verändern Kelch- und Kronblätter, regressiv die Staub- und Kronblätter; die Umbildung betrifft meist nur ein Blatt (137, S. 74; 132, S. 71).
4. **U n t e r d r ü c k u n g e i n z e l n e r T e i l e**. Krone und Kelch können ganz oder teilweise nicht ausgebildet werden (236, S. 55).

Außerdem kommen Verwachsungen und Verschiebungen der Teile der Blätter eines Blütenkreises unter sich und mit andern vor.

B. Die Blütenhülle.

Dieselbe zeigt, wie schon erwähnt, eine schwache Medianzygomorphie und ist in zwei Kreise gegliedert, von denen jeder 5 Blätter zählt.

Der Kelch dient an der ausgebildeten Blüte wohl kaum mehr als Schutz, da er sehr stark ausgebreitet ist. Seine 5 Blätter sind nur schwach an der Basis verwachsen. Ihre Zipfel besitzen eine pfriemenförmige oder schmal lanzettliche Form und sind oft stark zugespitzt. Ihre äußere Seite, namentlich der Rand, ist mit Borstenhaaren besetzt, während an der innern Seite, gegen die Basis hin, kurzgestielte Kopfdrüsen vorhanden sind. Die Farbe der Kelchblätter ist grün; sie können aber auch, mitunter sogar viele, braune Flecken zeigen. Ihre mittlere Länge beträgt 2,5 mm, doch kann sie auch bis auf 4 mm steigen. Bei der Fruchtreife fällt der Kelch immer ab. Nach Graebner (66, S. 121) soll er aber gelegentlich stehen bleiben und sich sogar noch vergrößern, ein Verhalten, welches auch Wittrock nie beobachten konnte.

Die Krone sitzt zuoberst am Fruchtknoten und besteht auch aus 5 Blättern. Sie zerfällt in eine ziemlich lange Kronröhre und in die 5 rundlich-ovalen, meist gleich großen Zipfel, von denen 2 zur Ober-, 3 zur Unterlippe gehören. Die äußere Beschaffenheit der Krone, die bei der Formeneinteilung und -unterscheidung eine wichtige Rolle spielt, ist von Wittrock eingehend untersucht worden (236, S. 23—32). Die Form der geöffneten Krone kann stark variieren; sie ist immer eine kegelförmige und zwar entweder lang und schmal oder kurz und weit; es kommen aber auch trichterförmige und glockige vor, wenn die Kronröhre länger und schmaler (*f. americana*), bzw. die ganze Krone stark geöffnet ist. Die Größe ist ebenfalls wechselnd, doch bewegt sie sich immer innerhalb enger Grenzen; die durchschnittliche Länge ist in Skandinavien (9 mm) etwas größer als in den Alpen (8 mm), die längsten sind in Amerika zu finden (*f. longiflora*), wo sie bis 15 mm erreichen kann.

Die Farbe der Krone zeigt die allergrößten Variationen. Am geringsten sind die Unterschiede an der Außenseite, welche meist schwach rosarot, aber auch rein weiß oder ganz purpurrot ist. Stärkere Variationen weist schon die Innenseite der zwei- zipfligen Oberlippe auf; die Zipfel sind stets weiß, während die Röhre weiß oder schwachrot ist, mit hier und da dunklern Streifen und seltener gelben Flecken. An der am stärksten wechselnden Unterlippe fällt vor allem das Saftmal oder Honigzeichen auf. Es besteht aus 3—5 gelben Streifen, die direkt über dem untersten, engsten Teil der Röhre beginnen, eine verschiedene Längen- und Breitenausdehnung haben und unverzweigt, verzweigt, netzförmig oder auch zusammenfließend sind. Auch die Farbe der Streifen, die mitunter auf einen kleinen Flecken oder einen einzigen Strich reduziert sind, kann vom blassesten Gelb über das Orangegelb bis zum Braungelb gehen. Die Zwischenräume zwischen diesen Streifen sind je nach der wechselnden Farbe der Kronröhre weiß bis starkrot. Außerdem finden sich neben und manchmal auch vor

den Streifen rote Flecken von verschiedenster Ausdehnung. Bei weißen Blüten nur auf einige seitliche Punkte beschränkt, sind sie bei den stark roten als Streifen vor und neben den gelben ausgebildet. Dieses Saftmal, das somit bei den rotblütigen Formen am stärksten ausgebildet ist, hat eine wichtige biologische Rolle. Es dient den besuchenden Insekten als Wegleitung zu dem am Grunde der Krone sich befindenden Honig. Die Saftdrüse (Nektarium) befindet sich zwischen den zwei kleinen Staubgefäßen, die an der Kronröhre inseriert sind. Sie erscheint dort als ein kleiner, elliptisch zugespitzter Fleck, der direkt über dem Gefäßbündel des untersten Kronblattes liegt. Außerdem ist die Krone innen mit langen Haaren ausgekleidet, die jedenfalls den Eingang zur Honigdrüse den kleinern Insekten verwehren.

Der anatomische Bau der Kronblätter ist sehr einfach. Im Innern ist ein Parenchym von 2—4 Lagen vielarmiger Zellen vorhanden, und in den dadurch entstehenden vielen und großen Interzellularen ist die den Blüten die weiße Farbe gebende Luft eingeschlossen. Die Epidermis ist je nach ihrer Lage verschieden gebaut. In allen Teilen ist sie papillös und mit Spaltöffnungen versehen. An der untern Krone sind ihre Zellen langgestreckt und nur schwach gewellt. Im obern Teil hingegen sind sie polygonal und mit welligen Wänden versehen. Die stärkste Ausbildung haben die Wellenwände an der äußeren Epidermis der Kronzipfel, wo die eckig eingebogenen Teile der Zellwände zur Verstärkung Verdickungen und sogar kurze Lamellen tragen (Taf. XI, Fig. 104). Die Haare an der Innenseite sind ebenso dünnwandig wie die Epidermiszellen und besitzen ein abgerundetes Ende. Die Epidermiszellen sind auch der Sitz der Färbungen. Die rote Farbe beruht, wie dies meist der Fall ist, auf einer mehr oder weniger starken Färbung des Zellsafts, während die gelbe Färbung durch kleine gelbe Körner, sog. Chromatophoren zustande kommt und meist den aus Tracheiden bestehenden Blattnerven entlang geht. Nie aber finden sich beide Farben in einer Zelle vereinigt.

Die Saftdrüse (Taf. VI, Fig. 105) befindet sich an einer bestimmten, etwas verdickten Stelle der Krone. Ihre Differenzierung beginnt schon in der Knospe. Die Epidermiszellen, sowie die darunterliegenden Parenchymzellen, welche die Verbindung mit dem Gefäßbündel herstellen, werden plasmareicher und die erstern wölben sich papillenartig vor. An der geöffneten Blüte besteht die Drüse aus dem parenchymatischen, aber inhaltsreichen Nektariumgewebe und dem Sekretionsgewebe. Das letztere wird durch die Epidermis gebildet, die sich in 3 verschiedene Formen differenziert: Ein kleiner Teil der Zellen wächst zu keulenförmigen, großen, vielzelligen Drüsenköpfchen aus, die auf einem zwei- bis dreizelligen Hals sitzen. Ein anderer Teil bildet große, ebenfalls keulige, aber nur einzellige Blasen mit großen Vakuolen, während die meisten kürzere Papillen ausbilden. Alle 3 Elemente sondern zuckerhaltigen Saft aus, der zuerst unter die Kutikula und von dort durch Platzen derselben nach außen gelangt. Die Blasen sind zu Beginn der Anthese am reichlichsten vertreten, sie vermitteln eine plötzliche

und ausgiebige Saftsekretion und sterben nachher ab. Die Kopfdrüsen hingegen, welche schon durch ihren großen Plasmagehalt ausgezeichnet sind, sezernieren schwach und langsam; durch sie wird der Honig ergänzt, so daß während der ganzen Anthese das Nektarium von einem kleinen zusammenhängenden Tropfen bedeckt wird. Die papillösen Zellen der übrigen Epidermis geben zum Teil auch ziemlich viel Saft in diesem Zustande, zum Teil wachsen sie zu neuen Blasen aus. Der ausgeschiedene Saft ist sehr zuckerreich und gibt mit Fehlingscher Lösung einen starken roten Niederschlag von Kupferoxydul.

C. Die Staubgefäße.

Wie schon erwähnt, ist das Androeceum vierzählig und didynam ausgebildet. Die länglichen Staubbeutel stehen dorsifix an dem langen Staubfaden und das Konnektiv setzt sich oben über die beiden Antherenhälften zapfenförmig etwas fort. Durch die sehr leichte Verbindung der Beutel mit dem Faden wird die Stellung der erstern während der Anthese meist eine schräge oder fast senkrechte zu dem letztern, so daß die durch zwei Längsspalten geöffneten Antheren nach unten, d. h. gegen den Blüteneingang gerichtet sind (Taf. VI, Fig. 43). Die introrsen Antheren der längern Staubgefäße öffnen sich sofort beim Öffnen der Krone, während die kürzern erst nach 1—2 Tagen folgen. An der Basis der letztern sind kleine abstehende Haare ausgebildet, welche mit gleichartigen Gebilden der Griffelbasis eine schwach entwickelte Saftdecke darstellen.

Entwicklung der Antheren und Pollenkörner.

Die vier Staubblätter sind schon in der Winterknospe am obern Rande der Blütenachse als kleine, ovale, aber noch ganz undifferenzierte Gewebehöcker vorhanden. Im Frühjahr beginnen sie ihre Weiterentwicklung sofort und gehen darin den Fruchtblättern weit voraus. Der ganze Höcker vergrößert sich, wird keulenförmig und läßt so deutlich jetzt schon die zwei Teile, den kurzen Stiel (Faden) und einen breitem und längern Antherenteil unterscheiden (Taf. VII, Fig. 57). Zugleich findet die Differenzierung des Gewebes in die Epidermis und das Meristem statt. Die nun folgende Weiterentwicklung und Ausbildung erfolgt nach der für die meisten Dikotylen typischen Weise (34, S. 33).

Durch Teilungen im Meristem wird die Epidermis an vier gegen innen gerichteten Stellen schwach vorgewölbt, wodurch die vier Pollensäcke schon äußerlich angedeutet werden. In jedem der schwachen Lappen werden nun je 1—2 Längsreihen von Zellen größer und plasmareicher. Es entstehen die auch durch einen großen Kern ausgezeichneten Urmutterzellen oder Archesporzellen der Pollenkörner. Die nun hierauf folgenden Zellteilungen, welche zur Bildung der Antherenwand führen, verlaufen außerordentlich rasch nacheinander.

Vorerst werden die etwas radialgestreckten Archesporzellen durch perikline Wände geteilt, es entsteht eine äußere Lage, die primäre parietale Schicht, und eine innere, die primäre sporogene Schicht, die in unserm Falle die Sporenmutterzellen enthält (14, S. 33). Die Zellen der primären parietalen Schicht hingegen teilen sich wieder periklin, die inneren Tochterzellen bilden die Tapetenschicht, die ebenfalls plasmareich wird. Die äußere Tochterzelle erleidet noch einmal eine perikline Teilung, so daß nach außen nun die definitive subepidermale Schicht entsteht, die später zur fibrösen Schicht wird. Nach innen wird eine Zwischen- oder Mittelschicht abgegrenzt, deren tafelförmige Zellen sehr bald durch die anliegenden Zellen resorbiert werden (Taf. VIII, Fig. 62).

Während dieser Ausbildung der Antherenwand zeigen die vier- bis sechseckigen Pollenmutterzellen ein intensives Wachstum. Sie unterscheiden sich von den angrenzenden Tapetenzellen durch ihr dichtes, feinwabiges Plasma und den großen ovalen Kern, dessen einziges, auch größeres Kernkörperchen schwach exzentrisch liegt. Die chromatische Substanz ist in Form dunkel gefärbter Körnchen an der Kernwandung gelagert.

Die Zellen der Tapetenschicht, als Nährschicht der Pollenmutterzellen funktionierend, erleiden die für alle Nährschichten typischen Umänderungen. Ihr Plasma wird dünner und es finden Kernteilungen statt, ohne daß auch die trennenden Zellmembranen auftreten; die Zellen werden vielkernig und die Kerne bekommen oft zwei und mehr Kernkörperchen.

Die wichtige, nun folgende Tetradenteilung konnte ich leider nicht verfolgen, denn trotz Anwendung der verschiedensten Fixierungsmittel fand ich bei darauffolgender Untersuchung die Kerne nur noch im Stadium des Kernnetzes, oder schon in Ruhe. Kernteilungen fand ich, sogar im Nuzellus bzw. den Integumenten der Samenanlagen, nur äußerst selten; überdies sind die Kerne sehr klein, so daß es mir nicht möglich war, die Chromosomen auch nur annähernd deutlich zu unterscheiden, zu zählen und so die Reduktion derselben zu verfolgen. Daß die Teilungen sehr rasch vor sich gehen, beweist der Umstand, daß ich in den gleichen Pollensäcken die nun etwas abgerundeten Pollenmutterzellen mit zwei und vier Kernen antraf. Taf. VIII., Fig. 63 und 64 zeigen solche Pollenmutterzellen; in denselben sind die Kerne im Stadium des Kernnetzes, zwischen den zwei Kernen nach der ersten Teilung sind noch Reste der Kernspindel sichtbar. In diesem Stadium sind die Kerne außerordentlich groß und die chromatische Substanz ist gleichförmig im Linningerüst des Kernes verteilt. Nachdem die vier Tochterkerne gebildet und wieder in das Ruhestadium eingetreten sind, zerfällt das Plasma der nun gelockerten Mutterzelle in vier entsprechend den Kernen tetraedrisch angeordnete Teile, es sammelt sich um die Kerne herum an, während der übrige Zellraum nur noch wenig Plasma enthält (Taf. VIII, Fig. 65).

Die Plasmapartien mit den Kernen umgeben sich mit einer Membran, die rasch an Dicke zunimmt. Die Wandung der Mutterzelle löst sich auf und die nun entstandenen Mikrosporen- oder

Pollentetraden sind nur noch von ihren Überresten umgeben (Taf. VIII, Fig. 66 u. 67). Im Plasma der wachsenden Pollenkörner entsteht gegen das Innere der Tetrade eine Vakuole, so daß der Kern in das Plasma an die äußere Wandseite gelagert wird. Die sich verdickende Wand des Pollenkorns differenziert sich sehr bald in zwei Lagen, in eine innere Wandung, die Intine, welche aus reiner Zellulose besteht und nachher zum Pollenschlauch auswächst, und in eine äußere, dickere, kutinisierte und mit feinen Stacheln versehene Schicht, die Exine. Zu gleicher Zeit lösen sich auch die Körner aus dem Tetradenverband und füllen nun, regellos verteilt, den Pollensack (Taf. VIII, Fig. 68).

Nachdem das Pollenkorn die definitive Größe erreicht hat, finden in seinem Innern noch zwei Kernteilungen statt. Der bisher einzelne Kern teilt sich in zwei verschieden gebaute Tochterkerne, es entsteht ein zweikerniges Pollenkorn (Taf. VIII, Fig. 69). Der eine, größere Kern gleicht dem Mutterkern, es ist der sog. vegetative Kern, welcher eine deutliche Kernmembran mit innen angelagerter chromatischer Substanz und ein kleines, aber intensiv gefärbtes Kernkörperchen besitzt. Der zweite Kern, der sog. generative Kern, ist neben dem ersten gelagert und von einem schmalen, hellen Protoplasmasaum umgeben. In diesem Kern ist kein Kernkörperchen sichtbar und durch die feine, gleichmäßige Verteilung der chromatischen Substanz bekommt er ein körniges Aussehen. Schon jetzt sammelt sich um den generativen Kern das Plasma etwas dichter an, so daß zwei freie Zellen, die generative und vegetative, unterscheidbar sind.

Der generative Kern teilt sich sehr bald noch einmal in zwei gleich beschaffene Tochterkerne, die beiden generativen oder Spermakerne. Das Pollenkorn enthält drei Kerne in zwei freien Zellen, die nun noch deutlicher sind, ohne daß jedoch eine auch nur protoplasmatische Scheidewand gebildet wird. Die vegetative und generative Zelle unterscheiden sich lediglich durch die Dichte des Plasmas, das im reifen Pollen auch einige Öltropfen enthält (Taf. VIII, Fig. 70).

Während dieser Reifung des Pollens im Pollensack ist die Tapetenschicht immer mehr reduziert worden; die Wände und Kerne bleiben aber noch einige Zeit sichtbar. Die Wandung der reifen Pollensäcke besteht schließlich nur noch aus zwei Schichten, der Epidermis und einer innern Zellage, der subepidermalen Schicht, die jetzt durch faserförmige, radial verlaufende Verdickungsleisten zur fibrösen Schicht geworden ist. Die Scheidewände zwischen den zwei Pollensäcken einer Antherenhälfte sind jetzt nur noch dünn und zerreißen vor dem Aufspringen der Antheren, so daß zwei Längsrisse für die Öffnung der Beutel genügen. Hierbei werden die äußeren Wände durch die Tätigkeit der fibrösen Schicht so weit zurückgeschlagen, daß die ganze innere Sackwandung mit dem daran schwach klebenden Pollen frei liegt.

Die reifen Pollenkörner sind schon von Edgeworth (191, S. 82 u. T. XV, Nr. 239) kurz beschrieben und abgebildet worden. Sie besitzen einen Durchmesser von 0,028 bis 0,035 mm,

und wie schon erwähnt, eine stachelige Oberfläche, die durch feine Wärzchen zustande kommt; ihre Form ist eine dreieckig-kugelige. Solange die Antheren geschlossen sind, unterscheiden sich die drei runden Kanten durch geringere Dicke und schwächere Bestachelung. Wenn hingegen der Pollen an der Luft, d. h. im geöffneten Pollensack liegt, entstehen drei ziemlich starke Längsrisse, die die Keimporen bilden und von denen eine zur Austrittsstelle des Pollenschlauches wird. Ins Wasser gebracht, wächst die Intine meist etwas zu allen drei Poren hinaus (Taf. VII, Fig. 58 u. 59).

Das Auskeimen der Pollenkörner konnte ich sehr gut durch künstliche Kultur in der feuchten Kammer bewirken. Am geeignetsten war eine 1,5 % Gelatinelösung mit 5 % Zucker. Es bildeten sich schon nach drei Stunden Ausstülpungen aus einer Spalte, und der rasch wachsende, verhältnismäßig breite Pollenschlauch erreichte nach einem Tage oft die 20fache Länge des Pollenkorns. In den so kultivierten Pollenschläuchen war stets eine lebhafte Bewegung des Protoplasmas in 3—4 nebeneinander, in entgegengesetzter Richtung gehenden Strängen zu beobachten. Leider gelang es mir nicht, sichere Beobachtungen über das Schicksal der drei Kerne im auskeimenden Pollenkorn zu machen (Taf. VII, Fig. 60).

D. Die Fruchtblätter.

Die Anlage und Ausbildung des Gynoeceums erfolgen bedeutend später und langsamer als diejenige des Androeceums. In der Winterknospe ist von den Samenanlagen noch nichts zu sehen und die drei Fruchtblätter bilden nur mit der Blütenachse die Wandung der noch kleinen, leeren Fruchtknotenöhle.

Im Frühjahr beginnt die Weiterentwicklung der Fruchtblätter, nach den Staubblättern, mit einer Verlängerung des Fruchtknotens. Zugleich wachsen die Ränder der drei Karpelle gegen die Mitte und bilden so drei Plazenten, die sich zuerst im untern Teile treffen, während sie oben noch lange frei bleiben und der Fruchtknoten so nur unten durch diese echten Scheidewände in drei Fächer geteilt wird. Während der Verwachsung der Karpellränder zu den Plazenten beginnen sich an ihnen die Samenanlagen in Form kleiner Gewebehöcker zu differenzieren, die bald keulenförmige Gestalt annehmen. In zwei Fächern entstehen an jedem Fruchtblattrand 2—3 solcher Anlagen, während im dritten, welches zuerst auch nach oben vollständig abgeschlossen ist, nur eine einzige entsteht. Während der nun folgenden Weiterentwicklung wachsen die Spitzen der Fruchtblätter zum dünnen, langen Griffel aus, der an seinem Ende die dreiköpfige, rundliche Narbe trägt und aus einem langzelligen Leitungsparenchym zusammengesetzt ist. In seinem Innern sind die drei zusammenstoßenden Teile der Fruchtblätter stets als drei radialgestellte Linien zu sehen; es ist jedoch kein Hohlraum vorhanden. Die beiden oben noch zusammenhängenden Fächer werden durch Verwachsung der Plazenten später auch getrennt. Der Fruchtknoten ist jetzt dreifächerig. Ein Fach enthält nur eine Samenanlage, die entsprechend

der stärkern Nahrungszufuhr bedeutend größer und stärker als die andern wird. Die zwei andern Fächer besitzen, da von jeder Seite zwei bis drei entwickelt werden, vier bis fünf, mitunter auch bis sieben kleinere Anlagen. Das einsamige, das später allein zur Samenbildung kommt, nennen wir das fertile, während die beiden andern, später unterdrückten Fächer als sterile bezeichnet werden können. Das fertile Fach liegt stets seitlich der Mediane (Taf. VII, Fig. 46 u. 61) und nicht hinten, wie Eichler das angibt und zeichnet (44, S. 268). Die Wandung des Fruchtknotens, der außen mit kurzen Haaren besetzt ist, besteht aus 6—8 Lagen von langgestreckten, oft krystallführenden Parenchymzellen und wird von 10 Gefäßbündeln, die in den Kelch-, bezw. Kronblättern enden, durchzogen. In der nun axil gewordenen Plazenta verlaufen drei Bündel, welche den Samenanlagen die Baustoffe zuführen (Taf. VII, Fig. 47—49).

Entwicklung der fertilen Samenanlage.

Der keulenförmige Höcker, der gewöhnlich etwas über der halben Höhe des Faches an der Plazenta sitzt, wird bald durch das stärkere Längenwachstum seines Stieles, des Funikulus, hängend. Zugleich vergrößert sich an dem rundlichen Scheitel eine subepidermale Zelle und es beginnt die Entwicklung des Embryosackes, die in der für die meisten Angiospermen typischen Weise verläuft (vergl. 14, S. 71 ff.). Die subepidermale, große Zelle, die sich bald auch durch ihren Plasmareichtum und einen größeren Kern auszeichnet, ist die 0,018 mm große Archesporzelle oder Urmutterzelle des Embryosackes (Taf. VII, Fig. 54, Taf. IX, Fig. 76). Ihr Kern, der fast die ganze Zelle einnimmt, besitzt ein großes Kernkörperchen, und die chromatische Substanz ist in verschieden großen Körnchen an die Kernmembran gelagert. Während die Archesporzelle auf Kosten der umliegenden Zellen namentlich an Länge zunimmt, wird die ursprünglich orthotrope Samenanlage durch stärkeres Wachstum der äußeren Gewebepartien nach innen gekrümmt, d. h. anatrop, und sein Scheitel so nach oben gerichtet. Zu gleicher Zeit beginnt sich in Form eines 4—5 Schichten breiten Wulstes rings um die Archesporzelle das einzige Integument zu bilden. Wie bei *Lonicera* wird auch bei *Linnaea* die Archesporzelle ohne Abtrennung einer sog. Tapetenzelle zur Embryosackmutterzelle (71, S. 174). Sie streckt sich immer mehr, ihr Plasma bleibt gleichwohl dicht, der Kern nimmt aber nicht mehr an Größe zu. Ausgewachsen zeigt die Embryosackmutterzelle eine länglich eiförmige Gestalt und der große Kern ist am obern Ende gelagert. Sie ist von dem stets nur einschichtigen Nuzellus umgeben und erreicht eine Länge von 0,028 mm (Taf. VII, Fig. 55, Taf. IX, Fig. 77).

Nachdem das Integument, aus 6—7 Schichten bestehend, so weit vorgerückt ist, daß ein zwar noch weiter Mikropylarkanal entsteht, findet die Tetradenteilung der Embryosackmutterzelle statt. Diese Kernteilung geht auch hier außerordentlich rasch vor

sich. Durch sie kommt es zur Ausbildung einer axilen Reihe von vier Tochterzellen, den Makrosporen, im Gegensatz zu *Lonicera*, wo nur drei solche gebildet werden (71, S. 174). Die vier Makrosporen sind durch parallele Querwände getrennt. Die unterste ist die größte ($- 0,033$ mm) und besitzt einen großen zentralen Kern, die drei obern sind niedriger und kleinkernig. In allen treten schon Vakuolen auf und in der untersten zeigt das Plasma eine wabige Struktur (Taf. VII, Fig. 56; Taf. IX, Fig. 78). Diese letztere wird nun durch starkes Wachstum vergrößert und zur Embryosackzelle; die drei obern werden durch sie zerdrückt und resorbiert; ihre Reste sind aber noch ziemlich lange als dunkle Kappe zwischen Nuzellus und Embryosackzelle sichtbar. Während der Vergrößerung der Embryosackzelle wird der Mikropylarkanal durch das weitere Wachstum des Integuments immer enger, bis sich die Wände schließlich ganz aneinander legen, ohne jedoch zu verwachsen. In dem nun einkernigen Embryosack ist auch der immer noch zentral gelagerte Kern vergrößert worden (Taf. IX, Fig. 79).

Durch eine erste Teilung in der Längsachse entsteht der zweikernige Embryosack ($0,056$ mm), dessen 2 Kerne noch in der Mitte senkrecht übereinanderstehen. Zu gleicher Zeit werden die 1—2 Schichten des Nuzellus durch den sich stets ausdehnenden Sack zerdrückt und ihre Reste sind nur noch als dunkel gefärbte Massen am Rande sichtbar (Taf. IX, Fig. 80). Der Sack kommt jetzt direkt an die innerste Schicht des stark ausgebildeten Integuments zu liegen, welche sich schon vorher zu einem plasmareichen Tapetum umgewandelt hat und so eine für den Embryosack wichtige ernährungsphysiologische Rolle spielt (Taf. IX, Fig. 87).

Die zwei Kerne wandern nun in dem länger gewordenen Sack etwas gegen die Pole und es erfolgt die zweite Teilung im Embryosack, die, nach der Lage der Tochterkerne zu urteilen, meist etwas schief zur Längsachse des Sackes stattfindet; beide Teilungsspindeln sind andererseits senkrecht aufeinander. In dem nun vierkernigen Sack sind die je zwei obern und untern Kerne in polar gelagerte Plasmamassen eingebettet, die durch eine Wand-schicht, sowie auch durch feine Stränge verbunden sind. Alle Kerne sind gleich groß, von eiförmiger Gestalt und von dichterem Plasma umgeben (Taf. IX, Fig. 81). Durch eine dritte und letzte Teilung wird der Embryosack achtkernig, wie dies bei der großen Mehrzahl der Angiospermen vorkommt. Der oberste, dem Mikropylarende am nächsten gelegene Kern teilt sich in der Richtung der Längsachse, der darunter liegende senkrecht dazu. Ebenso stehen die Spindelachsen der beiden untern Kernteilungen senkrecht aufeinander. Die so durch freie Kernteilung entstandenen 8 Kerne haben noch die gleiche Größe und bleiben zunächst in zwei polaren Gruppen gelagert (Taf. IX, Fig. 82).

Die definitive Ausbildung zum befruchtungsfähigen, reifen Sacke wird durch die nun eintretende simultane Zellbildung eingeleitet. Die drei obersten und drei untersten Kerne umgeben sich mit feinen Zellulosemembranen, es entstehen der Eiapparat und die Antipoden. Die zwei mittleren Kerne bleiben frei und werden

zu den sog. Polkernen. Der ganze Embryosack hat jetzt eine Länge von 0,15—0,16 mm und eine keulenförmige, an beiden Enden zugespitzte Gestalt (Taf. IX, Fig. 83 u. 84).

Das obere Ende wird durch den Eiapparat ausgefüllt, bestehend aus 3 Zellen, der Eizelle und den beiden Gehilfinnen (Synergiden 208, S. 32), welche alle nebeneinander auf gleicher Höhe angeordnet sind. Die Eizelle liegt mit breiter Basis der Sackwandung an (ohne die Mikropyle zu erreichen) und hat eine eiförmige bis kugelige Gestalt. Der große Kern ist etwas reicher an chromatischer Substanz und am untern Ende in dichtes Plasma eingebettet, während der obere Teil der Zelle meist von einer großen Vakuole eingenommen wird. Von den Synergiden ist gewöhnlich eine direkt unter der Mikropyle, die andere hingegen etwas darunter befestigt; beide grenzen ebenfalls mit breiter Basis an die Sackwandung. Sie haben eine der Eizelle ähnliche Form und ihre Kerne ruhen ebenfalls im Plasma des untern Teiles der Zelle, die auch eine große Vakuole enthält. Die Kerne hingegen sind etwas kleiner und das Plasma ist etwas dünner als bei der Eizelle. Von einer bei Synergiden häufig beobachteten, als Fadenapparat (208, S. 39) beschriebenen Streifung der Zellmembran konnte ich nie etwas beobachten (Taf. IX, Fig. 84).

Am untern Ende, gegen die Chalaza hin, sind die drei Antipodenzellen ausgebildet worden. Sie sind vor allem durch ihre jetzt bedeutend kleineren Kerne zu erkennen. Auch erreichen sie selten die Größe der oberen Zellen und ihre Form und Anordnung ist eine wechselnde, indem sich dieselbe nach den räumlichen Verhältnissen des sehr verschieden ausgebildeten untern Endes richtet. Bald sind alle drei nebeneinander, bald ist eine (die größte) zuunterst, während die beiden andern darüber liegen. Sie enthalten stets wenig Protoplasma und daher eine große Vakuole. Sehr früh tritt bei ihnen eine Degeneration ein, oft schon vor der Befruchtung. Bei dem frühen Verschwinden, das Guignard auch bei *Lonicera* konstatiert hat (71, S. 175), ist ihnen wohl kaum irgend eine ernährungsphysiologische Rolle zuzuschreiben (Taf. IX, Fig. 83 u. 84).

Die beiden Polkerne nehmen noch etwas an Größe zu und werden so zu den größten Kernen im Embryosack. Der obere, der Schwesterkern des Eikerns, ist gewöhnlich in dem dichten Plasma unterhalb oder neben der Eizelle gelagert. Der untere wandert längs einem die zentrale Vakuole durchziehenden Plasmastrang zum oberen hinauf, nur hie und da kommt ihm der obere etwas entgegen, so daß die nun erfolgende Verschmelzung dieser beiden Kerne stets im oberen Teile, in der Nähe der Eizelle stattfindet (Taf. IX, Fig. 84 u. 85). Die Polkerne legen sich dort aneinander und platten sich ab; die trennenden Kernwandstücke werden aufgelöst und es erscheint jetzt ein großer Kern mit 2 Nukleolen, die aber bald verschmelzen und ein Kernkörperchen bilden: so entsteht der sekundäre Embryosackkern und der Sack ist jetzt befruchtungsfähig (Taf. IX, Fig. 86).

Das Tapetum hat sich mit dem Embryosack vergrößert und bildet eine geschlossene Schicht von radial gestreckten, stark gefärbten und großkernigen Zellen. Diese innerste Schicht des aus 8—10 Schichten bestehenden Integuments liefert dem sich später rasch ausbildenden Endosperm die Nährstoffe.

Entwicklung der sterilen Samenanlagen.

Die sterilen Anlagen bilden sich etwas später als die fertilen und erreichen meist nur eine halb so starke Entwicklung wie dieselben. In den zwei sterilen Fächern gehen sie auch vom mittleren Teil der axilen Plazenta aus (Taf. VII, Fig. 49). Wenn nur vier oder fünf pro Fach ausgebildet werden, sind sie alle übereinander; in dem selteneren Falle von je 7—8 solcher Anlagen sind die mittleren wegen des beschränkten Raumes auch nebeneinander zu zweien auf gleicher Höhe angeordnet. Von den sterilen Anlagen sind gewöhnlich die mittleren und obern am besten entwickelt; mitunter kann eine davon sogar die Größe einer fertilen Anlage erreichen und auch befruchtet werden, wodurch zweisamige Früchte entstehen, wie es auch von Schulz beobachtet worden ist (184, S. 140). Die untern Samenknospen hingegen bleiben meist auf einer niedern Entwicklungsstufe stehen; sie bilden zwar noch einen Embryosack aus, aber das achtkernige Stadium erreicht derselbe nur selten.

Die ganze Entwicklung der sterilen Samenanlagen deutet darauf hin, daß auch bei *Linnaea*, wie bei den *Caprifoliaceen* überhaupt, die Tendenz zur Reduktion des *Gynoeceums* herrscht (46, S. 157). Die Reduktion der Anzahl der Fächer hat zwar einen Stillstand erreicht; denn nie kommen nur zweifächrige Fruchtknoten vor und nur selten tritt ein vierfächriges *Gynoeceum* mit zwei fertilen einsamigen Fächern auf, wie dies die Regel bei *Symphoricarpos* ist. Hingegen ist die reduzierende Tendenz bei den Samenknospen sehr deutlich. Einmal gibt es fertile Fächer mit zwei Samenanlagen, welche Bildung auf eine ursprüngliche Vielsamigkeit aller Fächer hindeutet, dann ist es nahezu die Regel, daß in einem der sterilen Fächer die Zahl der Samenanlagen eine geringere ist und schließlich ist die bessere Ausbildung der obern Anlagen wohl auch als Beginn zur Reduktion aller Samenanlagen auf eine aufzufassen.

Die Ausbildung der sterilen Anlagen geht ganz gleich vor sich, wie bei den fertilen, und sie läßt sich, wegen der größern Anzahl, noch lückenloser verfolgen. In manchen fand ich etwas abweichende Bildungen, die einerseits auf den beschränkten Raum und andererseits auf die geringere Nahrungszufuhr zu den einzelnen Anlagen zurückzuführen sind.

In den ebenfalls keulenförmigen Anlagen entsteht auch die subepidermale Archesporzelle, die direkt zur Embryosackmutterzelle wird. Die Makrosporen entstehen, bevor das hier schwächere Integument den Mikropylarkanal gebildet hat. Normal werden auch vier solche in einer Längsreihe mit parallelen Querwänden ausgebildet. Daneben aber gibt es auch Anlagen mit nur drei

Makrosporen (Taf. X, Fig. 88); bei andern haben sie eine verschobene Lage, indem die Teilungen schräg zur Längsachse stattfinden und so schiefe Querwände gebildet werden. Häufig tritt in der untersten schon sehr früh eine Kernteilung ein und die Tochterkerne verschmelzen wieder und bilden einen großen Kern mit zwei Kernkörperchen. In einem andern Fall vermochte die obere Tochterzelle der Archespore keine Membran mehr nach der Teilung ihres Kerns zu bilden, so daß sie 2-kernig wurde (Taf. X, Fig. 89 u. 90).

Die Embryosackzelle wird nie so groß wie bei den fertilen Anlagen; aber in dem zwei-, vier- und achtkernigen Stadium sind die Kerne auch polar gelagert. Daneben aber kommt es auch gelegentlich vor, daß die Kerne des vierkernigen Sackes in der Mitte bleiben und dort wie eine Tetrade beieinander liegen (Taf. X, Fig. 91). Der gut ausgebildete sterile Sack hat auch keulenförmige, oben verbreiterte Form, und Eiapparat, Antipoden und Polkerne, sowie auch das Tapetum zeigen die gleiche Beschaffenheit wie beim fertilen Sack (Taf. X, Fig. 93). Daneben treffen wir aber auch Säcke von ovaler oder rundlicher Form, bei welchen Eiapparat und Antipoden gegen die Mitte verschoben sind, Mikropyle und Chalaza so frei lassend und bei denen die Verschmelzung der Polkerne bei den Antipoden erfolgt (Taf. X, Fig. 92). Endlich können die Antipoden oder Synergiden auf eine reduziert oder die Membranen der Zellen im Embryosack nicht mehr vollständig ausgebildet sein.

E. Bestäubung und Befruchtung.

Die Blütezeit umfaßt in den Alpen die Zeit von Mitte Juli bis Ende August. In Skandinavien hingegen sind jedes Jahr zwei Blütestadien zu beobachten, eine Sommerblütezeit, die Ende Juni und Anfang Juli auftritt, und eine Herbstblütezeit, die Ende August und Anfang September umfaßt. Die Blüten des Anfangs der letztern beruhen auf einer Metanthesis (Nachblühen) durch opsigone Entwicklung, während die gegen das Ende auftretenden ihre Entstehung einer Proanthesis durch proleptische Ausbildung von Fruktifikationstrieben verdanken (235, S. 253, 188, S. 249).

Zu Beginn der Blüte sind Staubgefäße und Narbe gleichzeitig reif, die Blüte ist also homogam. Die Antheren werden geöffnet und stellen sich etwas schief gegen die Öffnung der Blüte; die dreilappige Narbe bildet an ihrer Oberfläche längliche Papillen aus (Taf. X, Fig. 99), welche unter die Kutikula einen zuckerhaltigen Saft sezernieren, der durch Platzen der letztern frei wird und so die ganze Oberfläche der Narbe klebrig macht.

Es findet in der Regel Allogamie statt und die Übertragung des Pollens geschieht durch Insekten. Die vielen, oft ganze Teppiche bildenden, von ihrer grünen Umgebung durch die weißliche Farbe abstechenden und einen intensiven, schon von weitem wahrnehmbaren Vanilleduft ausströmenden Blüten locken die Insekten an (184, S. 139). Der Honig ist am Grunde der kürzeren oder längern Kronröhre vollständig geborgen und die Blüte wurde daher schon von Müller zu seiner Klasse B („Blumen mit vollständiger Honig-

bergung“) gezählt (142, S. 32). Er ist gegen unberufene Besucher geschützt, einmal durch die klebrigen Drüsenhaare der Blütenstiele und Brakteen gegen ankriechende kleine Tiere, und dann durch die langen Haare der Krone und die zwar schwach ausgebildete Saftdecke gegen größere Honigräuber. Das Saftmal, sowie die hängende, an dem dünnen, langen Stiel leicht schwankende Blüte lassen auf Insektenbesucher schließen, die sich der Gewinnung von Blumenahrung schon einigermaßen angepaßt haben. Immerhin tritt noch keine Bevorzugung durch eine begrenzte Besuchergruppe hervor, und wegen der ziemlich großen Öffnung der Blütenkrone wird sie sogar von sehr vielen kurzrüßligen Insekten besucht.

Die Liste der bis jetzt beobachteten Besucher weist folgende Namen auf:

A. Diptera (Zweiflügler).

Diese Gruppe liefert den größten Teil der Bestäuber und zwar sind es hauptsächlich die kurzrüßligen Tanzfliegen und Fliegen.

Empidae (Tanzfliegen).

Empis tessellata Fabr. Oberengadin (145, S. 394), Finnland (194, S. 47).

Empis livida L. Finnland (155, S. 53).

Empis rufescens Loew. Nordamerika (40, S. 644).

Muscidae (Fliegen).

Aricia spec. und *Anthomyia* spec. Oberengadin (145, S. 394).

Aricia didynamia Zett. Finnland (155, S. 53).

Trichopticus longipes Zett. Finnland (194, S. 47).

Trichopticus innocuus Zett. Lappland (192, S. 88).

Syrphidae (Schwebfliegen).

Syrphus tricinctatus Fall. Finnland (193, S. 125).

Sericomyia lappona L. Finnland (194, S. 47).

Platycheirus peltatus Meig. Finnland (194, S. 47).

Platycheirus albimanus Fabr. Lappland (192, S. 88).

Chrysotoxum fasciolatum Deg. Lappland (192, S. 88).

Dolichopodae (Langbeinfliegen).

Neurigona quadrifasciata F. (91, S. 528).

B. Lepidopteren (Schmetterlinge).

Von dieser Gruppe sind schon bedeutend weniger Besucher bekannt. Im Engadin beobachtete ich sehr oft Spanner, die schon früh am Abend die weißlichen, intensiv duftenden Blüten besuchten.

Geometrinen (Spanner).

Lygris populata L. Oberengadin.

Thamnonoma bruneata Thbg. Oberengadin.

Larentia truncata Hufn. Oberengadin.

Mikrolepidopteren (Kleinschmetterlinge).

Diasemia litterata Sc. Oberengadin (145, S. 394).

C. Hymenopteren (Hautflügler).

Vertreter dieser an den Blütenbesuch am stärksten angepaßten Gruppe wurden bis jetzt nur selten angetroffen.

Halictus fulvicarnis Kirb. Schweden (236, S. 23).

Bombus agrorum Fabr. Finnland (155, S. 53).

Bei dem Besuch sitzen die kleinern Insekten auf der Unterlippe, die größern halten sich an den Blütenstielen und kommen so nach dem Streifen der Narbe mit den Antheren in direkte Berührung, oder der Pollen fällt durch die von dem Ansitzen des Insekts verursachte mehr oder weniger starke Erschütterung auf dasselbe, wird in der nächsten Blüte an die hervorragende Narbe gestreift und so die Allogamie vermittelt.

Neben der Allogamie kann auch Autogamie stattfinden. Bei den Insektenbesuchen fällt ein Teil des Pollens auf die langen Haare und wird bei steiler Blütenstellung oder bei einem durch eine lange Regenperiode verursachten Zusammenfall der Krone auf die Narbe gelangen. Daß Selbstbefruchtung nicht steril ist, konnte ich experimentell durch Einbinden der Blütenknospen in feine Gaze konstatieren, wobei doch normale Früchte, freilich in sehr geringer Anzahl, ausgebildet wurden.

Auf der Narbe keimen die Pollenkörner sehr rasch aus und die Pollenschläuche dringen zwischen den Narbenpapillen in das Griffelgewebe hinein. Dort verlaufen sie interzellulär bis zum obern Ende des Fruchtknotens. In den Fächern sind schon vor der Anthese die Wandungen der obern Plazenten und des Funikulus (aber nur diese) mit keulenförmigen einzelligen Epidermispapillen versehen worden. Zwischen diesen tritt nun der Pollenschlauch heraus und wächst, stets auf den Papillen, dem Funikulus entlang in die Mikropyle und den Embryosack.

Befruchtung.

Leider war es mir nicht möglich, die Kerne des Pollenkorns in dem durch den Griffel zu den Eianlagen wachsenden Pollenschlauch zu sehen, hingegen beobachtete ich oft die zwei Spermakerne im Embryosack. Der Pollenschlauch durchdringt die Membran des Embryosacks und verläuft, manchmal die Degeneration einer Synergide bewirkend, zwischen Eizelle und Sackwandung. Erst wenn er gegen das untere Ende der Eizelle gelangt, öffnet er sich und entläßt die Spermakerne. Diese haben jetzt ein etwas verändertes Aussehen. Sie sind wohl noch von dem hellen Plasmahof umgeben, aber ihre chromatische Substanz ist dichter und der ganze Kern kleiner, dafür aber tief dunkel gefärbt worden. Der eine der Spermakerne, die auch jetzt noch vollkommen gleich beschaffen sind und sich von den übrigen Kernen durch eine schwache Rotfärbung auszeichnen, geht in die Eizelle, der andere hingegen tiefer hinunter zum sekundären Embryosackkern (Taf. VIII, Fig. 71—74).

Sobald der Spermakern mit dem ihn umgebenden Protoplasma in die Eizelle gelangt, nie früher, finden sich in der letztern, namentlich in dem dichten Plasma um den Eikern herum, rötliche, dunkelgefärbte Massen von rundlicher, länglicher oder auch unregelmäßiger Form und verschiedener Größe. Diese Massen haben eine große Ähnlichkeit bezüglich der Form und Größe mit den früher als ausgestoßene Chromatinsubstanz ge-

deuteten Chondriosomen oder Chromidien. Ihre Lage verrät ihren plasmatischen Ursprung, doch konnte ich bis jetzt ihre chemische Natur nicht herausfinden. Ähnliche Gebilde wurden in jüngster Zeit aus fixierten und gefärbten Meristemzellen beschrieben; dabei handelte es sich entweder um Chromoplasten, seien es Leukoplasten, wie in der Wurzelspitze von *Vicia Faba* und *Asparagus officinalis* (127, S. 312; 115, S. 543), seien es Chloroplasten, wie in der Stengelspitze von *Asparagus* (115, S. 545) oder sie sind eiweißartiger Natur, die nachher beim Aufbau von neuen Organen Verwendung finden, wie z. B. in Basalzellen der Kurztrieben von *Antithamnion* (177, S. 277).

Bei den mir vorliegenden Gebilden, welche erst unmittelbar vor der später erfolgenden Kernteilung verschwinden, vermute ich, daß es sich um Eiweißprodukte handelt, die bei der Mischung der beiden Plasmen durch Fällung entstanden sind.

Die Spermakerne verschmelzen mit dem Eikern bzw. sekundären Embryosackkern (Doppelbefruchtung). Sie legen sich an diese Kerne an, worauf der dunkle Kern in dem hellen Hof immer kleiner wird und schließlich mit dem Protoplasmahof ganz verschwindet. Es findet offenbar ein Übertritt der chromatischen Substanz der Spermakerne statt; in den so befruchteten Kernen ist auch stets nur ein Kernkörperchen zu beobachten (Taf. X, Fig. 98). Die Befruchtung des sekundären Embryosackkerns erfolgt sehr bald (Taf. X, Fig. 94 u. 95) und ihr Produkt ist der Endospermkern, während diejenige des Eikerns sehr spät eintritt und daher der eine Spermakern sehr lange sichtbar bleibt (Taf. X, Fig. 96; Taf. VIII, Fig. 75).

Entwicklung des Endosperms.

Die erste Teilung des Endospermkerns erfolgt noch in der Nähe der Eizelle, währenddem die durch die weiteren freien Kernteilungen gebildeten 4, 8, 16 und mehr freien Kerne sich an die ganze innere Wandung des nun vergrößerten, bis 0,3 mm langen Embryosacks lagern und von diesem protoplasmatischen Wandbelag aus schließlich den ganzen Embryosack mit in stark vakuoligem Protoplasma eingebetteten ca. 150 Kernen füllen (Taf. X, Fig. 97). Erst jetzt findet durch Bildung der Zellwände die simultane Zellbildung statt und der ganze Sack ist von einem großmaschigen Gewebe mit großkernigen Zellen erfüllt. Bei dem nun weiter erfolgenden Wachstum des Endosperms werden die Tapetenschicht, sowie auch die übrigen innern Schichten des Integuments resorbiert. Durch Kernteilungen tritt teils eine Vermehrung von Zellen auf, teils erscheinen mehrkernige Zellen oder Kerne mit mehreren Nukleolen (Taf. XI, Fig. 100 u. 101).

Entwicklung des Embryo.

Die befruchtete Eizelle nimmt während der Endospermbildung an Größe zu, während die Synergiden und auch die Antipoden, sofern sie nicht schon vorher verschwunden sind, rasch degenerieren.

Die erste Teilung der Eizelle erfolgt erst, nachdem die simultane Zellbildung im Endosperm vollendet ist. Darin stimmt also *Linnaea* mit *Viburnum lantana* überein, wo nach Hofmeister (80, S. 121) auch erst die Bildung des Embryo nach der rasch erfolgenden Füllung des Sackes mit Endosperm beginnt. Durch zwei Teilungen entstehen aus der Eizelle vier in einer Reihe angeordnete Zellen, welche kleinere Kerne besitzen, als das sie umgebende Endosperm und den sog. Proembryo (34, S. 188) darstellen (Taf. XI, Fig. 101). In demselben wird nun die oberste Zelle etwas verlängert, plasmaärmer und bildet den stets einzellig bleibenden Suspensor. Die drei untern Zellen wachsen zum Embryo aus. Wie dies meistens bei den Phanerogamen der Fall ist, beginnt die Entwicklung desselben mit einer longitudinalen Teilung der Scheitelzelle, auf welche bald auch eine Transversalteilung der beiden Tochterzellen folgt, so daß ein Quadrant entsteht. Nachdem noch durch zwei diagonale Wände der Quadrant zu einem Octant geworden ist und aus der zweiten und dritten Zelle des Proembryo je 4 Tochterzellen entstanden sind, trennt sich von allen äußersten Zellen, mit Ausnahme der zwei obersten, an den Suspensor anschließenden, ein Dermatogen ab (Taf. XI, Fig. 102 u. 103), wodurch die Grundlage für das ganze spätere Hautgewebe geschaffen wird. Die inneren Zellen des rundlichen Embryo bilden das Meristem der nun zu entwickelnden Organe. Symmetrisch zur Lage der ersten Meridian-spaltung beginnt durch intensivere Teilung von den seitlichen hypodermalen Zellen die Bildung der Kotyledonen, während aus den dahinter liegenden Zellen das hypokotyle Glied und die Wurzel entstehen.

3. Frucht und Same.

Mit der Zunahme der Samenanlage findet auch das Wachstum des Fruchtknotens statt. Das fertile Fach ist immer von dem reifenden Samen ausgefüllt und verdrängt und zerdrückt allmählich die sterilen Fächer mit ihren degenerierenden Samenknospen, die schließlich nur noch in Spuren vorhanden sind (Taf. XI, Fig. 111).

Die reife Frucht, ca. 2,5—3 mm lang, ist wie der Fruchtknoten eiförmig und etwas zugespitzt. Sie ist ganz vom Samen ausgefüllt und besitzt eine trockene, lederige, ziemlich dünne Fruchtschale, welche aus der Fruchtknotenwandung hervorgegangen ist. Die Fruchtwandung (Taf. XI, Fig. 109) besteht aus einer äußeren und inneren Epidermis, zwischen welcher 1—5 Reihen parenchymatischer, dünnwandiger, länglicher Zellen vorhanden sind. Die inneren derselben sind stets krystallführend. Die äußere Epidermis ist schwach verdickt und hat noch bisweilen Spaltöffnung, kurze Deckhaare und feine Stieldrüsen (145, S. 824). Wegen ihrer Einsamigkeit und der trockenen, von der Samenschale getrennten Fruchtschale, die sich erst bei der Keimung öffnet, gehört sie zu den Achaenien, den trockenen, einsamigen Schließfrüchten (234, 1879, S. 20). Von ältern Autoren wurde sie auch als Trockenbeere (88, S. 358) beschrieben. Hie und da trifft man zweisamige Früchte, die auf verschiedene Art und Weise entstehen

können (vergl. S. 43). An ihrer Außenseite ist die Frucht von den zwei stark vergrößerten Brakteen umgeben. Diese schließen sie fast bis zur Spitze wie zwei Klappen ein und sind mit der Fruchtschale bis zur Hälfte verwachsen. Von der Frucht sind nur noch das Spitzchen, ein Überrest des Griffels, und zwei schmale Streifen zu beiden Seiten sichtbar. An der Außenseite der Brakteen sind neue Drüsenköpfchen entstanden und an denselben läßt sich jetzt eine deutliche epidermale Lage von sezernierenden Zellen erkennen. Sie sondern ein zuckerhaltiges, klebriges Sekret aus und spielen eine wichtige Rolle bei der Verbreitung der Früchte (Taf. VII, Fig. 53). Die Frucht ist Ende August, ca. 2—3 Wochen nach der Befruchtung, fertig ausgebildet, fällt aber nicht sofort ab, sondern bleibt noch ca. 1 Monat an den Stielen sitzen, bis sie, falls dieselbe nicht auf irgend eine Art und Weise fortgeschafft wurde, durch Regen oder Schneefall auf den Boden gelangt.

In Skandinavien, Rußland, sowie im Engadin findet stets eine reichliche Fruktifikation statt, während in andern Gegenden trotz guter Anthese nur selten reife Früchte ausgebildet werden. So sind im Wallis (32, S. 309) und in Norddeutschland (127, S. 270; 19, S. 106; 29, S. 123) ausgereifte Früchte bis jetzt nur von wenigen Orten bekannt: Rathenow (154, S. XLVI), Wittstock (229, S. 157), Hohenstein, Ostpreußen (1, S. 354), Steegen, Westpreußen (3, S. 672).

Im reifen Samen hat der Keimling (Taf. XI, Fig. 111) eine länglich kegelförmige Gestalt. Er ist ca. 0,8 mm lang und noch durch den, jetzt einen dünnen Strang bildenden Suspensor mit der Mikropyle verbunden; eine Plumula wird zwischen den beiden aneinanderliegenden Kotyledonen nicht ausgebildet. Das Endosperm hat den größten Teil des Integuments aufgelöst. Es besteht jetzt aus großen Zellen, die neben Proteinkörnern auch fettes Öl in großen und kleinen Tropfen enthalten; Stärke ist in den dünnwandigen, polygonalen Zellen keine vorhanden. Die um den Embryo gelagerten Zellen sind immer etwas inhaltsärmer als die übrigen. Die Samenschale ist dünn und wird nur aus den 4—5 noch bleibenden äußersten Zellen des Integuments gebildet (Taf. VI, Fig. 110). Ihre Epidermis hat sich etwas vergrößert, ist aber dünnwandig geblieben; die darunterliegenden 2—3 Parenchymschichten sind zusammengedrückt, aber ziemlich dickwandig. Die stärkste Verdickung weist die Außenwand der äußersten Endospermzellen auf. *Linnaea* weist somit einen von andern *Caprifoliaceen*, z. B. *Symphoricarpus* und *Lonicera* abweichenden Bau der Samenschale auf, bei welchen nach den Untersuchungen von Brandza die äußersten Zellen stets stark verdickt und verholzt, die innern dagegen parenchymatisch sind (22, S. 153—154).;

Die Verbreitung der Früchte.

Die lange klebrig bleibenden Brakteen (sie sind es noch nach 3 Jahren) lassen auf eine Verschleppung durch Tiere schließen. Bei der leisesten Berührung bleiben die Früchte am Gegenstand haften

und lösen sich außerordentlich leicht vom Fruchstiel los. Obschon keine direkte Beobachtungen über die Verbreitungsweise der ganz unauffällig gefärbten Früchte vorliegen, ist doch eine epizoische Verbreitung sehr wahrscheinlich. Schon Hildebrand (76, S. 89) hat die Vermutung ausgesprochen, daß sie durch Anhaften an Tieren verbreitet werden und Zabel kann sich das Auftreten der an der Ostsee in den jungen Waldungen auftretenden Pflanzen, die dort nicht fruktifizieren, nur durch Verschleppung aus Skandinavien durch Zugvögel erklären (239, S. 210). Auf gleiche Art soll sie auch mit andern Nadelwaldpflanzen in die gepflanzten dänischen Nadelwälder gebracht worden sein (89, S. 406). Durch eine solche zoochore Verbreitungsweise, welche bei der Strauchschicht der Nadelwaldformation überhaupt häufig ist, wird die *Linnäe* befähigt, sich in großen Etappen auszubreiten und dadurch läßt sich auch ihr häufig sporadisches Auftreten erklären.

Keimung und erste Entwicklung.

Die reifen Samen behalten ihre Keimfähigkeit sehr lange, nach meinen Beobachtungen mindestens 3 Jahre. Die Samen, die auf den Boden gelangen, werden dort durch die Brakteen festgehalten und ruhen bis zum Frühjahr. In der Natur konnte ich den Keimungsvorgang nicht beobachten. Bringt man die Früchte im Herbst künstlich zur Keimung, so beginnt dieselbe schon nach anderthalb Wochen. Am obern Ende tritt durch eine sprungförmige Öffnung die Keimwurzel heraus und wächst sofort abwärts. Im Innern des Samens vergrößern sich die Keimblätter sehr rasch und treten an die Stelle des von ihnen resorbierten Endosperms. Aus der schützenden Samen- und Fruchtschale herausgezogen, ergrünen sie sehr rasch und nehmen die Horizontalstellung ein. Im ersten Jahr werden nur noch zwei Primordialblätter angelegt, so daß die einjährige Keimpflanze bloß aus einer ziemlich langen Pfahlwurzel, die hier und da noch 1 oder 2 Seitenwurzeln gebildet hat, den 2 Keimblättern und den mit ihnen alternierenden Primärblättern besteht. Die Keimblätter haben einen kurzen, stengelumfassenden Stiel und eine eiförmige Spreite. Ihre Oberfläche ist glatt; nur an der Basis sitzen einige Drüsenköpfchen und am Stiel 1—2 spitze Borstenhaare. Die Primärblätter sind schon etwas laubblattähnlich, indem sie jederseits Zähnchen und gleiche Behaarung wie diese besitzen; sie erreichen aber nie die Größe der Laubblätter (234, 1878, S. 19). Wie die Entwicklung der Keimpflanze, geht auch die weitere Ausbildung noch sehr langsam vor sich. Im zweiten Jahre entsteht ein kurzer, aber schon niederliegender Verjüngungstrieb von 2—4 Internodien und mit Winterknospen. Im darauffolgenden dritten Jahre bilden sich aus den Knospen die ersten Kurztriebe (Assimilations- und Fruktifikationstriebe) und aus dem Stamm die ersten Adventivwurzeln. Es hat die normale Entwicklung eingesetzt und die junge Pflanze besteht aus 2 aufeinanderfolgenden Langtrieben mit den Kurztrieben, einer Hauptwurzel und wenigen Adventivwurzeln. Wie schon

anfangs erwähnt, erleidet aber dieses regelmäßige Sproßsystem Störungen. Die erste derselben kommt meist durch opsigone Entwicklung von Seitenknospen zustande, zu welcher dann später die viel häufigere Prolepsis tritt. Die opsigon entwickelten Triebe können sogar in den Achseln der Keimblätter entstehen und häufig stärker als der Hauptsproß entwickelt werden (188, S. 255).

4. Kapitel.

Die Verbreitung.

1. Formationen.

Das Verbreitungsgebiet der *Linnaea borealis* L. umfaßt in einem breiten, zirkumpolaren Gürtel einen großen Teil der nördlich gemäßigten und subarktischen Zone von Europa, Asien und Amerika. Sie ist hier als Schattenpflanze vorzugsweise die Bewohnerin von feuchten Stellen des Bodens der an und für sich trockenen Nadelwälder.

Dabei sind die Nadelholzarten, deren Wälder für die Besiedelung durch die *Linnaea* in Betracht kommen können, in den drei Erdteilen je nach den Gegenden verschiedene, nämlich:

Europa.

<i>Abies alba</i> Mill.	Weißtanne	Westalpen.
<i>Larix europaea</i> D C. . . .	Lärche	Alpen.
<i>Picea excelsa</i> Link.	Fichte	Alpen, Karpathen, Östl. Nordeuropa.
<i>Pinus cembra</i> L.	Arve	Alpen.
<i>Pinus pumila</i> Rgl.	Zwergkiefer	Riesengebirge.
<i>Pinus silvestris</i> L.	Waldföhre	Nordeuropa, Kaukasus.

Asien.

Hier treten an ihre Stelle zum Teil folgende östliche Arten:

<i>Abies sachalinensis</i> Mast. . .	Sachalintanne	Sachalin.
<i>Abies sibirica</i> Ledeb. . . .	Sibirische Tanne	Ganz Nordasien.
<i>Larix dahurica</i> Turcz. . . .	Dahurische Lärche	Ostasien.
<i>Larix sibirica</i> Ledeb. . . .	Sibirische Lärche	Nordasien, Altai.
<i>Picea ajanensis</i> Fisch. . . .	Ajanfichte	Ostasien.
<i>Picea obovata</i> Ledeb. . . .	Sibirische Fichte	Nordasien, Altai.
<i>Pinus cembra</i> L.	Arve	Nordasien, Altai.
<i>Pinus pumila</i> Rgl.	Zwergkiefer	Ostasien, Kurilen.
<i>Pinus silvestris</i> L.	Waldföhre	Nordasien, Koktscha-Tau.

Nordamerika.

Die Liste enthält eine große Anzahl von amerikanischen Nadelhölzern; die Wälder zeigen oft mehrere Arten gemischt:

<i>Abies balsamea</i> Mill.	Balsamtanne	Östlicher Teil.
<i>Abies grandis</i> Lindl.	Große kalifornische Tanne	Felsengebirge.

<i>Abies subalpina</i> Engelm.	Westamerikanische Balsamtanne	Westküste.
<i>Larix americana</i> Mchx.	Ostamerikanische Lärche	Östlicher Teil.
<i>Larix occidentalis</i> Mutt.	Westamerikanische Lärche	Felsengebirge.
<i>Picea alba</i> Lk.	Nordamerik. Weißfichte	Ganzer nördlicher Teil.
<i>Picea nigra</i> Lk.	Nordamerikan. Schwarzfichte	Östlicher Teil.
<i>Picea sitkaensis</i> Corr.	Sitkafichte	Westküste.
<i>Pinus Banksiana</i> Lamb.	Strauchkiefer	Mittlerer Teil.
<i>Pinus Murrayana</i> Balf.	Murrays Kiefer	Westküste, Felsengebirge.
<i>Pinus resinosa</i> Sol.	Amerikanische Rotkiefer	Mittlerer Teil.
<i>Pinus strobus</i> L.	Weymouths-Kiefer	Östlicher Teil.
<i>Pseudotsuga Douglasii</i> Carr.	Douglastanne	Westküste.
<i>Tsuga canadensis</i> Carr.	Kanadische Hemlocktanne	Östlicher Teil.
<i>Tsuga Mertensiana</i> Carr.	Westamerikanische Hemlocktanne	Westküste.

Begleitpflanzen.

In allen diesen Wäldern findet sich *Linnaea* fast stets mit den gleichen Bewohnern des Waldbodens vereinigt. Auf einer losen, aus abgefallenen Nadeln und abgestorbenen Moosen zusammengesetzten Humusunterlage entwickelt sich eine Moosdecke, in diese sind mit *Linnaea* verschiedene Gefäßkryptogamen und Blütenpflanzen, meist mehrjährige, immergrüne Zwergsträucher, sowie Saprophyten, eingestreut.

Die Liste der in Europa häufigsten Begleiter weist folgende Namen auf:

Moose.

Arten aus den Gattungen *Dicranum*, *Hylocomium*, *Hypnum*, *Polytrichum*.

Gefäßkryptogamen.

Polypodiaceen: *Aspidium spinulosum* Sw., *Pteridium aquilinum* Kuhn.

Lycopodiaceen: *Lycopodium alpinum* L., *L. annotinum* L., *L. clavatum* L., *L. complanatum* L., *L. selago* L.

Gymnospermen.

Cupressineen: *Juniperus communis* L., *Jun. communis* L. var. *nana* Willd.

Angiospermen.

Monocotyledonen:

Gramineen: *Deschampsia flexuosa* Trin., *D. caespitosa* Pal., *Festuca ovina* L.

Juncaceen: *Luzula nivea* Dc., *L. pilosa* Willd.

Liliaceen: *Majanthemum bifolium* F. W. Schmidt, *Paris quadrifolia* L.

Orchideen: *Listera cordata* R. Br., *Goodyera repens* R. Br., *Coralliorrhiza innata* R. Br.

Dicotyledonen.

Betulaceen: *Betula nana* L.

Rosaceen: *Rubus chamaemorus* L., *Fragaria vesca* L.

Oxalidaceen: *Oxalis acetosella* L.

Empetraceen: *Empetrum nigrum* L.

Cornaceen: *Cornus suecica* L.

Pirolaceen: *Pirola chlorantha* Sw., *P. minor* L., *P. rotundifolia* L., *P. secunda* L.,
Chimophila umbellata D C., *Monotropa hypopitys* L.

Ericaceen: *Rhododendron ferrugineum* L., *Arctostaphylos uva ursi* Spreng., *Vaccinium myrtillus* L., *V. uliginosum* L., *V. vitis idaea* L., *Calluna vulgaris* Salisb.

Primulaceen: *Trientalis europaea* L.

Scrophulariaceen: *Melampyrum pratense* L., *M. silvaticum* L.

Campanulaceen: *Campanula barbata* L., *C. rotundifolia* L.

Compositen: *Antennaria dioica* Gaertn., *Achillea millefolium* L.

In Asien und Amerika findet sich die *Linnaea* zum größten Teil mit ähnlichen Begleitpflanzen wieder, und zwar sind es teils die gleichen Arten, oder aber die für diese Erdteile charakteristischen Arten der gleichen Gattungen. (Amerika vergl. 20, S. 120; 73, S. 363 usw.; 105, S. 335; 227, S. 277; 232, S. 208; Asien vergl. 104, S. 445; 161, S. 51; 178, S. 89; 200, S. 165; 233, S. 25.)

Wenn die Wälder der Urbarmachung zum Opfer fallen und so der Pflanze der Schatten entzogen wird, gehen die *Linnaea*-kolonien sehr bald zugrunde; denn gegen die alsdann überwuchernden Gräser und Unkräuter vermag sie nicht aufzukommen. So wird ihr Verschwinden infolge Abtrieb des Waldes aus verschiedensten Gegenden gemeldet: Wohlau in Schlesien (49, S. 195), Lüneburgerheide (205, S. 132), Innsbruck (240, S. 56); Chamounix (10, S. 273), Schottland, Ross. (78, S. 362).

Andererseits erscheint sie sehr oft bald in jungen, angepflanzten Waldungen, wohin sie durch Vögel verschleppt wird, wie im östlichen Deutschland, wo die Pflanze erst in neuerer Zeit auf diese Weise nach W vorrücken konnte (141, S. 106; 207, S. 175).

Außer in Nadelwäldern erscheint die *Linnaea* nur selten in andern Pflanzenvereinen. Für ihr Vorkommen fallen noch in Betracht:

- a) **Laubwälder**, in welchen sie aber nur ausnahmsweise angetroffen wird: Buchenwälder (*Fagus silvatica*) in Schleswig-Holstein (179, S. 75), Jütland (79, S. 197); Birkenwälder (*Betula pubescens* Ehrh.) in Skandinavien (195, S. 135; 21, S. 22).
- b) **Arktische Zwergstrauchheide**. Die *Linnaea* tritt hier aus dem Walde heraus und besiedelt im niedrigen Gebüsch feuchte Stellen; sie ist hier in Gesellschaft von Zwergsträuchern, die schon im Walde in ihrer Umgebung waren: *Juniperus*, *Betula nana*, *Salices*, *Pirola*, *Arctostaphylos*, *Vaccinium*, *Ledum*, *Cassiope*, *Empetrum*, *Lycopodium*, *Loiseleuria*. Hierher sind folgende Vorkommen zu zählen: Fjeldformation in Lappland (195, S. 135), Alaska (73, S. 592), Grönländische Haide (228, S. 372).
- c) **Arktische Tundra**. Sogar hier, wo die Zwergsträucher gegenüber den Flechten und Moosen sehr zurücktreten, wird die *Linnaea* bisweilen, wenn auch äußerst selten, angetroffen: Alaska (42, S. 294), Tschuktschenhalbinsel

(104, S. 464). In Lappland tritt sie auf nacktem Boden (195, S. 135; 93, S. 489) auf, bleibt dann aber steril. Sie bevorzugt hier den kiesigen Boden und wird auch von verschiedenen Botanikern in den Alpen als Kieselpflanze angegeben (89, S. 77; 28, S. 177; 204, S. 643).

2. Verbreitung in Europa.

In Europa, wo die Verbreitung der Pflanze am besten bekannt ist, hat sie ihre Hauptentwicklung im nördlichen Teil; das davon gänzlich getrennte Vorkommen in den Alpen ist dagegen ein sehr beschränktes (Fig. 1).

A. Nordeuropa.

Im westlichen Teil von Nordeuropa findet sie sich in den Wäldern von *Pinus silvestris*; im Osten bewohnt sie die Wälder von *Picea excelsa*, welche ihrerseits gegen das Uralgebirge hin durch solche von *Larix sibirica*, *Picea obovata* und *Abies sibirica* ersetzt werden.

1. Skandinavien. In allen Teilen der Halbinsel, vom nördlichen Skane bis hinauf zum Nordkap, 71° 10' N. B., und zum Kongsfjord (183, S. 251), auch auf den Inseln der Westküste, z. B. Lofoten (236, S. 37). Die Nadelwälder, in denen sie hier fast stets zu finden ist, bestehen im Westen und Norden aus *Pinus silvestris*, z. B. am Alten Fjord (190, S. 232), im Süden und Osten aber auch teilweise aus *Picea excelsa* (6, S. 33), so am Berg Muen bei Listad (21, S. 21).

Auf höhern Erhebungen, Berg Blaahe (21, S. 23) und im Norden, Kiruna (195, S. 330) bewohnt sie auch Birkenwälder.

2. Lappland und Kola. In den Birkenwäldern, z. B. am Ounas-Tunturi (173, S. 209), auf Kola, die Küste meidend, bei Masselsk, Chibinägebirge, Imandrasee und bis zum Ponoiflusse (93, S. 490); aber auch über der Baumgrenze auf dem Fjeld: Bergkuppe des Kiruna Vara (195, S. 338), Peld Oaivi, Ailigas (93, S. 489).

3. Finnland. Sehr verbreitet (171, S. 97), nördlicher Teil im Kieferwald (90, S. 64), südlicher Teil im Fichtenwald (206, S. 19) oder auch Mischwald von Fichte und Birke (90, S. 65). Inseln des bottnischen und finnischen Meerbusens, z. B. Hochland (93; S. 490).

4. Rußland, wo nicht anderes angegeben nach K o e p p e n (93, S. 489—491). Vorkommend in den Gouvernements:

O l o n e t z: Kieferwälder am Keret, Kem, Onega, Inseln des Weißen Meeres, z. B. Ssum Ostrow.

A r c h a n g e l s k: Nördlich bis zur Indigabai, ferner an der Pesa, Rotschuga, Petschora, bis zur Kolwa und zum Ural (181, S. 505). Gegen Norden mit *Larix sibirica*, im Osten mit *Picea obovata*.

W o l o g d a: Überall in den Wäldern von *Picea obovata*, im Süden auch mit *Abies sibirica* (86, S. 664; 113, S. 392).

P e r m: Westlicher Teil mit *Picea excelsa*, gegen den Ural mit *Picea obovata* und *Abies sibirica*, Tscherdyn (70, S. 590). In den

subalpinen Bergwäldern des Ural dazu noch *Pinus cembra* und *Larix sibirica*, bis 1000 m hinaufgehend, am Demeshkin Kamen (99, S. 809); im Süden am Jurma (98, S. 1081).

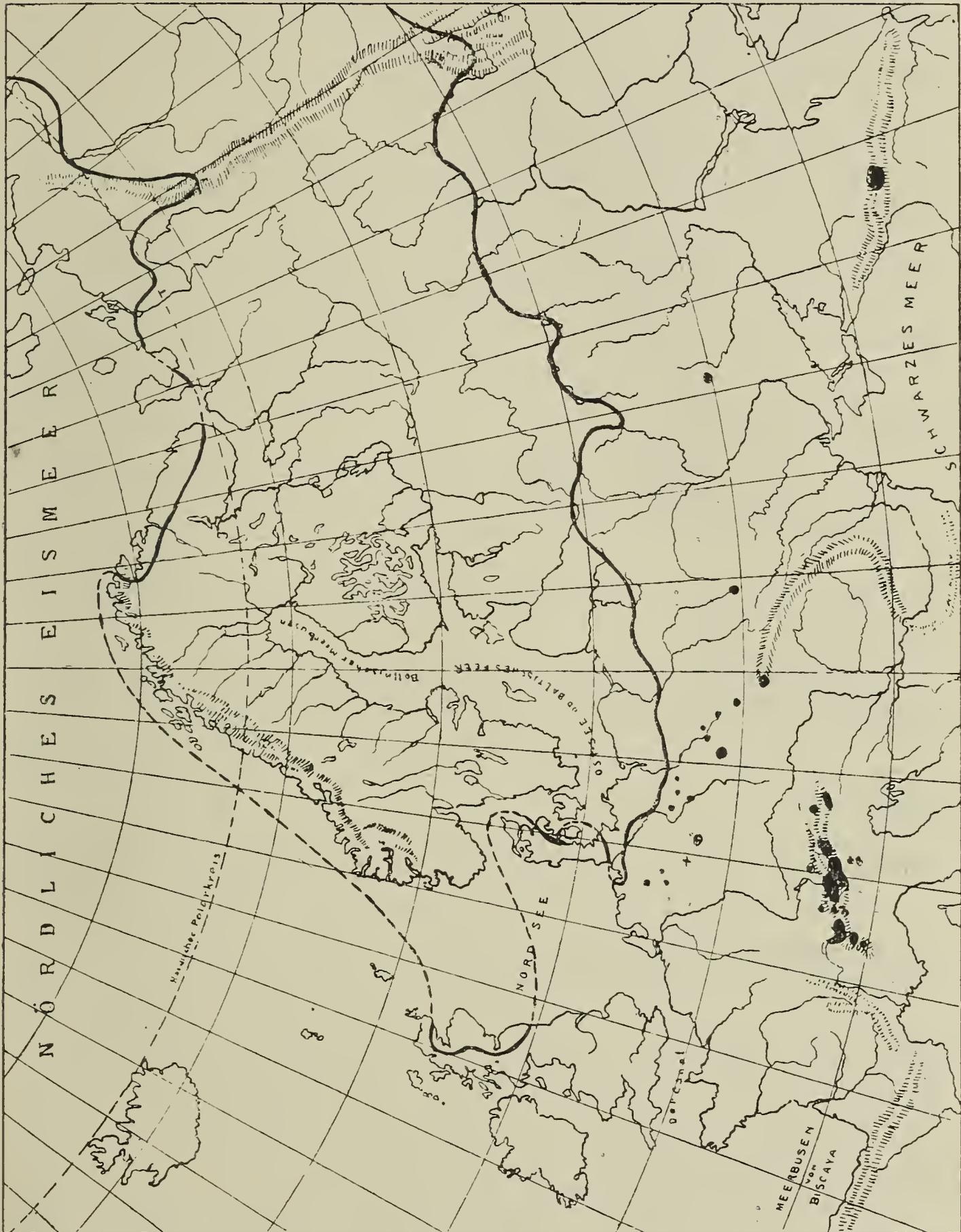


Fig. 1. Verbreitung in Europa.

U f a: Nur im nördlichen Teil bis zur Bjelaja; im Ural auf dem Taganai und Iremel.

O r e n b u r g: Im Ural bis ca. 54° N. B. Südlichstes Vorkommen am Turgojaksee (164, S. 52).

W i a t k a: Wiatka und Nolinsk, nicht sehr verbreitet (113, S. 392).

K a s a n: Nördlicher Teil bis zur Wolga und Kama; Wälder von *Pinus silvestris* oder *Picea excelsa*, im Osten mit *Abies sibirica* (100, S. 367).

K o s t r o m a, N i s h n i i - N o w g o r o d: bis an die Oka und Wolga.

N o w g o r o d, J a r o s s l a w, T w e r, W l a d i m i r (ohne nähere Angaben).

M o s k a u: mehrere Standorte (113, S. 392).

R j ä s a n: bis an die Oka.

K a l u g a: bis an die Shisdra und Oka, Wälder von *Picea excelsa* oder *Pinus silvestris* (175, S. 364).

S t. P e t e r s b u r g: Wälder von *Pinus silvestris* (113, S. 392), auch auf Inseln des Ladogasees, z. B. Konnevits (164, S. 140).

O r e l: nur im Norden (Brjansk), P s k o w, W i t e b s k, S m o l e n s k. E s t l a n d, L i v l a n d, K u r l a n d (Ostseeprovinzen, 113, S. 392), auch auf den Inseln der Ostsee, z. B. Oesel.

K o w n o (113, S. 392), W i l n a, G r o d n o, nur im nördlichen Teil (Bjelostok).

P o l e n: Norden, an der Grenze gegen Preußen: Stawiski, Grabowo, Sejny (168, S. 140).

C h a r k o w: Seltenes, vereinzelt Vorkommen bei zirka 50° N. B.

W o l y n i e n: auch isolierte Standorte bei Wladimir, Wolynsk und Ustilug.

5. **Kaukasus.** Obschon nicht zu Nordeuropa gehörend, mögen diese interessanten Standorte hier ihren Platz finden:

S u b a l p i n e r G e b i r g s w a l d von *Pinus silvestris* und *Picea orientalis* im zentralen Kaukasus zwischen Ebrus und Kasbeck.

S ü d s e i t e: am obern Aragwa: bei Devdorak (48, S. 967) und bei Dartlo am Alassan (217, S. 439) hier mit Kiefer und Birke.

N o r d s e i t e: Quellfluß Tsea des Ardon (202, S. XXI).

6. **Norddeutschland.** Als Bewohner von feuchten Stellen der Kieferwälder, oft sehr reichlich.

O s t p r e u ß e n: Im östlichen Teile noch in Wäldern von Kiefer und Fichte (59, S. 102), im Westen nur noch in Kieferwäldungen (41, S. 87). Fast überall vorkommend und nur gegen Osten seltener werdend (51, S. 354; 210, S. 757).

W e s t p r e u ß e n: Ausschließlich im Kieferwald (1, S. 354, auch auf frischer Nehrung (3, S. 231).

P o s e n: Vereinzelt Standorte an der Grenze gegen Westpreußen bei Witkowo (18, S. 87), Wirsitz, Bromberg, Inowrazlaw (153, S. 672) Meseritz (2, S. 270).

P o m m e r n: hier sehr selten; Standorte auf Usedom, Trepow-Greifenberg (180, S. 118); Lauenburg im Osten (1, S. 355).

B r a n d e n b u r g: Im nördlichen Teile ziemlich häufig (2, S. 270), Wittstock, Havelberg, Neu-Ruppin (229, S. 147), Spandau, Küstrin, Prenzlau, Freienwalde a. O., Driesen, Rathenow (154 S. XLVI), Rheinsberg, Zechlin (134, S. 139). — Im Süden der

Provinz vereinzelte Siedelungen: Dahme, Guben, Wittenberg und Belzig (2, S. 270).

Schlesien: Standorte in Kieferwäldern des Tieflandes Glogau, Rawitsch (182, S. 75), Herrnsstadt, Oppeln (50, S. 95). Ferner in der Knieholzregion (*Pinus pumila*) des Riesengebirges: Kleine Schneegrube, Kleiner Teich (49, S. 195), Ziegenrücken (219, S. 334) und am Isergebirge: Mitteliskamm (49, S. 195).

Mecklenburg: Verschiedene Standorte in den Kieferwäldern des Nordens und Ostens: Rostock (97, S. 120), Güstrow (95, S. 168), Krakow (67, S. 157), Neu-Brandenburg (207, S. 175), Neu-Strelitz (19, S. 253), Fürstenberg (am Petschsee, 96, S. 93), Schwerin (211, S. 55), Dobbertin (203, S. 120), Malchow (19, S. 253).

Schleswig-Holstein: Selten, in den angepflanzten Kieferwäldungen des Südostens: Pinneberg-Lübeck (111, S. 217) Neumünster (45, S. 686), Kückels bei Segeberg, hier unter Buchen (119, S. 75).

Oldenburg und Bremen: Ebenfalls in angepflanzten Kieferwäldungen: Jever, Varel, Cloppenburg, Neuenburg (72, S. 102; 141, S. 106), Ganderkesee (29, S. 123).

Hannover: Stade (4, S. 44), Lüneburgerheide, bei Radbruch (205, S. 132; 143, S. 226), Lingen (92, S. 1174), Fahrenkamp (60, S. 288).

Westfalen: Isoliertes Vorkommen bei Münster, Warendorf (92, S. 1174).

Harz: Auf dem Brocken, am nordöstlichen Abhang im sog. Krater, unterhalb des Schneeloches, in der alpinen Formation (226, S. 109). 1819 aus Tegel hierher versetzt (126, S. 56). Früher auch auf dem Meißner bei Kassel (92, S. 1174).

7. Karpathen. Einziger Standort in den Zentralkarpathen (Hohe Tatra) im subalpinen Fichtenwald des auf der Nordseite gelegenen Poduplaskitals (Weißwassertal), einem Nebenfluß der Bialka, in ca. 1400 m Höhe (5, S. 78; 172, S. 191).

8. Dänemark: äußerst selten, auf Jütland: Salten am Langsee (109 S. 457), unter Buchen; ferner einzelne Kolonien auf Bornholm und Seeland (79, S. 197).

9. Britische Inseln. Subalpine Wälder der Hügel- und Bergregion von Nordengland und Schottland, im östlichen Teil von 56° — 58° N. B.; Kieferwald, selten. Gemeldet aus den Distrikten: Northumberland, Berwick (230, S. 11), Edinburgh (196, S. 402), Perth (197, S. 453), Forfar, Kincardine, Aberdeen, Banff, Morey (230, S. 11), Roß (78, S. 359), Sutherland, nördlichste Standorte (16, S. 186).

Nordgrenze: Die Nordgrenze des zusammenhängenden Areals der *Linnaea* zieht sich in Europa nach der vorliegenden Zusammenstellung vom Kongsfjord über Südvaranger, Kola und längs dem Ponoj an das Weiße Meer. Dort geht sie bis zur Mesenerbucht und Indigabai, längs dem Polarkreis und der Petschora bis zur Kolwa und dann am Fuße des Ural nach Süden bis gegen 65° N. B., wo sie das Gebirge überschreitet.

West- und Südgrenze. In England und Schottland geht die Westgrenze längs der Ostküste von Sutherland bis Northumberland, berührt die jütische Halbinsel an der Ostküste und betritt bei Lübeck das deutsche Gebiet. Die Südwestgrenze wurde hier für *Linnaea* schon vor 15 Jahren von Höck (79, S. 196) festgestellt. Dieselbe hat sich aber durch die reichliche Besiedelung von neu gepflanzten Wäldern im östlichen Deutschland seither nach Osten verschoben und ist jetzt wohl folgendermaßen zu ziehen: Von Lübeck über Jade in einem großen Bogen (Jever, Neuenburg, Bremen) um den Jadebusen herum, dann bei Lüneburg über die Elbe und nach einem Bogen gegen Norden (Schwerin, Malchow, Wittstock) von Havelberg bis gegen Rathenow längs derselben. Hierauf zur Havel, Spree, an die Oder (Küstrin) und über Meseritz, Witkowo südlich der Netze nach Bromberg, etwas südlich nach Inowrazlaw und von hier nordwärts der westpreußischen Grenze (Straßburg, Ortelsburg) entlang gegen Rußland. Hier geht die Südgrenze nach K o e p p e n (93, S. 492 und Karte) über Bielostok, Wilna, Witebsk nach Norden, dann über Smolensk, Shisdra, Briansk, ziemlich weit nach Süden und verläuft entlang den Flüssen Oka (bis Nishnii-Nowgorod), Wolga (bis Kasan), Kama, Bjelaja (bis Ufa) und über den südlichen Ural gegen Schadrinsk.

Südlich von dieser Linie liegen die einzelnen, meist isolierten Standorte in Hannover, Westfalen, Harz, südlichem Brandenburg, Schlesien, Wolynien, Charkow, Karpathen und Kaukasus. Dieselben sind namentlich in Deutschland ziemlich dicht, so daß hier wohl eine Ausdehnung des Areals der *Linnaea* nach Süden und Osten noch stattfinden wird.

B. Alpen.

In den Alpen sind für die Verbreitung zwei Hauptgebiete zu unterscheiden, nämlich eines in den Westalpen, wo die Pflanze namentlich im Wallis häufiger auftritt und ein anderes in den Ostalpen, das seinen Mittelpunkt im Engadin besitzt. Sie bewohnt vorzugsweise die subalpinen Nadelwälder der südlichen Ketten, ohne über die Waldgrenze hinauszugehen, und tritt in den nördlichen Alpen nur selten auf.

I. Westalpen.

In den untern Lagen mit Weißtanne oder Fichte, weiter oben mit Lärche oder Arve.

1. **Cottische Alpen:** Einziger Standort im obern Guiltal (152, S. 45).

2. **Grajische Alpen:** Nördliche und südliche Täler des Gran Paradiso: Soana; Grand Eyvia: Cogne, Silvenoire; St. Marcel; Savara: Valsavaranche (151, S. 118; 150, S. 173 u. 174). Westliche französische Täler, Isèretal: Seitentäler von Tignes, Champagny (170, S. 150); Brides-les-Bains (131, S. 55).

3. **Savoyer Alpen:** Vallée de Bellevaux, Mt. Pétetau, in Weißtannenwald (25, S. 423); Creux de Novel bei ca. 1000 m in Fichten-

wald (10, S. 273). Val du Trient: Tête Noire, Finhaut (47, S. 15; 84, S. 174).

Ehemalige Standorte: Chamounix, Argentière (25, S. 423); Tête Noire, Voiron (10, S. 272).

4. **Walliser Alpen:** Häufigstes Auftreten in den Westalpen. Val de Bagnes (84, S. 174), Val de Nendaz, mit Lärche (13, S. 312); Rhonetal: Unterbäch; Val d'Hémerence, Val d'Hérens, mit Weißtanne oder Lärche; Val d'Anniviers (84, S. 174), Turtmantal; Nikolaital mit Arve (47, S. 15); Saastal mit Fichte oder Lärche (47, S. 15; 84, S. 174).

5. **Berner Alpen:** Lens, am rechten Rhoneufer (14, S. 741); Adelboden: Engstligenalp, auf der nördlichen Seite (32, S. 370).

6. **Tessiner Alpen:** In Fichten- oder Lärchenwäldern: Airolo Pescium, Nante; Oberes Maggiatal, Campo: Cimalmotto (54, S. 108).

7. **Adula Alpen:** St. Peterstal (Glenner): Vals, Zervreila (204, S. 643), Safiental (185, S. 471); Hinterrheintal: Rheinwald, Sufers, Splügen, Rofla (204, S. 643), Schams; Avers: Ferrera, Cannicül (185, S. 471); Rheintal: Flims; Misoxertal: San Bernardino (151, S. 118), Passetti (185, S. 471).

8. **Glarner Alpen:** Vereinzelter Standort am Kleinen Mythen, beim Hacken (165, S. 200).

II. Ostalpen.

Unten mit Fichte, oben mit Lärche oder Arve.

9. **Albula Alpen:** Oberhalbstein: Molins, Salux, Savognin, Tinzen; Albulatal: Schyn, Filisur, Bergün, Albula (185, S. 471), Val d'Err (69, S. 294); Davosertal: Davos, Dischmatal, Sertig, Flüelatal (185, S. 471); Schanfigg: Arosa (185, S. 471); Castiel, Lenzerheide. Prättigau: Fideris (185, S. 471); Bevers; Val Tasna, Samnaun, Fimbartal, ob Ischgl. (89, S. 78).

10. **Bernina Alpen:** Namentlich an Hängen mit N. u. O. Exposition: Bergell: Canto, mit Fichte und Tannen (61, S. 58); Lago di Bitabergo, mit Arve und Lärche; Oberengadin, mit Lärche oder Arve: Maloja, Sils Maria, St. Moritz, Berninatal, Roseggta, Heutal; Unterengadin: Ponte, Zuoz, Scanfs (185, S. 471); Puschlav: Canciano (185, S. 471), Cavagliola, Vale di Gole, Soaser, mit Fichte (27, S. 210).

11. **Ortler Alpen:** Inntal (Unterengadin): Süs, Lavin, Ardez, Fetan, unten Fichte, oben Lärche; Val Plavna (Lärche), Val Scarl mit Arve (89, S. 77); Spöltal, Zernetz, Fichtenwald; Ofental, Arvenwald (28, S. 177); Val d'Assa und Val Torta (89, S. 78); Münstertal: Sta. Maria (185, S. 471); Stilfserjoch. Oberes Veltlin (Adda): Bormio, Stelvio (151, S. 118), Mte. Braulio (134, S. 104); Val Furva: S. Caterina (151, S. 118); Val Camonica: Mte. Gavio, oberhalb Pezzo (169, S. 47), Passo del Tonale (151, S. 118); Vintschgau: Nauders (74, S. 1437), Ultental, Sultnertal (74, S. 395).

12. **Trientiner Alpen:** Mte. Gazza, Mte. Baldo (151, S. 118).

13. **Oetztaler Alpen:** Vintschgau: Matschtal, Laas; Oetztal: Schramkogel, Krahkogel, Stuibenfall; Inntal: Telfs, Zirl, Ladis; Sarntal: Villanders (74, S. 394).

14. **Hohe Tauern:** Arntal: Taufers (74, S. 394); Gasteinertal, Radhausberg (176, S. 187); Katschtal, Kärnten (147, S. 25).

15. **Allgäuer Alpen:** Rappenalptal bei Oberstdorf, mit Fichten (186, S. 786).

16. **Südtiroler Alpen** (Dolomiten): Schlern beim Langkofl (74, S. 395).

3. Verbreitung in Asien.

Über die Verbreitung der *Linnaea borealis* in Asien ist bis jetzt noch wenig bekannt, so daß sich das Areal nur in großen Zügen darstellen läßt. Auch hier bewohnt sie vorzugsweise die subarktischen Nadelwälder, die im Norden zum größten Teil aus *Larix sibirica* bestehen, welche gegen den Süden nacheinander durch *Picea obovata*, *Abies sibirica* und *Pinus silvestris* ersetzt wird. In höhern Lagen gesellt sich dazu *Pinus cembra*; im Osten tritt vom Jenessei an allmählich *Larix dahurica* an Stelle der *Larix sibirica* und an der Ostküste wird *Picea obovata* durch *Picea ajanensis*, *Pinus cembra* durch *Pinus pumila* verdrängt.

1. **Gebiet des Ob:** Obdorsk am nördl. Waldsaum, mit *Larix sibirica* und *Betula* (106, S. 209); Langiorskija Jurti, nördl. von Beresow, mit *Picea obovata*, *Pinus cembra* (103, S. 22); Samarova mit *Abies sibirica* Ledb. und *Pinus silvestris* L. (200, S. 165); Jekaterinenburg im Ural (113, S. 392); Koktscha-Tau: Kiefernwald auf dem Berg Meshennaja (62, S. 90); Altai: Subalpine Bergwälder der nördlichen Vorberge, mit *Larix sibirica*, *Picea obovata* und *Pinus cembra* (94, S. 55; 112, S. 446).

2. **Gebiet des Jenessei:** An der Mündung bei Tolstyj Noß bei 70° 10' (236, S. 67); Krassnojarsk (113, S. 392) und Kansk (161, S. 51); Sajan: Nördliche Vorberge im Gebirgswald aus *Abies sibirica*, *Pinus silvestris*, und weiter oben *Larix sibirica* und *Pinus cembra*, z. B. bei Minussinsk (133, S. 44); Baikalsee: Bergwälder (75, S. 20; 56, S. 13; 218, S. 93; 162, S. 392).

3. **Gebiet der Lena:** An der Mündung bei Kumach-Sur 71° 30' nördlichster asiatischer Standort (236, S. 64); am Olonek, mittlere und untere Lena, mit *Larix sibirica* und *L. dahurica* (216, S. 63), obere Lena: Wilnisk-Jakutzk (113, S. 392).

4. **Tschuktschenhalbinsel und Kamtschatka:** Am Amadyr (161, S. 22); Lütke Hafen an der Laurentius Bucht auf Flechtentundra (104, S. 464); Kamtschatka (200, S. 20).

5. **Gebiet des Amur:** Transbaikalien (113, S. 392; 218, S. 93); Nertschinsk am Schilka (75, S. 20); Chingangebirge, nördlichster Teil, mit *Picea obovata*, *Larix dahurica*, *Pinus pumila* (106, S. 137; 52, S. 359); obere Seja, Zeisk (57, S. 111) und obere Bureja, Alyn (178, S. 48); Amurmündung und Küste des ochotzkischen Meeres mit *Larix dahurica*, *Picea ajanensis*, *Abies sibirica* und stellenweise *Pinus pumila*: Ochotzk (75, S. 20), Udsk, Tungurbusen (214, S. 48), Castries und südlich bis Imperator Bai 49° (135, S. 139).

Korea: ohne Standortsangabe (148, S. 104).

6. **Ostasiatische Inseln:** Sachalin, mit *Picea ajanensis*, *Abies sachalinensis* und *Larix dahurica* (178, S. 143); Kurilen: Shimushu, Etorofu in der Region von *Pinus pumila* (139, S. 238), Jesso: auf Berg Poroshiri (139, S. 238) Inseln des Ochotzkischen Meers: Groß Schantar, Alsaë (214, S. 48).

Nordgrenze: Wenn man die nördlichsten Standorte miteinander verbindet, so ergibt sich eine Nordgrenze, die ziemlich mit der Waldgrenze übereinstimmt (vergl. 40, Nr. 48). Diese Grenze zieht sich vom Ural nordwärts gegen die Mündung des Ob (Obdorsk) und Tas und von hier noch weiter an den unteren Jenessei (70° N.B.). Nachdem sie wieder etwas südlicher zum Chatanga und Olonek zurückgegangen, erreicht sie ihren nördlichsten Punkt an der Lena

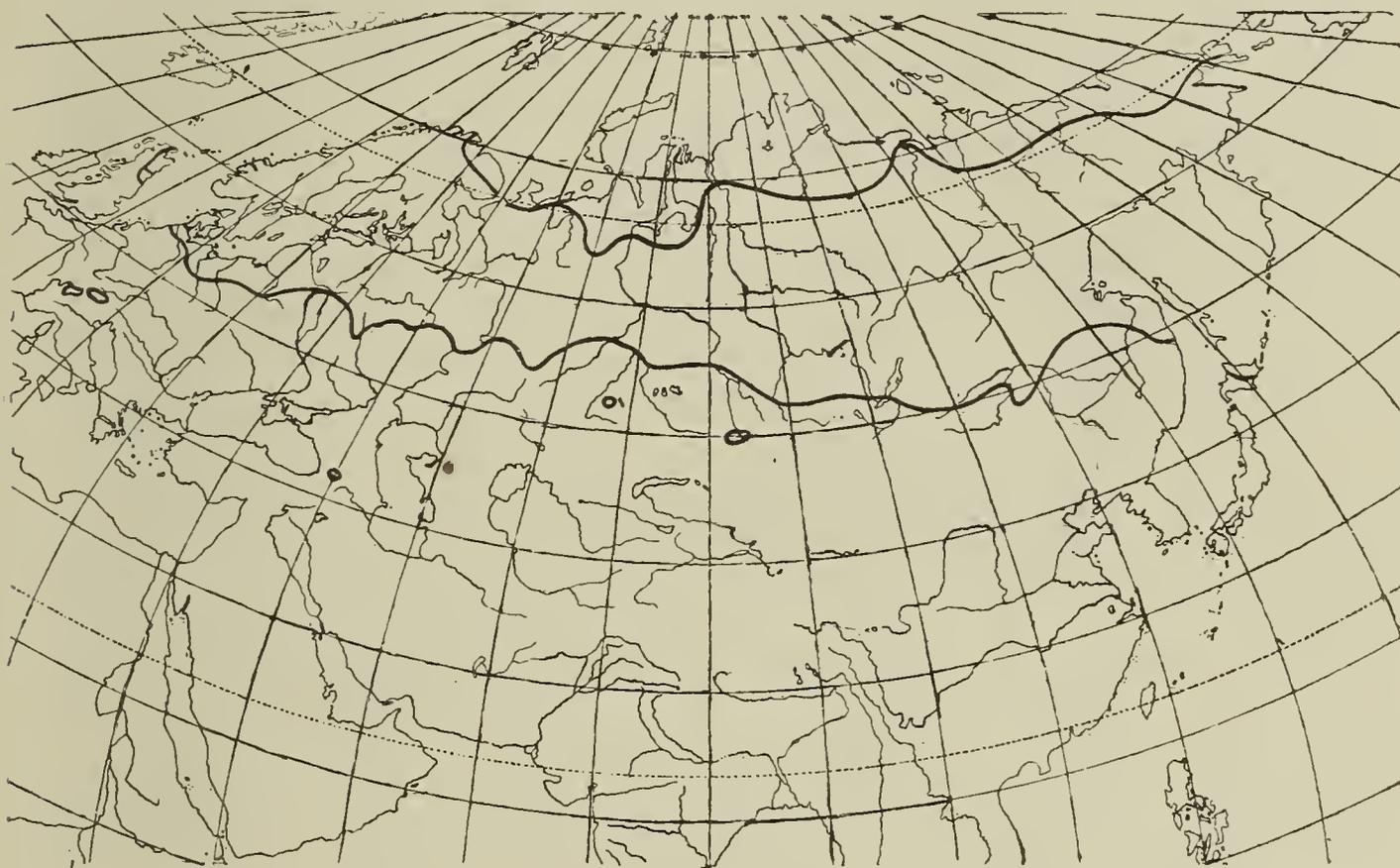


Fig. 2. Verbreitung in Asien.

(71° 30'), bleibt von hier etwas über dem Polarkreis, geht auf der Tschuktschenhalbinsel südlich zum Amadyr und verläuft längs der Ostküste bis zur Lauretius-Bucht.

Südgrenze: Vom südlichen Ural über Schadrinsk, Tjumen, Tobolsk, entlang dem Irtysch an den Ob nach Tomsk; dann zum Jenessei (Minussinsk) und mit den Nordrand des Sajangebirges an den Baikalsee. Vom Baikalsee zur Schilka (Nertschinsk), nachher den nördlichen Teil des Chingangebirges und den Amur überschreitend an die obere Seja, d. h. ins nördliche Amurland, von dort zur Amurmündung an das japanische Meer (Imperator-Bai 49° N. B.) und hinüber auf die japanische Insel Jesso, wo die Pflanze auf dem Poroshiri ihren südlichsten asiatischen Standort besitzt.

Einzelne Standorte südlich dieser Linie sind: auf dem Koktscha-Tau, Vorberge des Altai und auf Korea (?).

4. Verbreitung in Nordamerika.

Die Verbreitung in Nordamerika ist besser bekannt als diejenige in Asien; doch liegen auch hier, wie das bei dem so ausgedehnten Gebiete nicht anders möglich ist, oft nur spärliche Angaben vor. In einem breiten Gürtel neben sich die Nadelwälder über den ganzen nördlichen Teil des Kontinents. Die Zusammensetzung der Wälder ist eine noch verschiedenere als in Asien. Soweit die selben für die *Linnaea* in Betracht kommen, sind sie im Norden von Labrador bis Alaska zum größten Teil aus *Pinus alba* und *Larix americana* zusammengesetzt. Im östlichen Teil des Kontinents werden diese gegen Süden hin durch *Pinus strobus*, *Thuja*

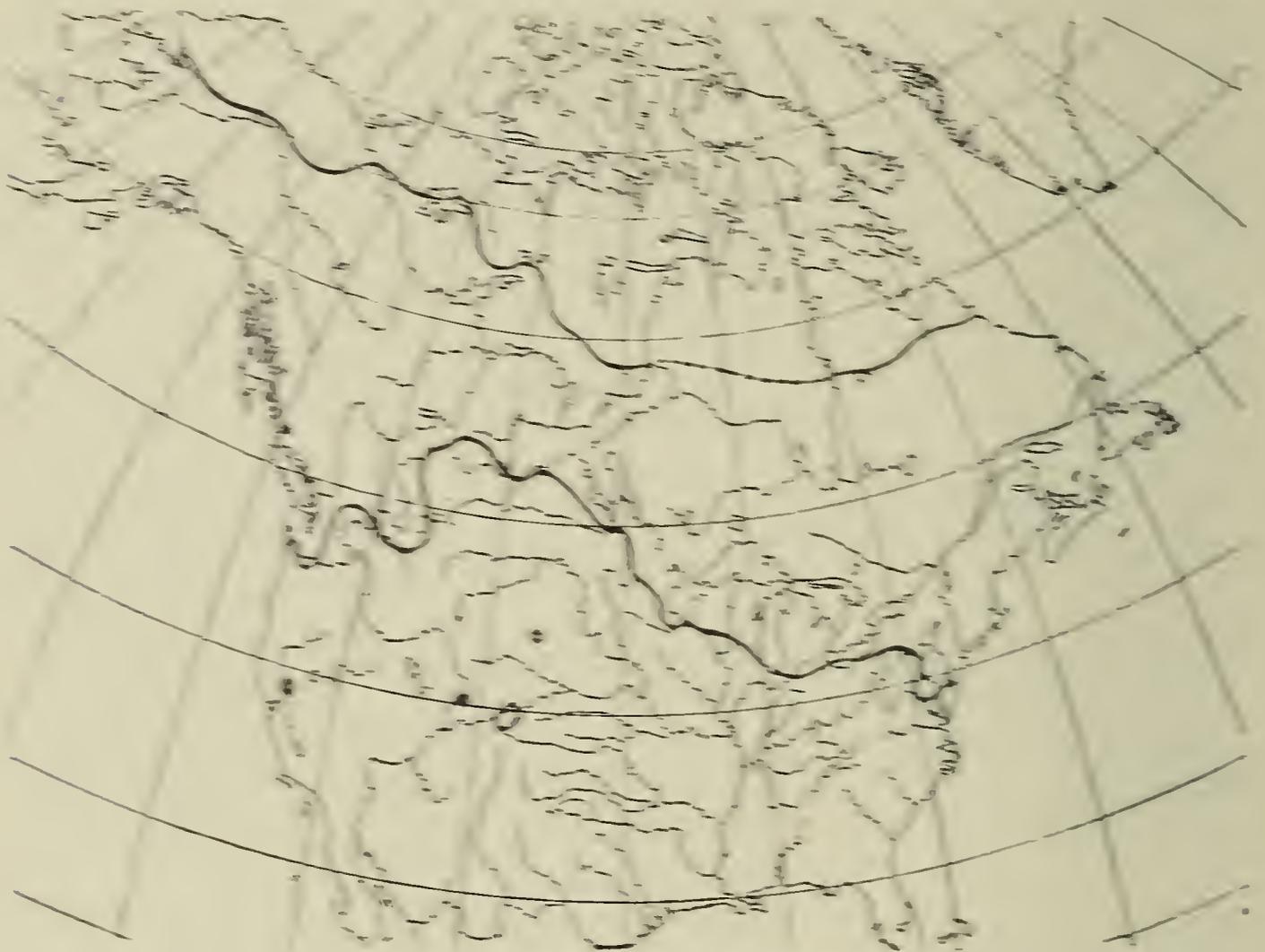


Fig. 3. Verbreitung in Nordamerika.

canadensis und schließlich durch *Abies balsamea* und *Pinus strobus*, *Pinus banksiana*, *Pinus resinosa* ersetzt. An der Westküste hingegen erscheinen *Pseudotsuga Douglasii*, *Thuja Mertensiana*, *Pinus sabiniana*; an Stelle von *Pinus banksiana* und *Abies balsamea* treten *Pinus Murrayana* und *Abies subalpina*, und noch weiter nach Süden erscheinen *Larix occidentalis* und *Abies grandis*. Sehr bemerkenswert ist das Auftreten der *Linnaea borealis* in sumpfigen Wäldern und in Sümpfen (4. S. 13, 231, S. 472).

Der Übergang von Nord nach Süd, sowie von Ost nach West vollzieht sich ganz allmählich, so daß sehr oft gemischte Wälder auftreten und im Felsengebirge, wo die *Linnaea* stark nach Süden vorgeschobene Standorte besitzt, östliche und westliche Nadelholzarten vereint sind.

A. Britisch Nordamerika.

1. **Labrador:** An der Ostküste nördlich bis Nain (57°) ferner bei Hopedale, Pack (227, S. 366); Hamilton Inlet (128, S. 208) mit *Picea alba* und *Larix americana*.

2. **Neu-Fundland:** Sehr verbreitet, namentlich an der Küste, mit *Picea alba*, *P. nigra*, *Abies balsamea* und *Pinus strobus* (227, S. 366; 73, S. 354); auch auf der Insel Miquelen (39, S. 107).

3. **Neu-Schottland und Neu-Braunschweig:** Mit *Picea nigra*, *Tsuga canadensis*, dazu mitunter noch *Picea alba*, *Abies balsamea*, *Pinus strobus* (73, S. 362). Neu-Braunschweig (73, S. 366); Neu-Schottland, u. a. Halbinsel Digby Neck (9, S. 78); Shelburne (36, S. 442).

4. **Canada:** In den meisten Gebieten (130, S. 195), im Osten mit *Picea alba*, *P. nigra* und *Tsuga canadensis*: Quebec, Saguenay River (73, S. 363); im Westen mit *Picea nigra*, *Pinus strobus* und *Pinus resinosa*: Ontario, Muskokasee (111, S. 285), Huronsee (83, S. 285).

5. **Manitoba:** Mit *Picea alba*, *Abies balsamea*, *Pinus Banksiana*. Nördliches Becken des Red River (220, S. 147), Carberry (33, S. 272), Winnipeg (105, S. 384).

6. **Saskatchewan:** Am nördlichen Saskatchewanfluß (75, S. 21).

7. **Kewatin, Athabasca, Mackenzie, Yukon:** Nähere Angaben fehlen, doch scheint sie in den südlichen und westlichen Teilen vorzukommen (83, S. 285).

8. **Alberta:** Felsengebirge: Banff (222, S. 215), Sheep Mts. (236, S. 174).

9. **Columbia** (83, S. 285): Mit *Pseudotsuga Douglasii*, *Tsuga Mertensiana*, *Picea sitchensis*: Kaskadengebirge bis 49° N. B. (105, S. 384); Vancouver (24, S. 235), Insel Sitka (20, S. 144).

B. Vereinigte Staaten.

1. **Neu-England:** Sowohl in tiefen Lagen, mit *Pinus strobus*, *Abies balsamea* und *Picea nigra*, als auch auf den Gebirgen, wo dann *Picea alba* und *Tsuga canadensis* wieder erscheinen (64, S. 13). Nantucket (146, S. 244), Insel Mt. Desert (162, S. 71), Insel Great Duck (163, S. 409), Mt. Catahdin (108, S. 46), Mt. Washington (73, S. 375).

2. **Mittelatlantische Staaten:** Zum größten Teil mit *Pinus strobus*, *Abies balsamea*, *Picea nigra*.

New York: Chemungtal (8, S. 131), Genesee River (15, S. 70), Long Island (24, S. 235), Adirondack Mts., Mt. Tahawus, hier auf der waldlosen Spitze (73, S. 405).

Pennsylvanien: Im westlichen Teil: Pocono Plateau (164, S. 372); am Juniata Fluß im nördl. Alleghany-Gebirge (73, S. 474). New Jersey (64, S. 13) und Maryland, nördl. Teil (30, S. 13).

3. **Binnenstaaten:** Mit *Picea alba*, *Abies balsamea*, *Tsuga canadensis*, *Pinus Banksiana*, *Pinus resinosa*, im Süden *Pinus strobus*.
Indiana: im nördlichen Teile (35, S. 188).

Michigan (231, S. 472): Menomeetal mit *Picea alba* oder *Pinus resinosa* (77, S. 208).

Wisconsin: Westlicher Teil (149, S. 2).

Minnesota: Minnesotal (129, S. 193), am Pokegama- und Itascasee (81, S. 566).

Sü d - D a k o t a: Vereinzelt, weit nach Süden vorgeschobenes Vorkommen auf den Black Hills, mit *Picea alba*, *Tsuga canadensis* (73, S. 240).

M o n t a n a; Auf der westlichen Seite des Felsengebirges mit *Larix occidentalis*, *Pseudotsuga Douglasii*, *Pinus Murrayana*, bis 47° 30' nach Süden gehend: Flatheadtal (232, S. 201), Pack River, Fort Colville am obern Columbiafluß (105, S. 384).

C o l o r a d o: In den Nadelwäldern der Täler des Felsengebirges; ganz isoliertes Vorkommen mit *Pinus Murrayana*, *Abies balsamea*, *Picea nigra*: Mt. Lincoln, ca. 3000 m (156, S. 53), bei Boulder NW. von Denver (23, S. 218); Beaver Creek bei Colorado Springs, südlichster Standort 38° 75' N. B. (236, S. 174).

4. **Pazifische Staaten:** Im Norden mit *Picea alba*, gegen Süden: *Pseudotsuga Douglasii*, *Tsuga Mertensiana*.

A l a s k a: Nördlichster Standort am Kotzebue-Sund, am Rande der Tundra (83, S. 285); Nome City am Norton Sund (42, S. 294); Insel Unalaska (83, S. 285), Chilcatgebirge, auf fjeldähnlicher Hochtundra (105, S. 384).

W a s h i n g t o n: Nur im nördlichsten Teile, Insel Fidalgo (236, S. 173).

I d a h o: Norden, Latah im Felsengebirge (82, S. 229; 75, S. 21).

O r e g o n: Alte Angabe, wohl im Felsengebirge (64, S. 13).

C a l i f o r n i e n: Mit *Tsuga Mertensiana*, *Abies grandis* (64, S. 13; 65, S. 181).

U t a h: Alte Angabe, wohl im Felsengebirge und im Zusammenhange mit dem Vorkommen in Colorado (64, S. 13).

C. Grönland.

Auf der Zwergstrauchheide der Westküste (228, S. 372), Ivigtut 61° 11'; Holstenborg 67° (110, S. 269); Insel Disko: Godhavn (166, T. 44), Tuno, nördlichster Standort 70° (167, S. 180).

Das Areal des zusammenhängenden Vorkommens liegt, soweit es sich auf Grund der vorstehenden Zusammenstellung ermitteln läßt, zwischen den folgenden Grenzen:

Nordgrenze. Über den Verlauf der Nordgrenze ist nur wenig bekannt, so daß dieselbe wohl vorderhand am besten mit der nördlichen Waldgrenze zu vereinigen ist. Dieselbe wäre daher, unter Benützung von D r u d e s Florenkarte von Amerika (40, Nr. 50), wie folgt zu ziehen: Im Westen vom Kotzebue-Sund entlang dem nördlichen Polarkreis, dann längs dem Yukonfluß etwas südwärts

und hinüber an den Mackenziefluß; von hier zum Großen Bärensee, südwärts über den Großen Sklavensee zum Cap Churchill der Hudson Bai (58° N. B.) und auf der Halbinsel Labrador ungefähr mit dem 56. Breitegrad bis nach Nain an der Ostküste. Nördlich von dieser Linie befindet sich einzig das Vorkommen in Grönland.

Südgrenze. Von der Westküste bei 45° geht die Grenze dem Kaskadengebirge und Columbiaflusse entlang etwas nach Norden, dann längs des Felsengebirges in Idaho und Montana bis gegen 47° 50' (Flatheadtal) nach Süden; hierauf wird sie längs des Westrandes des Gebirges und des nördlichen Saskatschewanflusses durch die Steppe weit nach Norden gedrängt, biegt um und geht westlich vom Winnipegosis- und Manitobasee südwärts zum Red River, von diesem an den Minnesotafluß und Michigansee und von dessen Süden über den Eriesee etwas nordwärts, um im nördlichen Alleghany-Gebirge (39°) und an der Westküste bis New Jersey wieder gegen Süden verlaufen.

Südlich von der oben angedeuteten Grenze befinden sich die Standorte der *Linnaea borealis* in der Sierra Nevada (Californien), in den südlichen Felsengebirgen (Colorado und Utah), sowie auf den Black Hills (Süd-Dakota).

Literaturverzeichnis.

1. Abromeit, J., Flora von Ost- und Westpreußen. Berlin 1898.
2. Acherson, P., Flora der Provinz Brandenburg, der Altmark und des Herzogtums Magdeburg. Berlin 1864.
3. Acherson, P. und Graebner, P., Flora des Nordostdeutschen Flachlandes (außer Ostpreußen). 2. Aufl. Berlin 1899.
4. Alpers, F., Verzeichnis der Gefäßpflanzen der Landdrostei Stade. Stade 1875.
5. Ambros, P., Die Standorte einiger seltenen Pflanzenarten in der „hohe Tatra“. (Jahrb. d. Ungar. Karpathen-Ver. Jahrg. II. 1875.)
6. Andersson, G. und Hesselman, H., Vegetation und Flora im Staatsforst „Hamra Kronopark“. (Referat in Bot. Centralbl. Bd. CVII. 1908.)
7. Areschoug, F. W. C., Om de i „Beiträge zur Biologie der Holzgewächse“ använda benämningar för de olika slagen af grenar hos vissa vedertade växter. (Bot. Notiser. 1879.)
8. Arnold, J. S., Notes on the Flora of the Upper Chemung Valley. (Bull. Torr. Bot. Club. XV. 1888.)
9. Bailey, L. W., Notes on the Geology and Botany of Digby Neck. (Proc. and Trans. of the Nova Scot. Inst of Science. Vol. IX. 1898.)
10. Barbey, W., Le *Linnaea borealis* L. appartient-il à la Flore française? (Bull. de la Soc. bot. de France. T. 28. 1881.)
11. Bauhinus, C., Phytopinax seu Enumeratio plantarum ab herbariis nostro seculo descriptarum. Basilea 1596.
12. Bauhinus, C., Prodromus Theatribotanici. Basilea 1620.

13. Beauverd, G., Aperçu sur la florule du Mont-Gelé de Riddes (Valais). (Bull. des trav. de La Murithienne, Soc. Val. des sciences nat. Fasc. XXIII à XXV. 1894—1896. Sion 1897.)
14. Beauverd, G., *Linnaea borealis* L. (Bull. de l'herb. Boiss. Sér. 2. T. III. 1903.)
15. Beckwith, F., and Macaulay, M. E., Plants of Munroe County, New York, an adjacent territory. (Proc. of the Rochester Acad. of Science. Vol. III. 1896.)
16. Bennett, A., *Linnaea borealis* in Sutherland. (Ann. scott. nat. hist. 1894.)
17. Beyer, R., Nordostdeutsche Schulflora. Berlin 1902.
18. Bock, W., Nachtrag zum Pflanzenverzeichnis. (Zeitschr. d. Bot. Abt. d. Naturw. Ver. d. Prov. Posen. Jahrg. III. 1896.)
19. Boll, E., Flora von Mecklenburg. (Archiv d. Ver. d. Freunde d. Naturgesch. in Mecklenburg. Jahrg. XIV. 1860.)
20. Bongard, M., Observations sur la végétation de l'île de Sitcha. (Mém. de l'Acad. Imp. des Sciences de St.-Pétersbourg. Sér. 6. T. II. 1833.)
21. Bonnier, G. et Flahault, Ch., Sur la distribution des végétaux dans la région moyenne de la presqu'île scandinave. (Bull. de la soc. bot. de France. T. 26. 1879.)
22. Brandza, M., Développement des téguments de la graine. (Rev. gén. de Bot. T. III. 1891.)
23. Britton, N. L. and Vail, A. M., An enumeration of the plants collected by M. E. Penard in Colorado during the summer of 1892. (Bull. de l'herb. Boiss. T. III. 1895.)
24. Britton, N. L. and Brown, H. A., An Illustrated Flora of the Northern United States, Canada and British Possessions. Vol. III. New York 1898.
25. Briquet, J., Trois plantes nouvelles pour la flore française. (Bull. de l'herb. Boiss. T. I. 1893.)
26. Briquet, J., Internationale Regeln der Botanischen Nomenclatur. (Verhandl. d. Internat. Botan. Kongresses in Wien. 1905. Jena 1906.)
27. Brockmann-Jerosch, H., Die Flora des Puschlav (Bezirk Bernina, Kanton Graubünden) und ihre Pflanzengesellschaften. Leipzig 1907.
28. Brunies, S. E., Die Flora des Ofengebietes (Südost-Graubünden). (Jahresber. d. Naturf. Ges. Graubündens. Bd. XLVIII. Chur 1906.)
29. Buchenau, F., Flora von Bremen. Bremen 1879.
30. Buxbaum, J. C., Nova plantarum genera. (Comm. Acad. scient. imp. Petrop. T. II. Petropoli 1727.)
31. Caflisch, F., Excursions-Flora für das Südöstliche Deutschland. Augsburg 1881.
32. Christ, H., Das Pflanzenleben der Schweiz. Zürich 1879.
33. Christy, R. M., Notes on the Botany of Manitoba. (Journ. of Bot. XXV. 1887.)
34. Coulter, J. M. and Chamberlain, C. J., Morphology of Angiosperms. London 1904.
35. Coulter, S., Noteworthy Indiana Phanerogams. (Proc. of the Ind. Acad. of Science. Indianapolis 1895.)
36. Cox, G. H., List of Plants collected in and around the Town of Shelburne. (Proc. and Transact. of the Nova Scot. Inst. of Science. Vol. VIII. 1890—94. Halifax 1894.)

37. De Bary, A., Vergleichende Anatomie der Vegetationsorgane der Phanerogamen und Farne. Leipzig 1877.
38. De Candolle, A. P., Prodrômus Systematis naturalis regni vegetabilis. Pars IV. Parisiis 1830.
39. Delamare, E., Renauld, F., et Cardot, J., Flora Miqueloniensis. (Ann. de la Soc. Bot. de Lyon. 1887; Ref. in Bot. Jahresber. Jahrg. 17. Abt. 2. 1889.)
40. Drude, O., Atlas der Pflanzenverbreitung. (Berghaus H., Physikalischer Atlas. Abt. V. 2. Aufl. Gotha 1887.)
41. Drude, O., Mitteilungen über botanische Reisen 1899 und 1903 in Ostpreußen. (Abh. d. Naturw. Gesellsch. Isis. Dresden 1903.)
42. Eastwood, A., A descriptive list of the plants collected by Dr. F. E. Blaisdell at Nome City, Alaska. (Bot. Gaz. XXXIII. 1902.)
43. Edgeworth, M. P., Pollen. London 1877.
44. Eichler, A. W., Blütendiagramme. T. 1. Leipzig 1875.
45. Fack, M. W., Im mittleren Holstein beobachtete Pflanzen. (Schriften d. Naturw. Ver. f. Schleswig-Holstein. Bd. VI. Heft 1. 1885.)
46. Familler, J., Biogenetische Untersuchungen über verkümmerte oder umgebildete Sexualorgane. (Flora. Bd. 82. 1896.)
47. Fauconnet, Ch., Notice sur quelques plantes intéressantes du Valais. (Bull. des trav. d. l. soc. Murith. Fasc. V et VI. Aigle 1875 et 1876.)
48. Fedtschenko, O. et B., Matériaux pour la flore du Caucase. (Bull. de l'herb. Boiss. Sér. 2. T. I. 1901.)
49. Fiek, E., Flora von Schlesien. Breslau 1881.
50. Fiek, E. u. Schube, Th., Ergebnisse der Durchforschung der schlesischen Phanerogamenflora im Jahre 1895. (73. Jahresber. d. Schles. Ges. f. Vaterl. Kultur. Abt. II. 1895.)
51. Fischer, H., Der Pericykel in den freien Stengelorganen. (Jahrb. f. wissensch. Bot. Bd. 35. 1900.)
52. Forbes, F. B. and Hemsley, W. B., Index florae Sinensis. Part. I. (Journ. of the Linn. soc. London. Bot. Vol. XXIII. 1886—87.)
53. Forbes, J., Hortus Woburnensis. London 1838.
54. Franzoni, A., Le piante fanerogame della Svizzera insubrica. (Neue Denkschr. d. Schweiz. Naturf. Gesellsch. Bd. XXX. T. 2. 1890.)
55. Freidenfeldt, T., Studien über die Wurzeln krautiger Pflanzen. I. Über die Formbildung der Wurzel vom biologischen Gesichtspunkte. (Flora. Bd. 91. Erg. bd. 1902.)
56. Freyn, J., Plantae Karoanae. (Oesterr. Bot. Zeitschr. Jahrg. XL. 1890.)
57. Freyn, J., Plantae Karoanae amuricae et zeaënsis. (Oesterr. Bot. Zeitschr. Jahrg. LII. 1902.)
58. Fritsch, K., Die Gattungen der Caprifoliaceen. (Verh. d. k. k. zool.-bot. Ges. in Wien. Bd. XLII. 1893.)
59. Führer, G., Forschungsergebnisse aus dem Kreise Heydekrug. (Schrift. d. physik.-ökon. Gesellsch. zu Königsberg. Jahrg. 43. 1902.)
60. Garcke, A., Illustrierte Flora von Deutschland. 19. Aufl. Leipzig 1903.
61. Geiger, E., Das Bergell. Forstbotanische Monographie. (Jahresber. d. Naturf. Ges. Graubündens. Bd. XLV. Chur 1902.)
62. Gordjagin, A., Über die Wälder am Koktsche-tau. (Schriften d. Westsibir. Abteil. der K. Russ. Geogr. Ges. 1897; Ref. in Bot. Centralbl. Bd. 75. 1898.)

63. Gray, A., Remarks concerning the Flora of North-America: *Linnaea borealis*. (Bot. Gaz. VII. 1882.)
64. Gray, A., Synoptical Flora of the North America: The Gamopetalae. New York 1886.
65. Greene, E. L., Flora Franciscana. P. III. San Francisco 1892; Ref. in Bot. Jahresber. Jahrg. 21. Abt. 2. 1893.)
66. Graebner, P., Die Gattung *Linnaea* (einschließlich *Abelia*). (Bot. Jahrb. Bd. 29. 1901.)
67. Griewank, G., Kritische Bemerkungen über einige seltene Pflanzen Mecklenburgs. (Arch. d. Ver. d. Freunde d. Naturgesch. in Mecklenburg. Jahrg. 36. 1882.)
68. Gris, A., Mémoire sur la moelle des plantes ligneuses. (Nouv. Arch. du Muséum d'hist. nat. T. VI. 1870.)
69. Grisch, A., Beiträge zur Kenntnis der pflanzengeographischen Verhältnisse der Berggipfelstöcke. Beihefte z. Bot. Centralbl. Abt. II. Bd. XXII. 1907.)
70. Grüner, S. A., Esquisse d'une flore de la partie nord du district de Tscherdyne, gouv. de Perm. (Bull. de la Soc. Ouralienne d'Amateurs des scienc. nat. T. XXV. 1905; Referat in Bot. Jahresber. Jahrg. 34. Abt. 3. 1906.)
71. Guignard, L., Recherches sur le sac embryonnaire de Phanérogames Angiospermes. (Annal. des scienc. nat. Bot. Sér. VI. T. XIII. 1882.)
72. Hagen, K., Phanerogamen-Flora des Herzogthums Oldenburg. (Abh., herausgeg. v. naturw. Ver. zu Bremen. Bd. II. 1871.)
73. Harshberger, J. W., Phytogeographic Survey of North America. (A. Engler u. O. Drude, Die Vegetation der Erde. XIII.) Leipzig und New York 1911.
74. Hausmann, F. von, Flora von Tirol. Heft 1. 1851. Heft 2. 1854.
75. Herder, F. von, Plantae Raddeana Monopetalae. (Die Monopetalen Ostsibiriens. Bd. III. H. 1. Moskau 1864.)
76. Hildebrand, F., Die Verbreitungsmittel der Pflanzen. Leipzig 1873.
77. Hill, E. J., The Menominee Iron Region and its Flora. (Bot. Gaz. X. 1885.)
78. Hillhouse, M., The disappearance of british plants. (Journ. of Bot. Vol. XXVII. 1889.)
79. Höck, F., Studien über die geographische Verbreitung der Waldpflanzen Brandenburgs. II. (Abh. d. Bot. Ver. d. Prov. Brandenburg. Jahrg. 38. 1896.)
80. Hofmeister, W., Neue Beobachtungen über Embryobildung der Phanerogamen. (Jahrb. f. wissensch. Bot. Bd. 1. 1858.)
81. Holzinger, J. M., Determinations of plants collected by Dr. J. H. Sandberg in Northern Minnesota, during 1891. (Minnesota Botanical Studies. Vol. I. 1894—98.)
82. Holzinger, J. M., Report on a collection of plants made by J. H. Sandberg and assistants in Northern Idaho, in the year 1892. (Contrib. from the U. S. Nat. Herb. Vol. III. No. 4. W. 1895.)
83. Hooker, W. J., Flora Boreali-Americana or Botany of the northern parts of British America. Vol. I. London 1840.
84. Jaccard, H., Catalogue de la Flore Valaisanne. (Nouv. Mém. de la Soc. helv. des scienc. nat. T. XXXIV. 1895.)

85. Jussieu, A. L. de, *Genera plantarum secundum ordines naturales disposita*. Paris 1789.
86. Ivanitzky, N. St., Über die Flora des Gouvernements Wologda. (Bot. Jahrbücher. Bd. 3. 1882.)
87. Kalmuß, F., Botanische Streifzüge auf der frischen Nehrung von Neukrug bis Pöbbernau. (Schrift. d. Naturf. Gesellsch. in Danzig. N. F. Bd. VII. Heft 2. 1889.)
88. Kerner, A., Die Früchte der *Linnaea borealis* L. (Oest. bot. Zeitschr. Jahrg. XXII. 1872.)
89. Killias, E., Die Flora des Unterengadins. Ein Beitrag zur Kenntnis des Unterengadins. (Beilage zum XXXI. Jahresber. d. Naturf. Gesellsch. Graubündens. Chur 1888.)
90. Knabe, C. A., Pflanzenphysiognomische Skizzen aus dem südwestlichen Finnland. (Allg. bot. Zeitschr. 1896.)
91. Knuth, P., Handbuch der Blütenbiologie. Bd. II. Teil 1. Leipzig 1898.
92. Koch, W. D. J., Synopsis der Deutschen und Schweizer Flora. 3. Aufl. Bd. 2. Leipzig 1902.)
93. Köppen, F. Th., Geographische Verbreitung der Holzgewächse des europäischen Rußlands und des Kaukasus. T. I. Petersburg 1888.
94. Kraßnoff, A., Vorläufiger Bericht über die Expedition in den Altai. (Arbeit. d. St. Petersburg. Gesellsch. d. Naturf. XIV. Heft 1. 1888; Referat in Bot. Jahrbücher. Bd. 9. Literaturber. 1888.)
95. Krause, E. H. L., Nachtrag zu Simonis Flora von Güstrow. (Arch. d. Ver. d. Freunde d. Naturgesch. in Mecklenburg Jahrg. 37. 1883.)
96. Krause, E. H. L., Botanische Mitteilungen. (Arch. d. Ver. d. Freunde d. Naturgesch. in Mecklenburg. Jahrg. 40. 1886.)
97. Krause, K. E. H., Zur Flora von Rostock. (Arch. d. Ver. der Freunde d. Naturgesch. in Mecklenburg. Jahrg. 36. 1882.)
98. Kriloff, P., Vorläufiger Bericht über eine botanische Exkursion nach dem Gouvernement Perm im Jahre 1875. (Arb. d. Naturforschergesellsch. a. d. Univ. zu Kasan. Bd. V. Heft 4. 1876. Referat in Bot. Jahresber. Jahrg. 4. Abt. 2. 1876.)
99. Kriloff, P., Material zur Flora des Gouvernements Perm. (Arb. der Naturforschergesellsch. a. d. Univ. zu Kasan. Bd. VI. Heft 6. 1878; Ref. in Bot. Jahresber. Jahrg. 6. Abt. 2. 1878.)
100. Kriloff, P., Vorläufiger Bericht über die botanisch-geographischen Untersuchungen des Gouvernements Kasan im Jahre 1881. (Beilage zu d. Protok. d. Sitz. d. Naturforschergesellsch. a. d. Univ. Kasan. Nr. 61. 1882; Ref. in Bot. Jahresber. Jahrg. 11. Abt. 2. 1883.)
101. Kuntze, O., *Revisio generum plantarum*. Bd. II. Leipzig 1891.
102. Kuntze, O., *Linnaea* or *Obolaria*? (Journ. of Bot. XXXII. 1894.)
103. Kurtz, F., Aufzählung der von K. Graf von Waldburg-Zeil im Jahre 1876 in Westsibirien gesammelten Pflanzen. (Abh. d. Bot. Ver. d. Prov. Brandenburg. Jahrg. 21. 1879.)
104. Kurtz, F., Die Flora der Tschuktschenhalbinsel. (Bot. Jahrb. Bd. 19. 1895.)
105. Kurtz, F., Die Flora des Chilcatgebietes im südöstlichen Alaska. (Bot. Jahrb. Bd. 19. 1895.)
106. Kusnezow, N., Botanische Ergebnisse der Expedition D. Putjatas nach dem Chingangebirge. (Ref. in Bot. Jahresber. Jahrg. 21. Abt. 2. 1893.)

107. Kylling, P., *Plantae quaedam domesticae et rariae et unguentum.* (Acta med. et philosoph. Hafniensia P. II. Hafniae 1673.)
108. Lamson-Scribner, F., *Mt. Kataadn and its flora.* (Bot. Gaz. XVII. 1892.)
109. Lange, J., *Haandbog i den Danske Flora.* 3. Upl. Kjobenhavn 1864.
110. Lange, J., *Tillaeg til Fanerogamerne og Karsporeplanterne. Conspectus Florae Groenlandicae. Pars secunda.* (Meddel. om Grönland. Tredie Heft. Kjöbenhavn 1887.)
111. Lawson, G., *The A. A. U. S. Botanical Club's Trip to the Lake of Muskoka, Ontario.* (Bull. of the Torr. Bot. Club. XVI. 1889.)
112. Ledebour, C. F. a., *Flora Altaica.* T. II. Berol. 1830.
113. Ledebour, C. F. a., *Flora Rossica.* Vol. II. Stuttgart 1844—46.
114. Levell, J. H., *The visitors of the Caprifoliaceae.* (Americ. Natural XXXIV. 1900. Ref. in Bot. Jahresber. Jahrg. 29. Abt. 2. 1901.)
115. Lewitzky, G., *Über die Chondriosomen in pflanzlichen Zellen.* (Ber. d. deutschen bot. Ges. Jahrg. 28. 1910.)
116. Linnaeus, C., *Hortus Cliffortianus.* Amstelaedami 1737.
117. Linnaeus, C., *Flora Lapponica.* Amstelaedami 1737.
118. Linnaeus, C., *Genera plantarum.* Amstelaedami 1737.
119. Linnaeus, C., *Öländska och Gothländska Resa.* Lugduni Batavorum 1745.
120. Linnaeus, C., *Flora Suecica.* Lugduni Batavorum 1745.
121. Linnaeus, C., *Amoenitates Academiae.* Vol. II. Holmiae 1751.
122. Linnaeus, C., *Species plantarum.* T. II. Holmiae 1753.
123. Linnaeus, C., *Genera plantarum.* Editio V. Holmiae 1754.
124. Linnaeus, C., *Flora Suecica.* Ed. II. Holmiae 1755.
125. Linsbauer, L., *Beiträge zur vergleichenden Anatomie der Caprifoliaceen.* (Verh. d. k. k. zool.-bot. Gesellsch. in Wien. Bd. XLV. 1895.)
126. Löske, L., *Über das Vorkommen der *Linnaea borealis* am Brocken.* (Verh. d. Bot. Ver. der Prov. Brandenburg. Jahrg. 45. 1903.)
127. Lundegård, H., *Ein Beitrag zur Kritik zweier Vererbungshypothesen. Über Protoplasmastrukturen in den Wurzelmeristemzellen von *Vicia Faba*.* (Jahrb. f. wissenschaftl. Bot. Bd. 48. 1910.)
128. Mac Kay, A. H., *Labrador Plants.* (Proc. and Transact. of the Nova Scot. Inst. of Science. Vol. X. 1903.)
129. Mac Millan, C., *The Metaspermæ of the Minnesota Valley.* Minneapolis 1893; (Ref. in Bot. Jahresber. Jahrg. 21. Abt. 2. 1893.)
130. Macoun, J., *Catalogue of Canadian Plants.* II. Montreal 1881—1892.
131. Magnin, A., *Nouvelle localité du *Linnaea borealis*.* Arch. de la Flore jurassienne V. Besançon 1904.
132. Magnus, P., *Über Blütenanomalien von *Linnaea borealis* Gron.* (Verh. d. bot. Ver. d. Prov. Brandenburg. Jahrg. 22. 1880.)
133. Martjanow, N., *Materialien zur Flora des Minussinskischen Landes.* (Arb. d. Naturforscherges. a. d. K. Universität Kasan. Bd. XI. H. 3. 1882; Referat in Bot. Jahrb. Bd. 9. Literaturber. 1888.)
134. Massara, G. F., *Prodromo della Flora Valtellinese.* Sondrio 1834.
135. Maximowicz, C. J., *Primitiae Florae Amurensis. Versuch einer Flora des Amurlandes.* (Mém. prés. à l'Acad. Imp. d. Scienc. de St.-Pétersbourg par div. savants. T. IX. et dernier. St.-Pétersbourg 1859.)

136. Met sch, A., Beiträge zur Kenntnis der Flora des südlichen Ural. (Arb. d. Naturforscherges. a. d. K. Universität Kasan. Bd. 1896; Ref. in Bot. Jahresber. Jahrg. 24. Abt. 2. 1896.)
137. Meyer, E., Über einige Mißbildungen und normale Eigentümlichkeiten der *Linnaea borealis*. (Botan. Zeitg. Jahrg. 2. 1844.)
138. Michael, P. O., Vergleichende Untersuchungen über den Bau des Holzes der *Compositen*, *Caprifoliaceen* und *Rubiaceen*. (Dissert.) Leipzig 1885.
139. Miyabe, K., The Flora of the Kurile Islands. (Mem. of the Boston Soc. of nat. hist. Vol. IV. 1890.)
140. Morot, L., Recherches sur le péricycle ou couche périphérique du cylindre central chez les Phanérogames. (Ann. des sciences nat. Bot. Sér. 6. T. XX. 1885.)
141. Müller, F., Beiträge zur oldenburgischen Flora. (Abh., herausgeg. v. naturwiss. Ver. zu Bremen. Bd. IX. H. 2. 1885.)
142. Müller, H., Alpenblumen, ihre Befruchtung durch Insekten und ihre Anpassung an dieselben. Leipzig 1881.
143. Nöldeke, C., Flora des Fürstentums Lüneburg, des Herzogtums Lauenburg und der freien Stadt Hamburg. Celle 1890.
144. Nordstedt, O., Om nagra af svenska florans novitier. (Bot. Notiser. 1880.)
145. Olbers, A., Bidrag till kännedom om fruktväggens byggnad. [Beiträge zur Kenntnis des Baues der Fruchtwand.] (Öfversigt af Kongl. Vetenskaps-Akadem. Förhandl. Arg. 42, Nr. 5. 1885.)
146. Owen, M. L., Plants of Nantucket. (Bull. of the Torr. Bot. Club. XV. 1888.)
147. Pacher, D., Aufzählung der in Kärnten wildwachsenden Gefäßpflanzen. (Jahrb. d. naturhist. Landesmuseums v. Kärnten. H. 16. Klagenfurt 1884.)
148. Palibin, J., Conspectus florae Koreae. Pars V. (Acta horti Petropolitani. T. XVII. Fasc. 1. 1899.)
149. Pam mel, Woody plants of Western Wisconsin. (Proc. of the Jowa Acad. of Scienc. Vol. I. Pt. 2. 1892.)
150. Pampanini, R., Essai sur la géographie botaniques des Alpes et en particulier des Alpes Sud-Orientales. (Mém. de la Soc. fribourg. des Scienc. Nat. Geol. et Geogr. T. III. Fasc. 1. 1903.)
151. Parlatore, F., Flora italiana, continuata da T. Caruel. Vol. VI. Firenze 1884—1886.
152. Petitmangin, M., Note sur quelques nouveautés de la flore française. (Le Monde des plantes. Année VI. 1904. Nr. 30.)
153. Pfuhl, F., Die bisher in der Provinz Posen nachgewiesenen Gefäßpflanzen. (Zeitschr. d. Bot. Abt. d. Naturw. Ver. d. Prov. Posen. Jahrg. III. 1896.)
154. Plöttner, T., Verzeichnis von Fundorten einiger seltenerer oder weniger verbreiteter Gefäßpflanzen der Umgebung von Rathenow. (Verhandl. d. Bot. Ver. d. Prov. Brandenburg. Jahrg. 40. 1898.)
155. Poppius, B. R., Blombiologiska jakttagelser. (Acta soc. pro fauna et flora fennica. XXV. 1903. Nr. 1.)
156. Porter, Th. C., and Coulter, J. M., Synopsis of the Flora of Colorado. Washington 1874.
157. Porter, Th. C., Flora of the Pocono Plateau. (Rhodora. I. 1899; Ref. in Bot. Jahresber. Jahrg. 27. Abt. 1. 1899.)

158. Praetorius, J., Beiträge zur Flora von Konitz. (Schrift. d. physik.-ökonom. Gesellsch. z. Königsberg. Jahrg. XV. 1874.)
159. Praetorius, J., Neue oder seltene Funde der Konitzer Flora. (Schrift. d. physik.-ökonom. Gesellsch. Königsberg. Jahrg. XIX. 1878.)
160. Prah1, P., Flora der Provinz Schleswig-Holstein und des angrenzenden Gebietes der Hansestädte Hamburg und Lübeck und des Fürstentums Lübeck. 3. Aufl. Kiel 1903.
161. Prein, J., Catalogus plantarum in gubernii Enisseyensis nonnullis locis collectarum. St. Petersburg 1884. (Ref. in Bot. Jahrb. Bd. 9. Literaturber. 1884.)
162. Rand, E. J. and Redfield, J. H., Flora of Mount Desert Island, Maine. Cambridge 1894. (Ref. in Bot. Jahresber. Jahrg. 22. Abt. 2. 1894.)
163. Redfield, J. H., Insular Vegetation. (Bull. of the Torrey. Bot. Club. XX. 1893.)
164. Regel, E., Das Kloster und die Inseln Walam. (Gartenflora. Jahrg. 28. 1879.)
165. Rhyner, J., Abrisse zur Tabellarischen Flora der Schweizer Kantone. Schwyz 1868.
166. Rikli, M., Vegetationsbilder aus Dänisch-Westgrönland. (Veg. bilder v. G. Karsten und K. Schenk. Reihe 7. H. 8. Leipzig 1910.)
167. Rikli, M. und Heim, A., Sommerfahrten in Grönland. Frauenfeld 1911.
168. Rostafinski, J., Florae Polonicae Prodrum. Übersicht der bis jetzt im Königreich Polen beobachteten Phanerogamen. (Verh. d. k. k. zool.-bot. Gesellsch. Wien. Bd. XXII. 1872.)
169. Rota, L., Prospetto della flora della provincia di Bergamo. Bergamo 1853.
170. Rouy, G., Deux localités françaises nouvelles pour le *Linnaea borealis* L. (Rev. de bot. syst. et de géogr. bot. 1904. Nr. 21, II.)
171. Saelan, Th., Kihlmann, A. O., Hjelt, H., Enummeratio plantarum musei Fennici. I. Plantae vasculares. Ed. II. Helsingforsiae 1889.
172. Sagnorski, E., und Schneider, G., Flora der Centralkarpathen (mit specieller Berücksichtigung der Hohen Tatra). II. Leipzig 1891.
173. Sandmann, J. A., Nagra ord om vegetationen pa Ounastunturi. (Vitensk. Meddel. geogr. förenig. Finland. 1892—93; Referat in Bot. Jahresber. Jahrg. 20. Abt. 2. 1892.)
174. Sanio, C., Vergleichende Untersuchungen über den Bau und die Entwicklung des Korkes. (Jahrb. für wissensch. Bot. Bd. 2. 1860.)
175. Sanizky, P. P., Umriß der Flora des Gouvernements Kaluga. (Arb. d. Petersburg. Gesellsch. d. Naturforsch. Bd. XIV. Heft 2. 1884; Ref. in Bot. Jahresber. Jahrg. 12. Abt. 2. 1884.)
176. Sauter, E. A., Flora der Gefäßpflanzen des Herzogtums Salzburg. 2. Aufl. Salzburg 1879.
177. Schiller, J., Beiträge zur Entwicklungsgeschichte und Physiologie des pflanzlichen Zellkerns. (Jahrb. f. wissensch. Bot. Bd. 49. 1911.)
178. Schmidt, F., Reisen im Amurlande und auf der Insel Sachalin. (Mém. de l'Acad. imp. St. Pétersbourg. Sér. VII. T. XII. 1868.)
179. Schmidt, J. J. H., Beitrag zu einem Standortsverzeichnis der Phanerogamen des südöstlichen Holsteins. (Schrift. d. Naturw. Ver. f. Schleswig-Holstein. Bd. III. H. 1. 1878.)
180. Schmidt, L. E., Flora von Pommern und Rügen. Stettin 1840.

181. Schrenk, A. G., Reise nach dem Nordosten des europäischen Rußlands, durch die Tundren der Samojeden, zum Arktischen Uralgebirge. T. 2. Dorpat 1854.
182. Schube, Th., Einige Funde aus dem Süden der Provinz. (Zeitschr. d. Bot. Abt. d. Naturw. Ver. d. Prov. Posen. Jahrg. II. 1895.)
183. Schübeler, F. C., Die Pflanzenwelt Norwegens. Christiania 1873—75.
184. Schulz, R., Zur Flora der Provinz Brandenburg. (Abh. d. Bot. Ver. d. Prov. Brandenburg. Jahrg. 44. 1902.)
185. Seiler, J., Bearbeitung der Brüggerschen Materialien zur Bündnerflora. (Jahresber. d. Naturf. Gesellsch. Graubündens. Bd. LI. Chur. 1909.)
186. Sendtner, O., Die Vegetationsverhältnisse Südbayerns. München 1854.
187. Sernander, R., Studier öfver skottbyggnaden hos *Linnaea borealis* L. (Bot. Not. 1891.)
188. Sernander, R., Studien über den Sproßaufbau von *Linnaea borealis* L. (Bot. Centralbl. Bd. 61. 1895.)
189. Sernander, R., Den skandinaviska vegetationens spridningsbiologi. Zur Verbreitungsbiologie der skandinavischen Pflanzenwelt. Upsala 1901.
190. Seuffert, J. M., Vegetation und Landeskultur in Norwegen. (Hamburger Gart.- u. Blumenzeitg. XXXV. 1879.)
191. Siegesbeck, J. G., Primitiae florum Petropolitanae. Rigae 1736.
192. Silén, F., Blombiologiska iakttagelser i Kittilä Lappmark. (Meddel. af Soc. pro Fauna et Flora Fennica. h. 31. 1906.)
193. Silén, F., Blombiologiska iakttagelser i södra Finland. (Meddel. af Soc. pro Fauna et Flora Fenn. h. 32. 1906.)
194. Silén, F., Blombiologiska iakttagelser i södra Finland. II. (Meddel. af Soc. pro Fauna et Flora Fenn. h. 35. 1908.)
195. Simons, H. G., Floran och vegetationen i Kiruna. Stockholm 1910.
196. Smith, R., Botanical Survey of Scotland. I: Edinburgh District. (The Scott. Geogr. Magaz. Vol. XVI. 1900.)
197. Smith, R., Botanical Survey of Scotland. II: North Perthshire District. (The Scott. Geogr. Magaz. Vol. XVI. 1900.)
198. Solereder, H., Über den systematischen Wert der Holzstruktur bei den Dicotyledonen. München 1885.
199. Solereder, H., Systematische Anatomie der Dicotyledonen. Stuttgart 1899.
200. Sommier, S., Un'estate in Siberia. Firenze 1885. (Ref. in Bot. Jahresber. Jahrg. 14. Abt. 2. 1886.)
201. Sommier, S., Risultati botanici di un viaggio all' Ob inferiore. P. I. (Nuovo giorn. bot. ital.; Ref. in Bot. Jahresber. Jahrg. 20. Abt. 2. 1892.)
202. Sommier, S. et Levier, E., Enumeratio plantarum anno 1890 in Caucaso lectarum. Petropoli et Florentiae 1900.
203. Stehlmann, Kleinere Beobachtungen bei Dobbertin. (Arch. d. Ver. d. Freunde d. Naturgesch. in Mecklenburg. LVI. 1902.)
204. Steiger, E., Beiträge zur Kenntnis der Flora der Adulagebirgsgruppe. (Verh. d. Naturf. Gesellsch. Basel. Bd. XVIII. 1906.)
205. Steinvorth, H., Botanische Anmerkungen. (Jahresh. d. naturw. Ver. f. d. Fürstent. Lüneburg. IX. 1884.)
206. Stenroos, K. E., Flora des Kirchspiels Nurmijärvi. (Acta soc. pro fauna et flora Fennica. Vol. IX. Nr. 11. 1894.)

207. **Steusloff**, U., Zur Flora von Neubrandenburg und Umgebung. (Arch. d. Ver. d. Freunde d. Naturgesch. in Mecklenburg. Jahrg. LV. 1901.)
208. **Strasburger**, E., Über Befruchtung und Zellteilung. Jena 1878.
209. **Theorin**, P. G. E., Undersökning of nagra växtarters Trichomer. (Arkiv för Bot. Bd. 6. 1906. Nr. 6.)
210. **Thienemann**, H. W., Skizze der Flora Masurens. (Flora. Jahrg. XLIV. 1861.)
211. **Toepffer**, A., Zur Flora von Schwerin. (Arch. d. Ver. d. Freunde d. Naturg. in Mecklenburg. Jahrg. 47. 1893.)
212. **Tondera**, F., Vergleichende Untersuchungen über die Stärkezellen im Stengel der Dicotyledonen. (Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wissensch. Wien. Math.-naturw. Klasse. Bd. CXVIII. 1905.)
213. **Torrey**, J., Phanerogamia of the Pacific Coast in North-America. (Unit. Stat. Explor. Exped. dur. 1838—1842. Vol. XVII. Botany. Philadelphia 1874.)
214. **Trautvetter**, E. R. von, und **Meyer**, C. A., Florula Ochotensis Phaenogama. (In A. Th. v. **Middendorff**, Reise in den äußersten Norden und Osten Sibiriens während der Jahre 1843 und 1844. Bd. I. T. 2 (Botan.) Abt. 2. St. Petersburg 1856.)
215. **Trautvetter**, E. R. von, Flora terrae Tschuktschorum. (Acta horti Petropolit. VI. 1779.)
216. **Trautvetter**, E. R. von, Plantas Sibiriae borealis ab **A. Czekanowski** et **F. Mueller** annis 1874 et 1875 lectas. Petropoli 1877.
217. **Trautvetter**, E. R. von, Plantas caspio-caucasicas, a **Dre. G. Radde** et **A. Becker** anno 1876 lectas. (Acta horti Petropolit. T. V. 1878. Fasc. II.)
218. **Turczaninow**, N., Catalogus plantarum in regionibus Baicalensibus et in Dahuria sponte crescentium. (Bull. de la Soc. Imp. des Natur. de Moscou. 1838. Nr. 1.)
219. **Uechtritz**, R. v., Resultate der Durchforschung der schlesischen Phanerogamenflora im Jahre 1881. (59. Jahresber. der Schles. Gesellsch. f. vaterländ. Cultur. 1882.)
220. **Upham**, W., Geographic Limits of Species of Plants in the Basin of the Red River of the Nordh. (Proc. Boston Soc. of Natur. Hist. Vol. XXV. 1892.)
221. **Ursprung**, A., Die Erklärungsversuche des exzentrischen Dickenwachstum. (Biolog. Centralbl. Bd. XXVI. 1906.)
222. **Van Brunt**, C., The wild flowers of the Canadian Rockies. (Bull. Torrey. Bot. Club. Vol. XXV. 1898.)
223. **Van Tieghem**, Ph., Sur le réseau susendodermique de la racine des Caprifoliacées. (Bull. de la Soc. Bot. de France. T. XXXIV. 1887.)
224. **Van Tieghem**, Ph. et **Douliot**, H., Recherches comparatives sur l'origine des membres endogènes dans les plantes vasculaires. (Ann. d. scienc. nat. Bot. Sér. 7. T. 8. 1888.)
225. **Vatke**, W., Über die Gattung *Abelia* R. Br. (Oest. bot. Zeitschr. Jahrg. XXII. 1872.)
226. **Voigtländer-Tetzner**, W., Pflanzengeographische Beschreibung der Vegetationsformen des Brockengebietes. (Schrift. d. Naturw. Vereins d. Harzes in Wernigerode. Jahrg. 10. 1895.)

227. Waghorne, A. C., The Flora of Newfoundland and Labrador and St. Pierre et Miquelon. (Proc. and Transact. of the Nova Scot. Inst. of Scienc. Vol. IX. 1894—98. Halifax N. S. 1898.)
228. Warming, E., Über Grönlands Vegetation. (Bot. Jahrb. Bd. 10. 1889.)
229. Warnstorff, C., Zwei Tage in Havelberg und ein Ausflug nach Ostprienitz. (Abh. d. Bot. Ver. d. Prov. Brandenburg. Jahrg. 21. 1880.)
230. Watson, H. C., Cybele Britannica, or, British Plants and their geographical relations. Vol. II. London 1849.
231. Weeler, Ch. F., and Smith, E. F., Catalogue of the Planerogamous and Vascular Cyptogamous Plants of Michigan. Lansing 1881. (Ref. in Bot. Jahresber. Jahrg. 9. Abt. 2. 1881.)
232. Whitford, H. N., The Forests of the Flathead Valley, Montana. (Bot. Gaz. XXXIX. 1905.)
233. Wichura, M., Die Polarität der Knospen und Blätter. (Flora. Jahrg. 27. 1844.)
234. Wittrock, V. B., Om *Linnaea borealis* L. En jemnförande biologisk, morfologisk och anatomisk undersökning. (Bot. Notiser. 1878 och 1879.)
235. Wittrock, V. B., Beiträge zur Morphologie und Biologie der mittelschwedischen Herbstflora. (Bot. Centralbl. Bd. XIII. 1883.)
236. Wittrock, V. B., *Linnaea borealis* L. en mangformig art. (Acta hort. Berg. Bd. 4. Nr. 7. Stockholm 1907.)
237. Wünsche, O., Schulflora von Deutschland. Die Phanerogamen. 3. Aufl. Leipzig 1881.
238. Wydler, H., Morphologische Mitteilungen: 1. *Linnaea borealis*. (Flora. Jahrg. 42. 1859.)
239. Zabel, H., Wie verbreitet sich *Linnaea borealis*? (Gartenflora. Jahrg. 25. 1876.)
240. Zimmerman, A., Zur Frage der Einschleppung und Verwilderung von Pflanzen. (Oesterr. Bot. Zeitschr. Jahrg. XXXVIII. 1888.)

Tafel-Erklärung.

Tafel I.

- Fig. 1 u. 2. Einjährige Fruktifikationstriebe. 1 : 1.
 „ 3—5. Zweijährige Fruktifikationstriebe. 1 : 1.
 „ 6. Einjähriger Assimilationstrieb. 2 : 1.
 „ 7. Dreijähriger Assimilationstrieb. 2 : 1.

Tafel II.

- Fig. 8. Gewebe im jungen Langtrieb: Mark, Prokambium, Perizyklus und Rinde. Querschnitt. 260 : 1.
 „ 9 u. 10. Primäres Xylem (Gefäße) und Phloem. 260 : 1.
 „ 11. Junger Langtrieb. Längsschnitt. 165 : 1.
 „ 12. Perizyklus mit Sklerenchymring und Stärkescheide. Querschnitt. 260 : 1.
 „ 13. Poröse Zelle der Markkrone. 500 : 1.
 „ 14. Holz (Dickenwachstum) eines 3jährigen Langtriebes. 260 : 1.

Tafel III.

- Fig. 15. Metaxylem des Langtriebes mit Mark und Kambium. Längsschnitt. 325 : 1.
 „ 16. Sekundäres Holz. Tang. Längsschnitt. 375 : 1.
 „ 17. Proto- und Metaxylem. Einjähriger Trieb. Querschnitt. 375 : 1.
 „ 18. Phloem mit Kambium, Phellogen und Periderm (Kork) eines 3jährigen Langtriebes. Querschnitt. 375 : 1.
 „ 19. Junge Wurzel. Querschnitt. 125 : 1.
 „ 20. Vierjährige Wurzel. Querschnitt. 125 : 1.

Tafel IV.

- Fig. 21. Zweijähriger Langtrieb. Querschnitt. 60 : 1.
 „ 22. Dreijähriger Langtrieb. Querschnitt. 50 : 1.
 „ 23. Vierjähriger Langtrieb. Querschnitt. 50 : 1.
 „ 24. Fünfjähriger Langtrieb. Querschnitt. 50 : 1.
 „ 25. 17 jähriger Langtrieb (Erdstämmchen). Querschnitt. 30 : 1.
 „ 26. Langtrieb mit Adventivwurzel. Querschnitt. 60 : 1.
 „ 27. Hauptwurzel mit Seitenwurzel. Querschnitt. 60 : 1.

Tafel V.

- Fig. 28. Junge Wurzel. Zentralzylinder mit primärem, diarchem Gefäßbündel. Querschnitt. 310 : 1.
 „ 29. Einjährige Wurzel. Zentralzylinder. Querschnitt. 260 : 1.
 „ 30. Vierjährige Wurzel: Phloem und Korkbildung. Querschnitt. 425 : 1.
 „ 31. Sechsjährige Wurzel mit Kork. Querschnitt. 120 : 1.
 „ 32. Laubblatt: Gefäßbündel des Hauptnerves. Querschnitt. 210 : 1.
 „ 33. Laubblatt. Querschnitt. 210 : 1.

Tafel VI.

- Fig. 34—39. Entwicklung der Blütenknospe. 10 : 1.
 „ 40. Blüte in voller Anthese. Seitenansicht. 5 : 1.
 „ 41. Blüte. Längsschnitt. 5 : 1.
 „ 42. Blüte. Ansicht von oben. 5 : 1.
 „ 43. Blüte. Oberlippe entfernt, Stellung der Antheren. Ansicht von oben. 5 : 1.
 „ 44. Blüte, vorderer Teil der Krone abgeschnitten, Stellung der Antheren beim Beginn der Anthese. 5 : 1.
 „ 45. Krone, mit Staubgefäßen, ausgebreitet. 5 : 1.

Tafel VII.

- Fig. 46. Blütenknospen, Querschnitt: Stellung der Deckblätter, Vorblätter und Brakteen. 50 : 1.
 „ 47. Fruchtknoten: Querschnitt. 40 : 1.
 „ 48. Fruchtknoten: Fertiles Fach. Längsschnitt. 40 : 1.
 „ 49. Fruchtknoten: Sterile Fächer. Längsschnitt. 40 : 1.
 „ 50. Borstenhaar einer Braktee. 200 : 1.
 „ 51. Borstenhaar vom Blattstiel. 125 : 1.
 „ 52. Kopfdrüsenhaar einer Braktee der Blüte. 200 : 1.

- Fig. 53. Kopfdrüsenhaar einer Fruchtbraktee. 200 : 1.
 „ 54. Fertile Samenanlage mit Archespor. 200 : 1.
 „ 55. Fertile Samenanlage mit Makrosporenmutterzelle (= Archespor). 200 : 1.
 „ 56. Fertile Samenanlage mit 4 Makrosporen. 200 : 1.
 „ 57. Junges Staubgefäß, Längsschnitt. 100 : 1.
 „ 58. Reifes Pollenkorn. 300 : 1.
 „ 59. Pollenkorn mit Austrittspalte. 300 : 1.
 „ 60. Pollenkorn mit kurzem Pollenschlauch. 300 : 1.
 „ 61. Diagramm eines Blütenstandes.

Tafel VIII.

- Fig. 62. Anthere mit Pollenmutterzellen und Tapetenschicht. Längsschnitt. 325 : 1.
 „ 63. Pollenmutterzelle nach der 1. Kernteilung (2 Kerne). 600 : 1.
 „ 64. Pollenmutterzelle nach der 2. Kernteilung (Kerntetrade). 600 : 1.
 „ 65—67. Entwicklung der Pollentetrade. 600 : 1.
 „ 68. Einkerniges Pollenkorn. 600 : 1.
 „ 69. Zweikerniges Pollenkorn (vegetat. und generat. Kern). 600 : 1.
 „ 70. Dreikerniges Pollenkorn (1 veget. Kern und 2 Spermakerne). 600 : 1.
 „ 71—72. Befruchtung der Eizelle. Eikern mit Chromidien, Pollenschlauch und Spermakern. 601 : 1.
 „ 73. Doppelbefruchtung. Spermakerne bei Eizelle und sek. Embryosackkern. 600 : 1.
 „ 74. Doppelbefruchtung: Oberer Spermakern am Eikern, unterer Spermakern auf dem Wege zum sek. Embryosackkern. 600 : 1.
 „ 75. Befruchtung des Eikerns, Spermakern, Chromidien. Teilung des befruchteten Endospermkerns. 600 : 1.

Tafel IX.

Entwicklung des fertilen Embryosacks. 500 : 1.

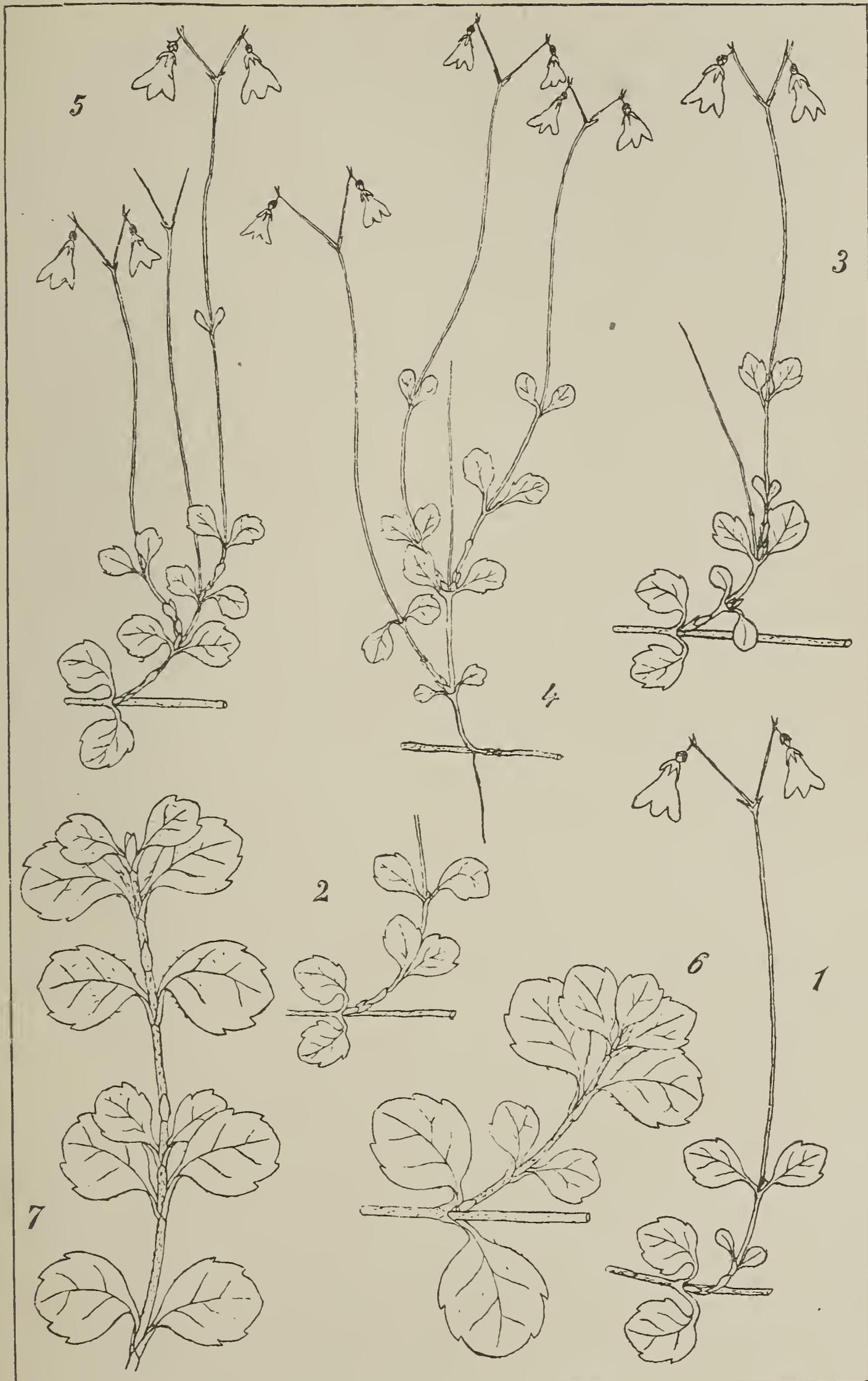
- Fig. 76 u. 77. Archespor (auch Makrosporenmutterzelle).
 „ 78. 4 Makrosporen (Tetraden), unterste davon: Embryosackmutterzelle.
 „ 79. Einkerniger Embryosack mit Überresten der 3 obern Makrosporen.
 „ 80. Zweikerniger Embryosack.
 „ 81. Vierkerniger Embryosack.
 „ 82. Achtkerniger Embryosack.
 „ 83 u. 84. Embryosack mit Eiapparat, Antipoden und Polkernen.
 „ 85. Eiapparat (Synergide) mit den 2 Polkernen.
 „ 86. Eiapparat mit sek. Embryosackkern.
 „ 87. Tapetenschicht bei einkernigem Embryosack.

Tafel X.

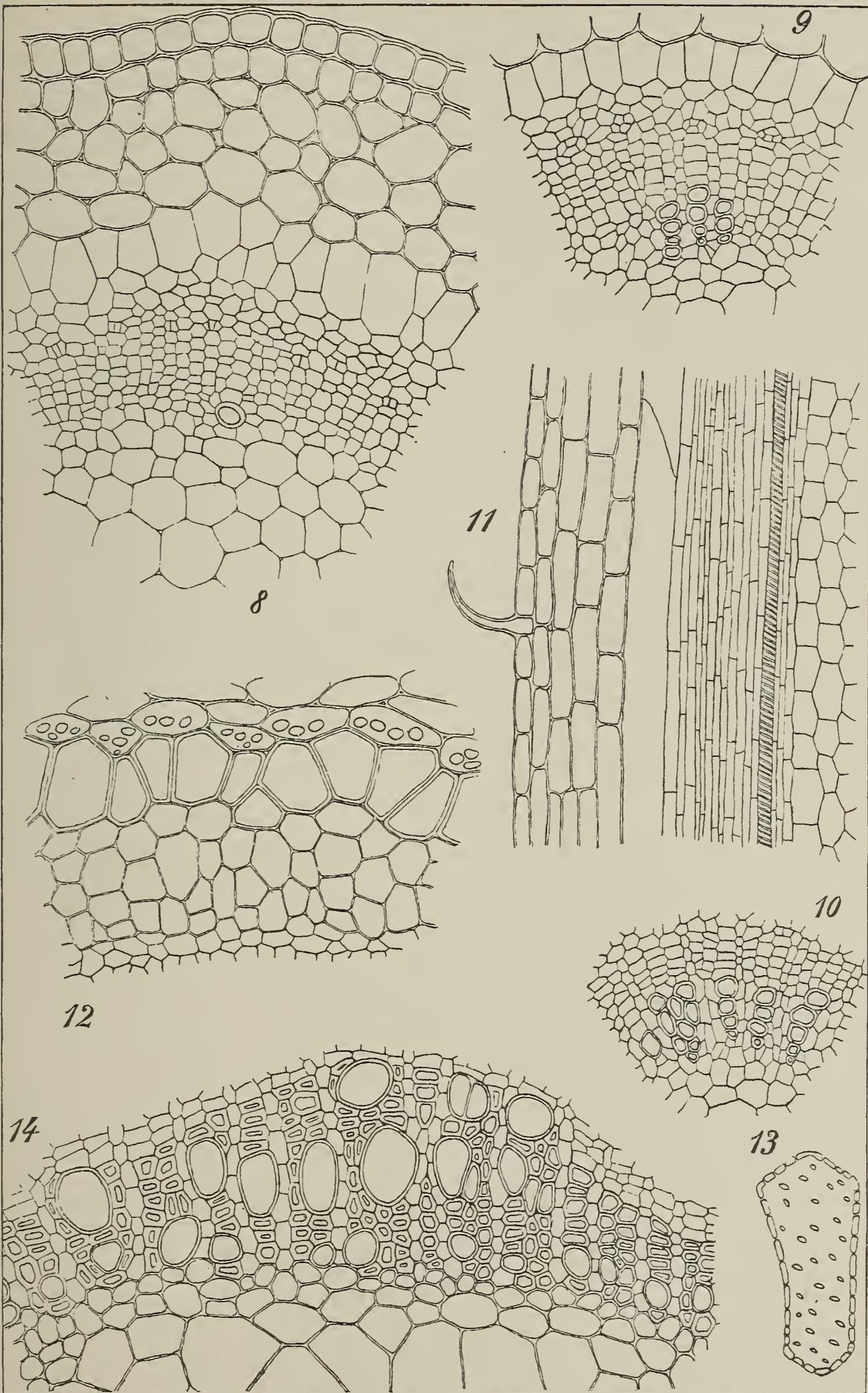
- Fig. 88—90. Makrosporenbildung in steriler Samenanlage. 500 : 1.
 „ 91. Vierkerniger, steriler Embryosack (Tetrade). 500 : 1.
 „ 92. Steriler Embryosack: Eiapparat, 2 Antipoden mit sek. Embryosackkern. 500 : 1.
 „ 93. Steriler Embryosack mit Eizelle, 2 Polkernen und 3 Antipoden. 310 : 1.
 „ 94 u. 95. Befruchtung des sekundären Embryosackkerns. 500 : 1.
 „ 96 u. 97. Befruchtung der Eizelle, freie Endospermkerne. 500 : 1.
 „ 98. Eikern nach der Befruchtung, mit 1 freiem Endospermkern. 500 : 1.
 „ 99. Narbenpapillen. 125 : 1.

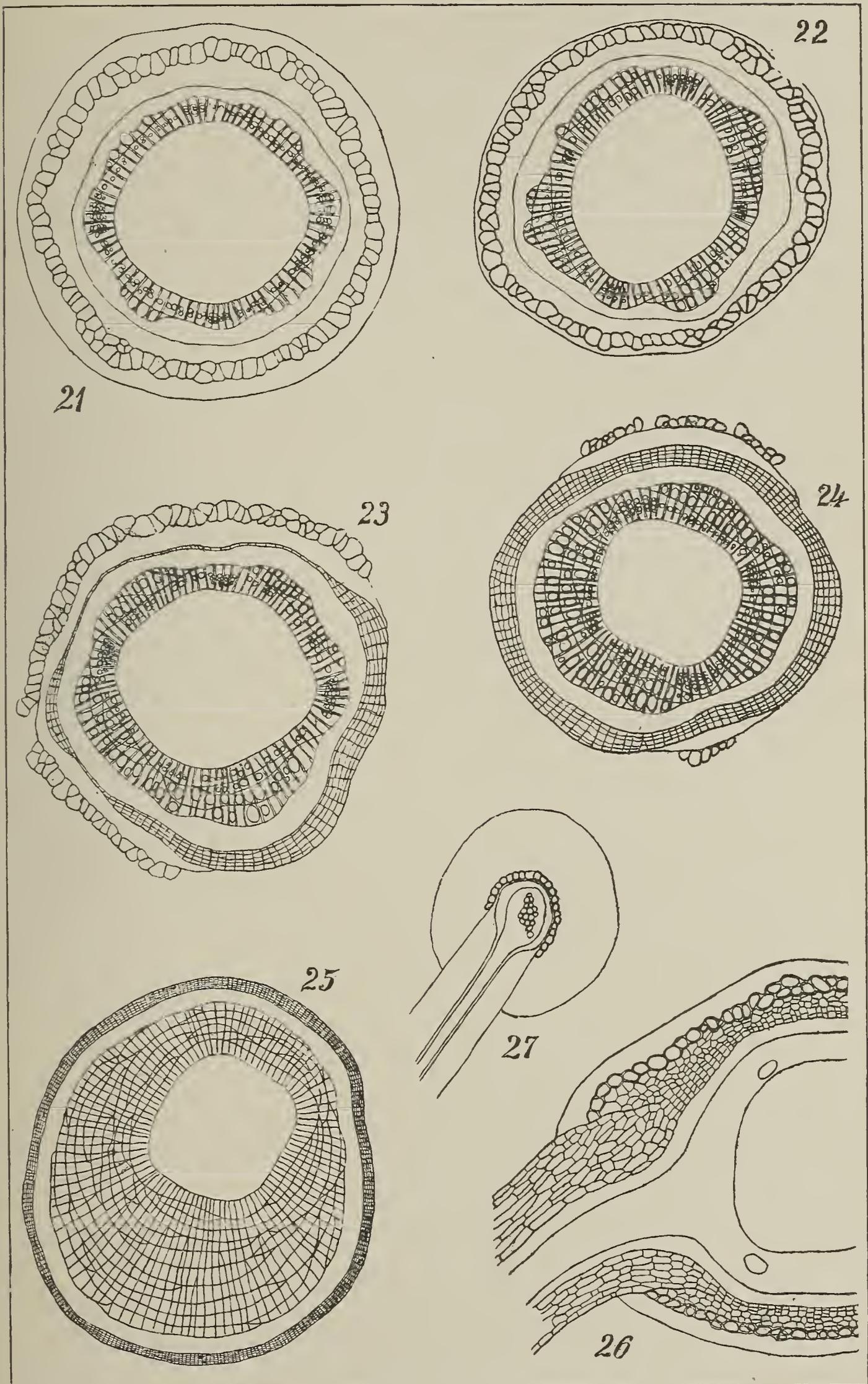
Tafel XI.

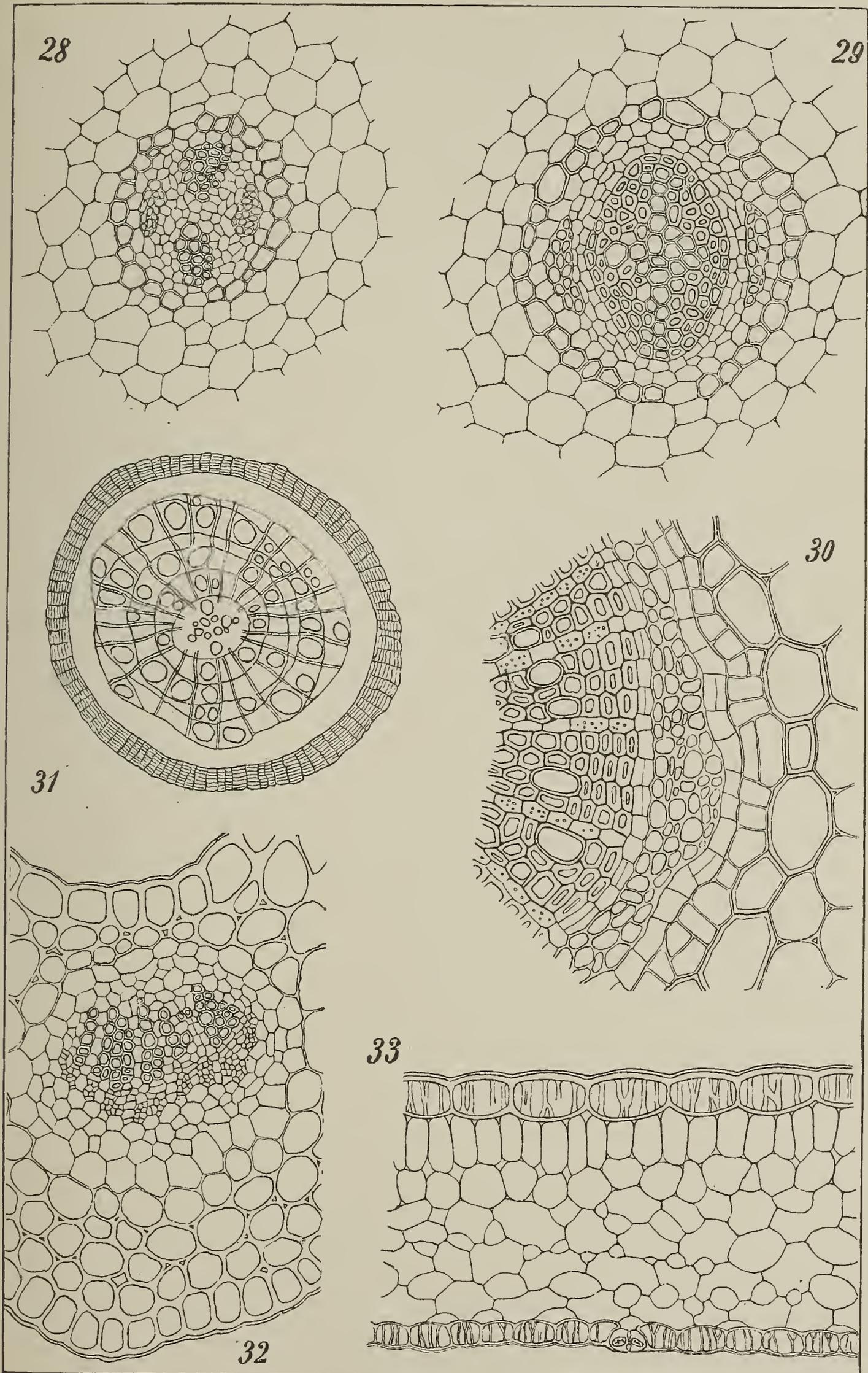
- Fig. 100. Befruchtete Eizelle mit Endospermzellen. 375 : 1.
„ 101. Vierzelliger Proembryo. 200 : 1.
„ 102 u. 103. Weitere Entwicklung des Embryo. 200 : 1.
„ 104. Epidermis des Kronblattes. 200 : 1.
„ 105. Nektarium, Längsschnitt. 200 : 1.
„ 106. Laubblatt. 6 : 1.
„ 107. Kurzgestieltes Kopfdrüsenhaar vom Blatt. 300 : 1.
„ 108. Langgestieltes Kopfdrüsenhaar vom Blütenstiel. 300 : 1.
„ 109. Fruchtwandung. Längsschnitt. 200 : 1.
„ 110. Samenschale mit Endospermzellen. 300 : 1.
„ 111. Frucht. Längsschnitt. 20 : 1.
-

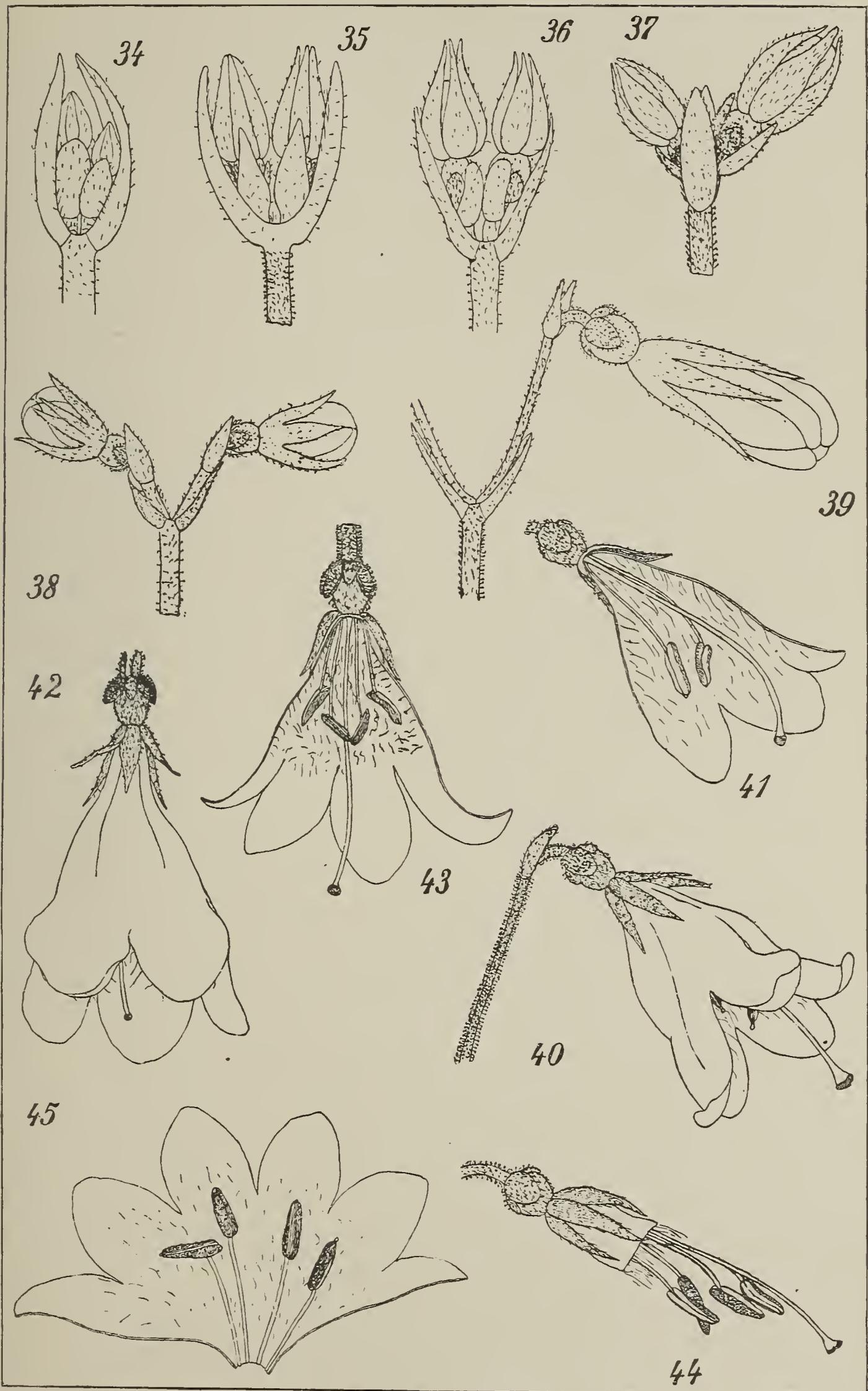


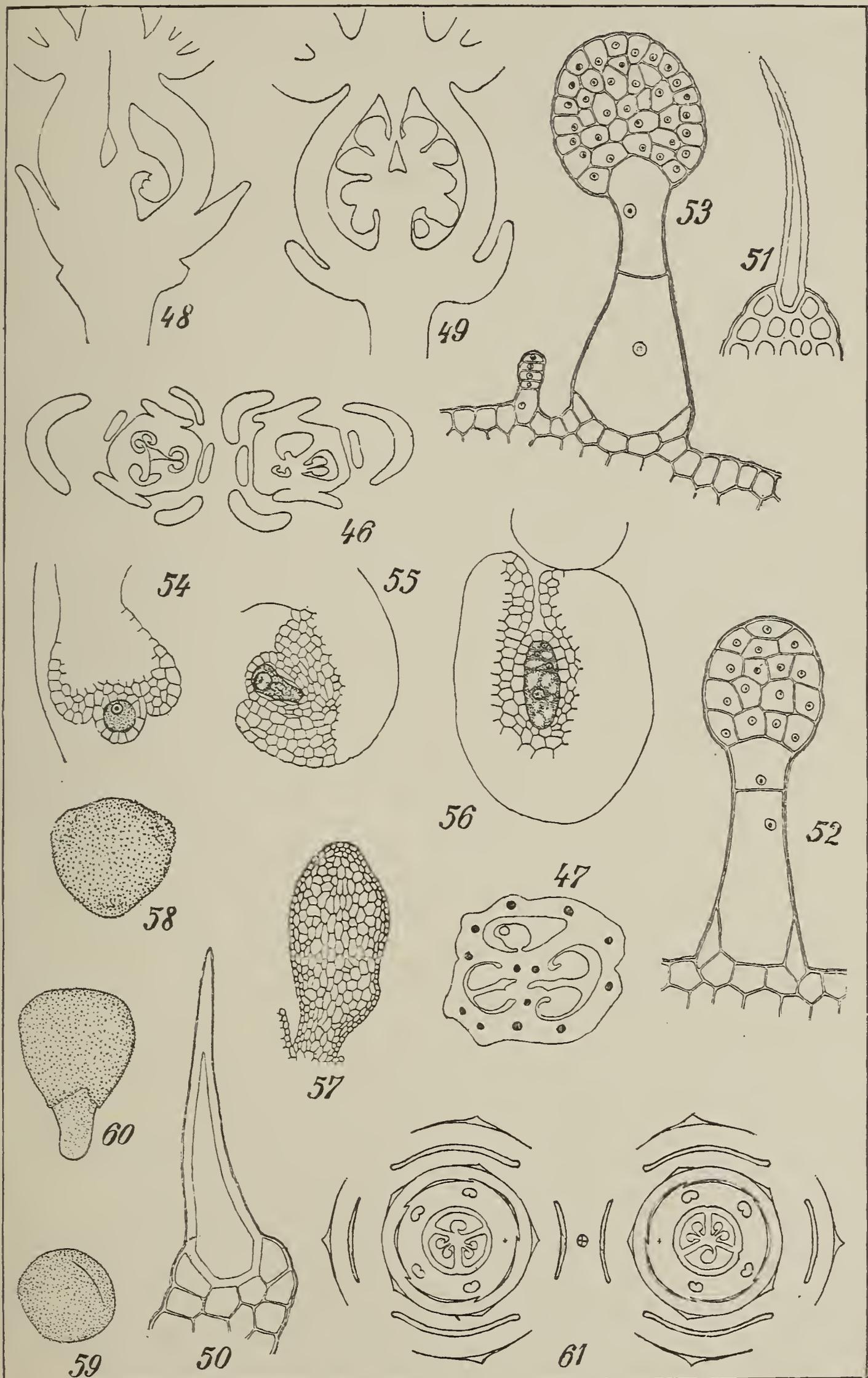


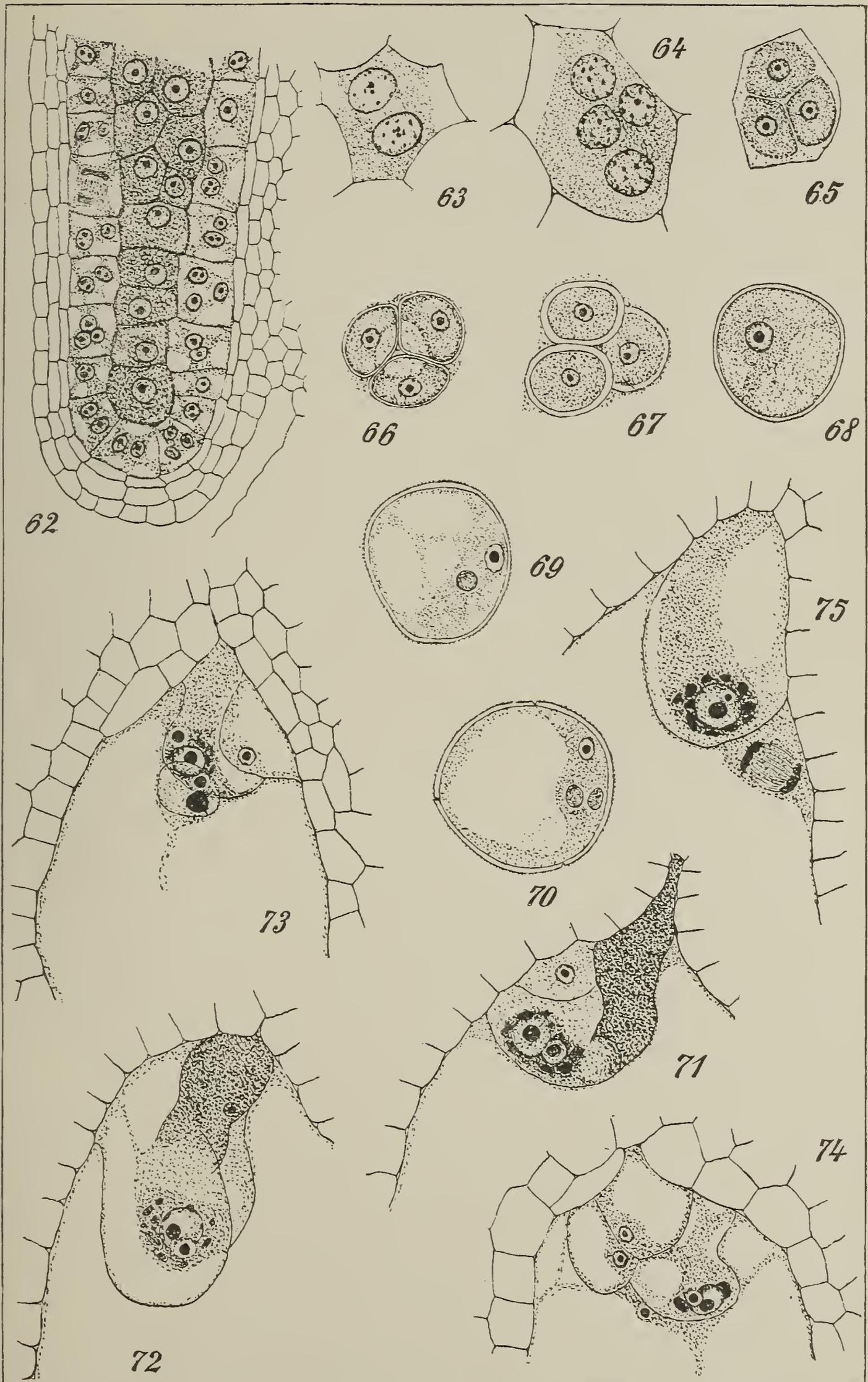


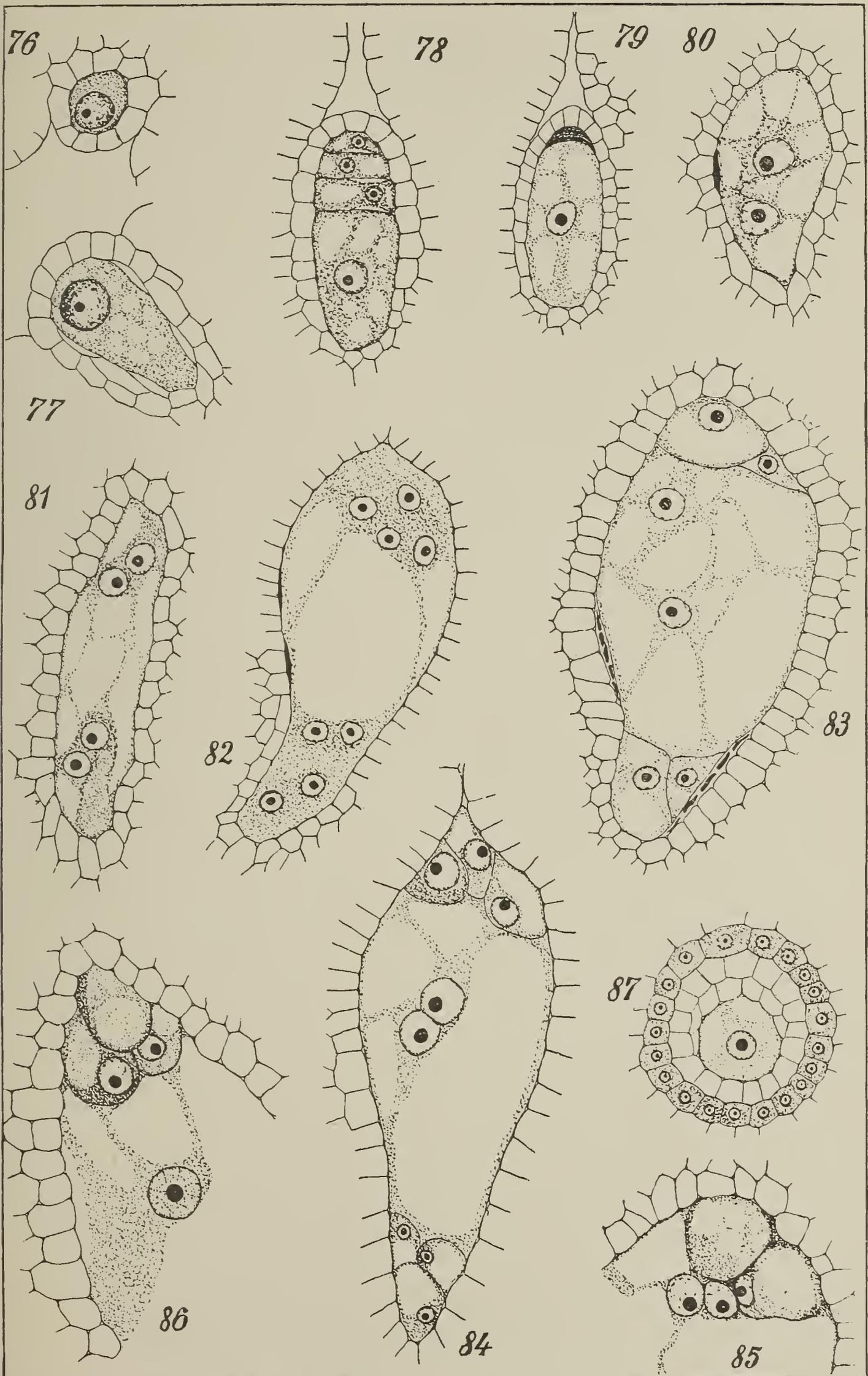




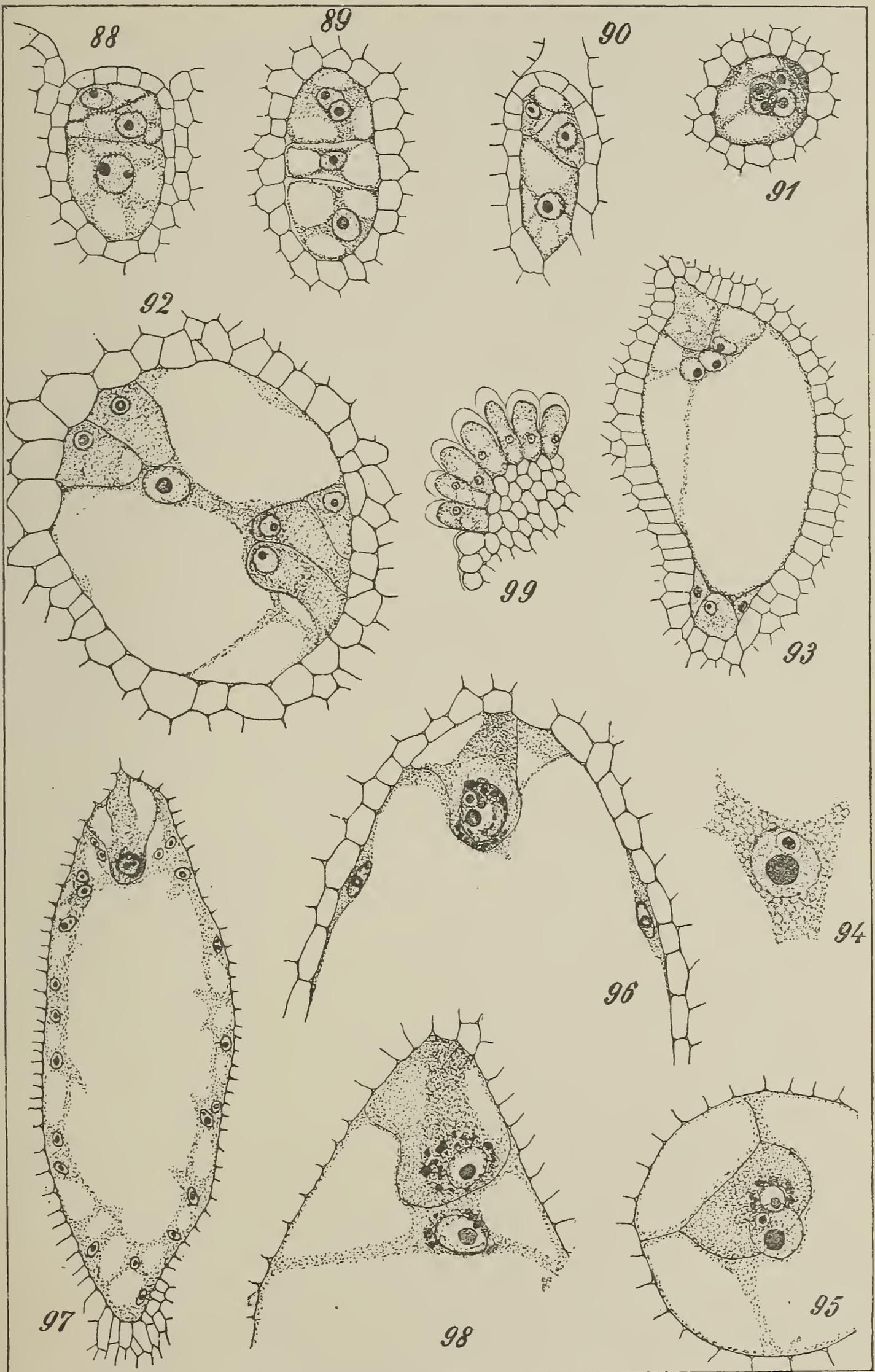


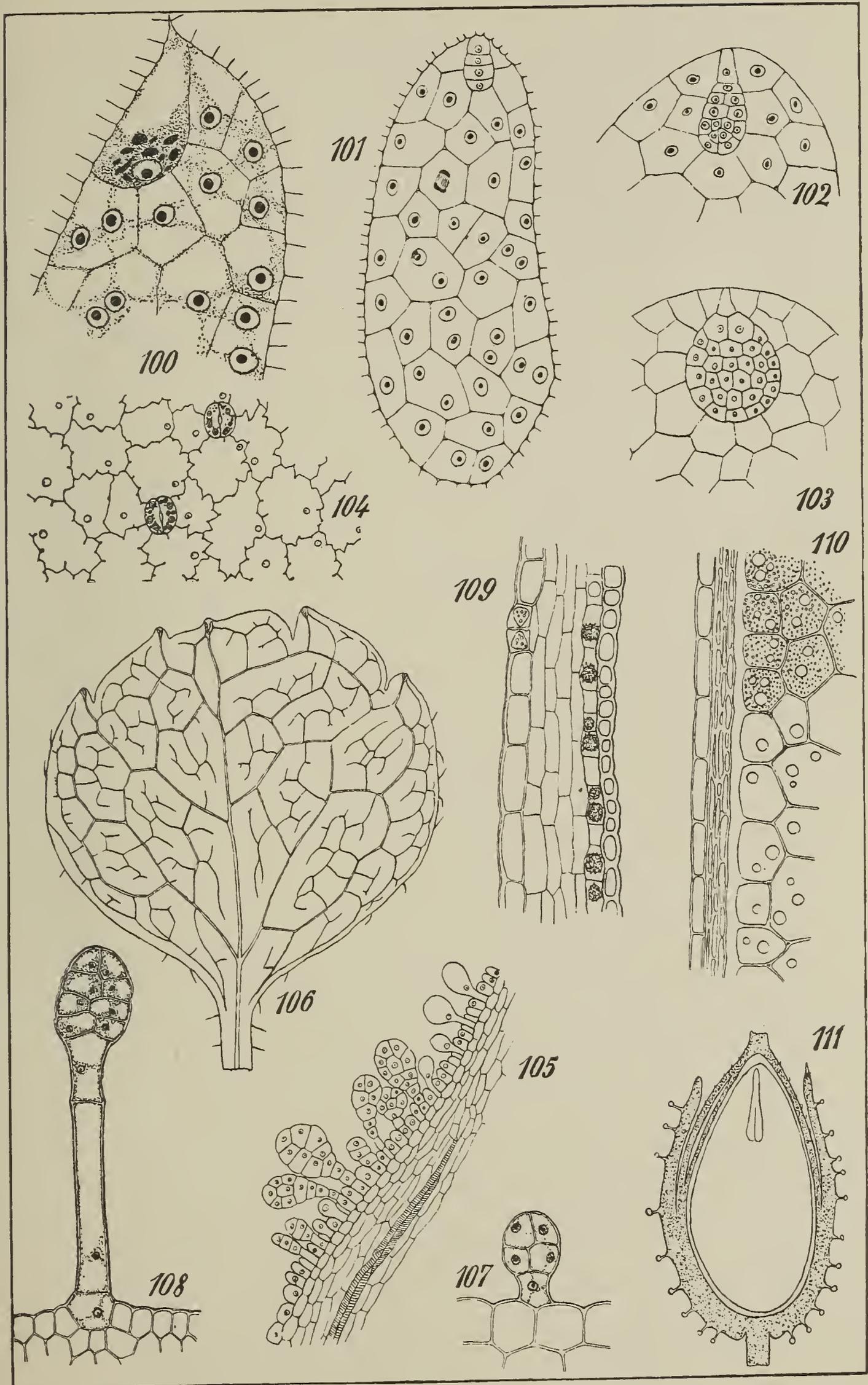












ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Botanisches Centralblatt](#)

Jahr/Year: 1913

Band/Volume: [BH_30_2](#)

Autor(en)/Author(s): Giger Emil

Artikel/Article: [Linnaea borealis L., eine monographische Studie. 1-78](#)