

# BOTANISKA NOTISER

FÖR ÅR 1921

UTGIFNE

AF

C. F. O. NORDSTEDT

---

Häftet 5.

---

DISTRIBUTÖR:

C. W. K. GLEERUP, FÖRLAGSBOKHANDEL  
LUND

---

LUND 1921, BERLINGSKA BOKTRYCKERIET

## Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Taccaceen.

VON ARTUR HÅKANSSON.

Für diese Untersuchung ist das Material hauptsächlich von den Blütenständen geholt, die im Frühling und Vorsommer der Jahre 1920 und 1921 aus je 2 Exemplaren der *Schizocapsa plantaginea* Hance und der *Tacca cristata* Jack. herangewachsen sind; beide befinden sich im Gewächshause des Lunder Botanischen Institutes. Von diesen Pflanzen stammte auch das Spiritusmaterial her, das ich vom Botanischen Museum erhalten habe. Ich habe weiteres eine kleinere Anzahl *Schizocapsa*-Knospen aus den Gewächshäusern des Botanischen Gartens in Kopenhagen bekommen, und ein Paar alkoholfixierte Blüten der *Tacca palmata* Bl. erhielt ich aus dem Botanischen Museum in Kopenhagen. Letztere jedoch waren für embryologische Studien unbrauchbar.

Also ausschliesslich Gewächshausmaterial ist es, das zu untersuchen ich in der Lage war. Als Fixierungsmittel ist vor allem die Zenkersche Lösung verwendet, die im Allgemeinen die besten Fixierungen ergeben hat, und Alkohol-Eisessig, aber auch Juels Zinkchlorid-Alkohol-Eisessig und die stärkere Lösung von Flemming. Die Präparate sind gewöhnlich mit Heidenhains Hämatoxylin gefärbt, wobei oft mit Lichtgrün, Safranin oder Kongorot nachgefärbt wurde. Manchmal ist Flemmings Drei-Färbung verwendet.

Die Untersuchung wurde im hohen Grade dadurch erschwert, dass in vielen Ovarien alle oder ein Teil der Samenanlagen in der Entwicklung zurückblieben und allmählich dahinstarben. In den meisten Ovarien, die nach der Blüte anschwellen, hatten die auswachsenden Samenanlagen keine Embryonen, während die Endospermen bisweilen ganz entwickelt waren, meistens doch

mehr oder weniger degeneriert. Nur durch viel Arbeit also kann man eine richtige Auffassung vom normalen Entwicklungsverlauf erhalten, und in bezug auf *Tacca cristata* war das Material zu spärlich und zu schlecht, um mehr als einige der jüngeren Stadien demonstrieren zu können. Die folgende Darstellung wird sich also hauptsächlich um die Schizocapsa drehen.

Während meiner Arbeit erschien PALMS »Preliminary notes . . . .» (20 S. 261), eine Angabe beinhalten über das Vorkommen einer simultanen und die Möglichkeit auch einer succedanen Teilung der Pollenmutterzellen bei der *Tacca cristata* Jack. Sonst fehlen in der Literatur Angaben betreffend die Entwicklung der Pollenkörner sowie der Embryosäcke bei den Taccaceen.

Es möge mir an diese Stelle gestattet sein, meinem Lehrer, Prof. Dr. Sv. MURBECK, den wärmsten Dank für das Interesse auszusprechen, das er meiner Arbeit erwiesen hat, und auch für die Hilfe, die mir zu Teil wurde.

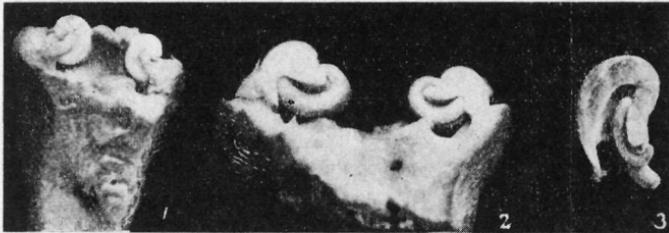
### Die Entwicklung der Staubgefäße.

Die Staubgefäße der Taccaceen sind bekanntlich besonders eigentümlich gestaltet. Das ganze Organ ist stark konkav, so dass es eine mehr oder minder helmartige Form annimmt. Innen im Helme längs der gegen das Zentrum der Blume gewendeten Wand sind die beiden Theken befestigt. Diese sind bogenförmig gebeugt und stehen an der unteren Kante des Helmes zwischen den zwei Vorsprüngen, die das Filament bildet, aus ihm heraus (Fig. 3). Die zwei Theken öffnen sich an der Anthese mit Längsspalten, wobei die Pollenkörner im Helme und auf dem Blütenboden ausgestreut werden.

BAILLON (62 S. 244) hat eine kurze Beschreibung über die Entstehung dieses auffallenden Organes gegeben. Seine Ausführung ist ganz kurz gefasst und wird vor allem von keinen Figuren illustriert, und darum

dürften einige solche nicht des Interesses entbehren. Die drei Photographien zeigen drei Entwicklungsstadien der Staubgefäße bei *Tacca cristata*. Die übrigen Figuren sind nach Mikrotomschnitten der Schizocapsastaubgefäße gezeichnet.

Fig. 4 und 5 zeigt das sehr junge Staubgefäß, Fig. 6 und 1 ein älteres Stadium. Es ist schwer, die Anthere vom Filament abzugrenzen, aber die erstere besteht wohl so gut wie nur aus den zwei nach Innen gewendeten Theken. Das Gefäßbündel, das am Querschnitt sichtbar ist, gehört dem Filamente an (Vergl.



O. Mattsson photogr.

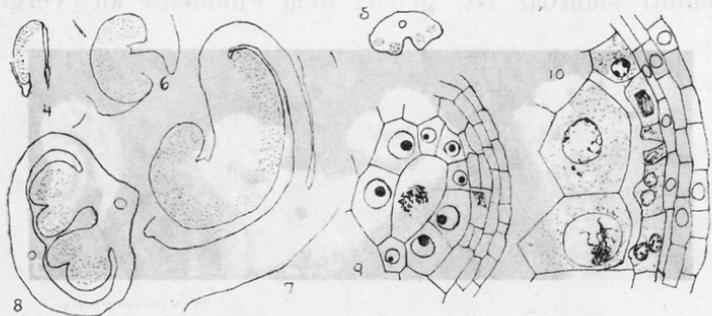
*Tacca cristata*. Fig. 1. Junge Blütenknospe. Perigonblätter und 4 Staubblätter entfernt. Vergr. 6,5 — Fig. 2. Blütenboden mit 2 Staubblättern. Vergr. 6,5. — Fig. 3. Das fertige Staubblatt. Aufgeschnitten. Vergr. 3,25.

BAILLON). Im jüngeren Stadium ist die Anthere gebeugt, wenn auch ganz schwach, das Filament hat annähernd die Form einer breiten Scheibe, die entlang der Rückseite der Anthere befestigt ist. Im älteren Stadium ist die Anthere stark gewachsen und ist bedeutend gebeugt, besonders bei *Tacca cristata*; die Konvexe Seite der Biegung ist gegen das Zentrum der Blüte gewandt. Das Filament ist ebenfalls gewachsen, tritt aber im Verhältnisse zur Anthere zurück. Am basalen Teil der Anthere ist es etwas ausgehöhlt. Durch das Wachstum des Blütenbodens ist das Staubgefäß nach aussen und etwas nach oben geschoben worden und neigt sich gegen das

Zentrum der Blume. Die in Fig. 1 abgebildeten *Tacca*-Staubgefäße sind jünger als das in Fig. 6 abgebildete Schizocapsa-Staubgefäß. Man sieht, wie die bogenförmige Anthere auf dem breiten Filament aufsitzt.

Das hat schon angefangen, seine konkave Form auszubilden, seine Spitze neigt sich gegen die Mitte der Blüte.

Fig. 2 gibt ein älteres Entwicklungsstadium wieder. Sowohl die Anthere insbesondere aber das Filament ist gewachsen. Das Filament ist stark konkav. Dadurch



*Schizocapsa plantaginea*. Fig. 4. Junges Staubblatt. Längsschnitt. Vergr. 40. — Fig. 5. Dgl. Querschnitt. Vergr. 40\*. — Fig. 6. Ein älteres Stadium. Vergr. 30. — Fig. 7. Beinahe fertiggebildetes Staubblatt. Vergr. 30. — Fig. 8. Dgl. Querschnitt durch den oberen Teil. Vergr. 30. — Fig. 9. Pollenfach. Das Tapetum bildet sich, die Zellteilungen gehen noch im Archespor vor sich. Vergr. 385. — Fig. 10. Pollenmutterzellen in Synapsis. Vergr. 385.

In Fig. 4—8 ist der Inhalt des Pollenfaches geprickelt, der Gefäßbündel des Filamentes durch einen Ring angedeutet.

dass es am stärksten in dem Teil wuchs, der unterhalb der Anthere lag, und dadurch dass sich die Spitze des Filamentes senkte, wendet nun die bogenförmige Anthere ihre Konkavseite nach unten. Ihr apikaler Teil hat sich gesenkt, ihr basaler Teil wurde in die konkave Vertiefung hineingezogen und wurde da allmählich in die Höhe gehoben, während sich der apikale Teil mehr und mehr senkte.

Fig. 7 u. 8 zeigen ein Staubgefäss, das beinahe seine definitive Form angenommen hat. Durch das fortgesetzte Wachstum des Blütenbodens wurde es bedeutend gehoben. Aber meist frappierend ist doch das unerhörte Wachstum des Filamentes. Die Anthere ist nun im Verhältnis zu ihrer ursprünglichen Lage vollständig umgestülpt, ihre konvexe Seite ist nach aussen gekehrt, d. h. gegen die Höhlung des Helmes, in die sie nun beinahe vollständig hineingezogen liegt. Selbstverständlich biegt sich das Gefässbündel des Filamentes an der Spitze des Staubgefässes um, so dass es sowohl in der inneren wie in der äusseren Wand des Helmes verläuft (Fig. 8).

Die Veränderungen, die die Staubgefässe nunmehr erfahren, bestehen in einem Wachstum des ganzen Organes und in einer Vertiefung des Helmes, wodurch der oberste Teil der Anthere sich vom Dache des Helmes entfernt (Fig. 3).

### Die Entwicklung des Pollens.

Die Pollenmutterzellen sind von der Epidermis des Pollenfaches durch drei Zellschichten getrennt, von denen sich die zwei inneren rund um den sporogenen Zellenkomplex fortsetzen, wobei das Zellenlager, das direkt daran grenzt, als Tapetum ausgebildet ist.

Schon frühzeitig teilen sich die subepidermalen Initialzellen einmal periklin, und die Zellen der dabei entstandenen äusseren Zellschichte, die primären Wandzellen, teilen sich rasch und ergeben ein äusseres und ein inneres Zellenlager. In diesen beiden gehen antikline Teilungen vor, bevor sich die Zellen des inneren Lagers periklin teilen (Fig. 9), wodurch die Tapetenschichte abgeschlossen wird. Auch längs der axilen Wand des Pollenfaches scheinen die Tapetenzellen vom sterilen Gewebe der Anthere herzustammen, indem die an das Archespor grenzenden Zellen wachsen und sich periklin teilen.

Während dessen haben die Archesporzellen durch Teilung nach verschiedener Richtung an Anzahl zugenommen.

Im Anfang sind die zwei rund um das Archespor liegenden Zellschichten gleich ausgebildet: in den Präparaten sind ihre Zellen stets dunkler gefärbt als die ausserhalb liegenden. Doch die werdenden Tapetenzellen wachsen bald. Die Zellen der äusseren Schicht platten sich dagegen tangential ab, und unter dem fortgesetzten Wachstum des Pollenfaches werden sie allgemach zusammengedrückt zu dünnen Scheiben, die inzwischen lange verbleiben, bis sie schliesslich, doch erst bei der Auflösung des Tapetums, vollständig resorbiert werden.

Unter dem fortgesetzten Wachstum des Archesporres, das anfangs darin seinen Grund hat, dass sich seine Zellen, die viel grösser sind und bedeutend kräftigere Kerne haben als die angrenzenden Zellen, an Anzahl vermehren und später seinen Grund in einem bedeutenden Wachstum der definitiven Pollenmutterzellen hat, teilen sich die Tapetenzellen rasch, so dass sie eine Zeitlang sehr dicht gepackt liegen. Doch diese Teilungen hören bald auf und die Tapetenzellen nehmen dafür an Grösse zu. Während die Tetradenteilung der Pollenmutterzellen vor sich geht, wird der Grossteil der Tapetenzellen durch eine mitotische Kernteilung zweikernig (Fig. 10). »Amitosen« scheinen nur ausnahmsweise vorzukommen. Sicher sind doch diese »Amitosen« in der Weise zu deuten, wie BONNET (12 S. 711) es tut: »Les phénomènes d'amitoses ne paraissent pas exister dans les cellules nourricières. Toutes les apparences qu'on leur a attribuées s'expliquent par des irrégularités mitotiques et des fusion nucléaires.« Die Tapetenzellkerne sind chromatinreich und ziemlich gross. Die ausgewachsenen Tapetenzellen sind von einer dünnen Wand umgeben und haben eine ziemlich unregelmässige Form, die darauf beruht, dass sie mehr oder weniger ins Pollenfach hinein vorspringen. Ihr Plasma zeigt eine Fi-

larstruktur, die in einem weitmaschigen Netzwerk besteht. Es ist nicht so stark färbbar wie in früheren Stadien.

Hie und da sieht man, wie eine oder ein Paar oft ungewöhnlich grosse Tapetenzellen innerhalb der anderen liegen. Zwei Tapetenzellen springen z. B. wie eine kleine Halbinsel zwischen den Pollenmutterzellen vor. Gewöhnlich leiten wohl diese Extratapetenzellen ihren Ursprung auf die Gewöhnlichen zurück: unter den lebhaften Zellteilungen in der Tapetenschichte geschieht es manchmal, dass eine Zelle sich periklin teilt, und die eine Tochterzelle in das Pollenfach hineingepresst wird, wo sie sich dann teilen kann. Manchmal kommt man aber zur Auffassung, dass eine oder die andere von den peripheren Pollenmutterzellen Tapetenzellencharakter annimmt, indem sie zu wachsen aufhört und zweikernig wird. Ein gleiches Verhältnis zeigen einige von den Pollenmutterzellen bei *Lemna* (CALDWELL 99).

Wenn das Pollenfach einkernige Pollenkörner beinhaltet, beginnt die Auflösung der Tapetenzellen. Sie verlieren allmählich ihre Wände, wonach sie sehr unregelmässige Formen annehmen. An einigen Stellen schmelzen zwei oder mehrere benachbarte Plasmamassen zusammen, an anderen wieder isolieren sie sich von einander. Die peripheren Pollenkörner liegen nun teilweise in das Plasma der Tapetenzellen eingebettet. An verschiedenen Stellen wachsen dann diese Plasmamassen mit ihren eingelagerten Kernen in das Pollenfach zwischen die Pollenkörner hinein und wachsen bisweilen bis zum Zentrum, aber sie schmelzen nicht mit einander zusammen, sondern werden bald desorganisiert. Wenn der Kern des Pollenkornes sich teilt, trifft man nur hie und da im Präparate einige dunkelgefärbte Reste des Tapetums. Irgendeine echte Periplasmodiumbildung wie sie unter Monokotylen z. B. bei *Ruppia* (MURBECK 02, S. 7), *Butomus* (HOLMGREN 13, S. 62) und *Anthurium* (JUEL 15, S. 341) vorkommt, gibt es also nicht hier.

Die Pollenmutterzellen erreichen ihre definitive Grösse, wenn sich ihr Kern im Synapsisstadium befindet (Fig. 10). Ihr Plasma beinhaltet teils eine netzartige Fadenstruktur, teils zahlreiche feine Körner, Granula, die auf und zwischen den Fäden im Netze liegen. Später sammeln sich diese Körner um den Kern, und die heterotypische Kernspindel kommt in einer Granulazone zu liegen, wo die einzelnen Körner ziemlich grob sind, indem sie bedeutend an Grösse zugenommen haben (Fig. 12). Im übrigen Teile des Plasmas beibehalten die zurückbleibenden Körner ihre geringe Grösse, und in diesem Teile verlaufen ausserdem in unregelmässiger Weise lange Stränge aus feinen Fäden, die, wie es scheint, das Plasma der Pollenmutterzelle in eine ungleiche Anzahl Zonen abgrenzt (Fig. 12). Die Wände der Pollenmutterzellen nehmen während der Tetradenteilung an Dicke zu und lösen sich teilweise von einander.

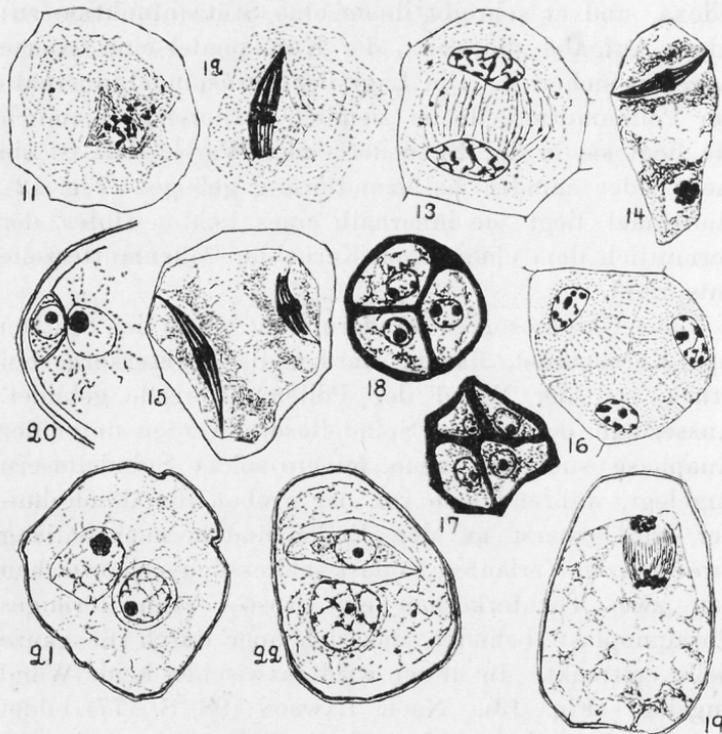
Fig. 11 zeigt die Pollenmutterzelle in später Diakinese. Im Plasma der Zelle treten wenn auch spärlich, sogenannte extranucleäre Nucleolen auf. Der Nucleolus des Kernes ist aufgelöst, ebenso ist das Verhältnis mit der Kernmembran, und ein lichter Hof zeigt das Kernlumen an, in dem die Doppelechromosomen unregelmässig verstreut liegen. Fünf »Kegel« aus Kinoplasmefäden liegen mit ihren Spitzen im Cytoplasma, während ihre Basis das Kernlumen durchsetzen oder an seinem äusseren Grenze schliessen. Die heterotypische Kernspindel ist also in ihrer Anlage multipolar, wird aber dann wie gewöhnlich bipolar. Sie ist aus ziemlich groben, von Hämatoxylin stark färbbaren Fasern gebildet, die an beiden Polen in eine Spitze zusammenlaufen, die zwar manchmal an der Hautschicht des Plasmas befestigt zu sein scheint, oft aber ist dies nicht der Fall. Der Kernspindel beinhaltet ausserdem eine wechselnde Anzahl sehr feiner Spindelfasern, die sich im Cytoplasma ausbreiten, wo sie blind zu enden scheinen (Fig. 12).

Ähnliche Spindelfasern sind nach LAGERBERG (09, S. 32) kennzeichnend für die heterotypische Kernspindel bei *Adoxa*, und er schreibt ihnen eine Stützenfunktion zu: »ihre Aufgabe die sein, der Kernspindel eine fixierte Lage zu sichern.« Die Lage der Kernspindel innerhalb der Pollenmutterzelle ist ziemlich variierend. Ziemlich oft liegt sie in der Nähe der einen Wand. Oft ist sie mehr oder minder halbmondförmig gebogen (Fig. 12). Manchmal liegt sie innerhalb eines lichten Hofes, der vermutlich dem ehemaligen Kerne der Pollenmutterzelle entspricht.

Die Chromosomen wandern nicht bis zu den Spitzen der Kernspindel, darum werden die Tochterkerne ein Stück von der Wand der Pollenmutterzelle gebildet. Ausserhalb der groben Spindelfasern werden unter der Anaphase successiv neue, feinere solche Spindelfasern angelegt, während jede von der groben allmählich dünner wird, zuerst an den Enden und hernach entlang ihres ganzen Verlaufes, so dass schliesslich sich zwischen den zwei Tochterkernen ein grosses tonnenförmiges Phragmoplast befindet, das sich quer durch die ganze Zelle erstreckt. In dieser wird inzwischen keine Wand angelegt (Fig. 13). Nach LAWSON (98, S. 177) bildet sich zwischen den zwei primären Tochterkernen in den Pollenmutterzellen der *Cobaea* eine ähnliche Figur: »Although the continuous fibers now curve towards the cell-wall as shown in fig. 19, there is no cell-plate formed until after the second division.«

In den Tochterkernen tritt kein Nucleolus während der Interkinese auf. Dagegen gibt es extranucleäre Nucleolen in reichem Masse (Fig. 13). Diese fehlten vollständig unter der Metaphase. Das Plasma der Pollenmutterzelle sammelt sich allmählich um die beiden Tochterkerne, während eine Zone zwischen den Kernen ganz plasmaarm wird, was besonders unter der homöotypischen Teilung zu Tage tritt (Fig. 14 u. 15).

Die beiden homöotypischen Kernspindeln liegen innerhalb je ihrer Granulazone, obwohl zunächst von



*Schizocapsa plantaginea*. Fig. 11. Pollenmutterzelle. Späte Diakinese. Vergr. 685. — Fig. 12. Heterotypische Kernspindel. Die Wand der Pollenmutterzelle ist nicht gezeichnet. Vergr. 685. — Fig. 13. Interkinese. Die Tochterkerne sind ungewöhnlich gross. Vergr. 685. — Fig. 14. Homöotypische Kernspindeln. Die Wand der Pollenmutterzelle nicht gezeichnet. Vergr. 685. — Fig. 15. Dgl. Vergr. 685. — Fig. 16. Plasmazerteilung vollzogen. Vergr. 685. — Fig. 17. Pollentetrade. Vergr. 400. — Fig. 18. Dgl. Vergr. 400. — Fig. 19. Pollenkorn. Kernteilung. Vergr. 920. — Fig. 20. Pollenkorn. Der generative Kern vor kurzem gebildet. Vergr. 685. — Fig. 21. Der generative Kern eingewandert. Vergr. 685. — Fig. 22. Pollenkorn bei der Anthese. Vergr. 685.

einem lichterem »Hof« umgeben. Sie sind schmal, zusammengesetzt aus groben Spindelfasern, zugespitzt, oft

halbmondförmig gebogen. Sie sind öfter als die heterotypische an der Hautschicht des Plasmas befestigt. Die feinen Stützfasern fehlen. Die gegenseitige Lage der beiden Kernspindeln ist sehr variierend und ebenso ist das Verhältnis mit ihrer Lage in der Zelle. Oft liegen sie in derselben Ebene und zwar mehr oder weniger parallel (Fig. 15) oder auch senkrecht zu einander. Oft liegen sie nicht in derselben Ebene (Fig. 14). Extracelluläre Nucleolen fehlen nun ganz und gar im Cytoplasma, treten aber wie bei der heterotypische Teilung in grosser Anzahl auf, nachdem sich die groben, von Hämatoxylin stark färbbaren Spindelfasern aufgelöst haben. Vielleicht hat ihre Substanz zu der Bildung dieser groben Fasern beigetragen. Die Nucleolen verschwinden dann, ohne dass es möglich war zu entscheiden, wohin sie ihren Weg genommen haben. Vielleicht sind sie in die Kerne der Pollenmutterzelle hineingewandert und da zur Vermehrung der Chromatinmenge und später zur Bildung des Kernkörperchens beigetragen. Das letztere betreffend hat SCHÜRHOFF (18, S. 66) bestimmt hervorgehoben, dass das Kernkörperchen nur Material für Chromosomen, aber nicht für Spindelfasern oder Phragmoplast liefert. Aber bei der Schizocapsa ist es, wie gesagt, so, dass die Nucleolarsubstanz wenigstens teilweise auch die groben Spindelfasern bildet. Die feinen Spindelfasern dagegen dürften reine Cytoplasmabildungen sein.

Nachdem sich die groben Spindelfasern der homöotypischen Kernspindeln sich aufgelöst haben, treten im Cytoplasma zahlreiche feine Kinoplasmafäden auf, die sämtliche Kerne mit einander in Verbindung setzen. Diese liegen ganz draussen an der Hautschicht des Plasmas (Fig. 16). Allmählich sammelt sich eine dichte Zone von granuliertem Plasma um jeden der Kerne während die übrigen Teile der Zelle plasmaarm werden. Die Zellenbildung erfolgt dadurch, dass feine Zellplatten in den Spindelfasern angelegt werden, die sich dann spalten,

wodurch sich das Plasma der Pollenmutterzelle in vier Teile teilt. Die kinoplasmatischen Fäden scheinen zuerst zunächst den Kernen zu verschwinden, während sie im plasmaärmeren Teile der Zelle noch eine Zeitlang verbleiben (Fig. 16).

Die gegenseitige Lage der Pollenkörner in der Tetrade und die Form der Tetrade ist sehr verschieden. Ganz gewöhnlich, ja, vielleicht am gewöhnlichsten, ist die Anordnung tetraëdisch (Fig. 18). Oft liegen die vier Pollenkörner in ungefähr derselben Ebene (Fig. 17) und dann in ungleicher Weise. Oft scheint die Tetrade nur zwei Pollenkörner zu beinhalten, die zwei anderen befinden sich dann im angrenzenden Schnitte. Manchmal findet man Doppeltetraden mit acht Zellen, zu deren Entstehung zweifelsohne zwei Pollenmutterzellen beigetragen haben. Während die Pollenkörner beieinander liegen, wandert ihr Kern allmählich in die Zelle hinein (Fig. 17), verlässt also seinen Platz an der einen Wand. Auch ein Nucleolus tritt in ihm auf.

Dass es bei *Schizocapsa* neben dieser simultanen Tetradenteilung — quadripartition nach FARRS Terminologie (FARR 16, S. 265) — eine succedane Teilung — bipartition — gibt, ist nicht glaubwürdig. Ich habe niemals gesehen, dass sich irgendeine Zellenwand nach der ersten Kernteilung bildet. Manchmal glaubt man doch konstatieren, dass in der plasmaarmen Zone, die sich zwischen den zwei zuerst gebildeten Kernen in der Pollenmutterzelle befindet, eine Teilung der Zelle erfolgt, die darin ihren Grund hat, dass dort die Plasmaverdünnung soweit geht, dass das Cytoplasma in dieser Zone ganz und gar verschwindet. Doch mit voller Gewissheit kann diese Frage nicht entschieden werden. Man kann ja immer Fixierungsartefakten vermuten. PALM (16, S. 263), der, wie früher genannt worden ist, bei *Tacca cristata* »quadripartition» konstatiert hat, hat junge Tetraden »where the four definite cells were forming a row, indi-

eating thus the possibility, that successiv bipartition had occurred», gesehen. Levine (16, S. 161) glaubt bei *Drosera* festgestellt zu haben, dass solche Tetradenformen dort durch bipartition entstehen. Dass eine solche Tetradenform bei *Schizocapsa* oder *Tacca cristata* vorkomme, habe ich nicht gesehen. Doch es soll dabei hinzugefügt werden, dass von der Letzteren nur ein paar Präparate mit Tetraden untersucht wurden.

Lange ist man der Meinung gewesen, dass die simultane Pollenbildungstypus für die Dikotylen, die succedane für die Monokotylen charakteristisch sei, und VAN TIEGHEM (01, S. 297), hat die Angiospermen (»les Stigmatées») in »les Metadiodées», beinhaltend Monokotylen und Nymphaeaceen mit succedaner Teilung, und in »les Homoudiodées» eingeteilt, die die übrigen Dikotylen mit simultaner Teilung umfassen. Hat doch schon HOFMEISTER (61, S. 637) mehrere Fälle aufgezählt, wo bei den Monokotylen simultane Teilung vorkommt, und in der jüngsten Zeit haben verschiedene Forscher ihre Aufmerksamkeit dieser Frage gewidmet. So wurde also bei vielen Dikotylen succedane Teilung konstatiert (SAMUELSSON 14, LEVINE 16), simultane bei noch viel mehr Monokotylen (GUIGNARD 15 a u. b, TÄCKHOLM und SÖDERBERG 18, PALM 20). SÖDERBERG (19) hat ein Verzeichnis über die Ausbreitung der beiden Teilungsweisen bei den Monokotylen gemacht. Aus diesem und PALMS Verzeichnis (20. S. 281) geht hervor, dass der simultane Typus bei den Familien Cyperaceae, Palmae und Orchidaceae vorkommt, wie innerhalb nicht weniger als fünf Familien, der Reihe Liliiflorae angehörend, nämlich Juncaceae, Liliaceae, Taccaceae, Iridaceae und Dioscoreaceae. Besonders charakteristisch ist er nach GUIGNARD (15 a u. b.) für die Iridaceen und Aloineengruppe innerhalb der Liliaceen. Bei *Ixia* und *Gladiolus* liegen die vier Pollenkörner innerhalb der Tetrade aequatoriell in derselben Ebene (GUIGNARD l. c.) Bei den Liliaceen

finden sich beide Typen. Verschiedene Forscher wollen der Pollenbildungsweise eine gewisse phylogenetische (SAMUELSSON 14, S. 185 u. 188) oder wenigstens systematische (TÄCKHOLM u. SÖDERBERG 18, S. 189) Bedeutung beimessen, und obwohl sogar bei derselben Art beide Typen vorkommen können (LEVINE 16), so kann wohl eine gewisse Bedeutung dessen nicht geleugnet werden.

Die jungen Pollenkörner wachsen schnell, nachdem sie sich von einander gelöst haben. Sie haben eine runde oder elliptische Form und beinhalten eine ziemlich grosse Vakuole, während die Hauptmasse ihres Plasmas an dem einen Ende liegt. In dieser Plasmaansammlung liegt der Kern, der mit einem kräftigen Nucleolus versehen ist. Stärke wird, wie es scheint, in den Pollenkörnern während ihrer Entwicklung nicht aufgespeichert, aber es gibt dagegen eine ziemlich reichliche Menge in den Zellen des Filamentes und der Perigonblätter.

Erst wenn die hypodermale Wandschicht im Pollenfach Endoteciestruktur anzunehmen beginnt, d. h. dass ihre Zellen bedeutend gewachsen sind und die charakteristischen Verdickungen in den Radialwänden erhalten haben, teilt sich der Kern des Pollenkornes. Dann ist das Pollenkorn bedeutend plasmareicher geworden, und die grosse Vakuole ist verschwunden. Die Kernspindel ist stumpf und ihre Fasern sind an dem einen Pol befestigt, jeder für sich an der Plasmamembran, während sie am anderen Pole rundweg im Cytoplasma endigen. »Diese Ausbildung der Kernspindel gestattet nämlich ihren Chromosomen bis an das äusserste Ende der Spindelfasern zu rücken, der Anlage des generativen Kerns somit bis dicht an die Hautschicht des Pollenkorns zu gelangen»; dies ist STRASSBURGERS Ansicht (OS S. 524) um die Bedeutung dieser Kernspindelform.

Unter der Anaphase (Fig. 19) bilden sich mehr und

mehr Verbindungsfäden zwischen den zwei Chromosomgruppen und schliesslich entsteht eine kleine linsenförmige generative Zelle (Fig. 20). Ihr Kern ist bedeutend kleiner als der der vegetativen Zelle, und es herrscht auch zwischen den Nucleolen der Kerne ein berücksichtigungswürdiger Grössenunterschied.

Bald trifft man die generative Zelle in der vegetativen liegend an, gewöhnlich in der Nähe des Schlauchkernes (Fig. 21). Übrigens ist jener kaum so gross wie dieser Letztgenannte. Die Zelle ist vollkommen kugelförmig wie auch ihr Kern und beinhaltet eine ziemlich kleine Plasmamasse. Bei der Färbung mit Flemmings Dreifärbung wird ihr Plasma rotviolett, während das der vegetativen Zelle orange gefärbt wird. Der Kern der vegetativen Zelle hat oft eine ziemlich unregelmässige Form. Gleich der der generativen Zelle hat sie eine netzartige Chromatinstruktur und einen Nucleolus, der von einem lichten »Vorhof« umgeben ist, durchsetzt von Fäden, die den Nucleolus mit dem Chromatinnetz verbinden. MALTE (10, S. 54 u. 84) ansieht einen solchen Vorhof als ein Fixierungsartefakt, dadurch entstanden, dass der Nucleolus bei der Fixierung zusammenschrumpfte, und er hat gezeigt, dass auf diese Weise der Vorhof in den Zellkernen der Stanhopea entstehen kann, z. B. bei der Behandlung mit Alkohol-Eisessig.

Auf welche Weise die generative Zelle in die vegetative hineinkommt, war Gegenstand einer lebhaften Diskussion. Nach MURBECK (02, S. 8) und LAGERBERG (09, S. 48) ist es die vegetative Zelle, die wirksam ist, indem sie um die generative herumwächst; nach STRASSBURGER (08, S. 526) ist es umgekehrt die letztere, die die aktive Rolle spielt. Wie die Hineinwanderung bei Schizocapsa vor sich geht, ist unmöglich zu entscheiden. Dass die Hautschicht der vegetativen Zelle nicht durchbrochen wird, sondern dass sie bloss eingebaucht und dann abgeschnürt wird, geht aus Fig. 22 hervor, wo

unter der Herstellung des Präparats die generative Zelle kontrahiert wurde. Sie erscheint von einer deutlichen Hautschicht umgeben und liegt — um Lagerbergs Bild anzuwenden — wie in einer Vakuole in der vegetativen Zelle. Diese Vakuole ist deutlich von einer Hautschicht begrenzt.

Die generative Zelle wächst nicht unbedeutend (Fig. 22) und wird allmählich spindelförmig und etwas halbmondförmig gekrümmt. Ihr Kern befindet sich bei der Anthese noch im Ruhestadium. Sie teilt sich ganz sicher erst im Pollenschlauche. Ich war jedoch nicht im Stande, ihre Teilung zu beobachten. Der Kern der vegetativen Zelle weist bisweilen Zeichen der Degeneration auf, bevor noch das Pollen ausgeleert ist (Fig. 22).

Die Wand des Pollenfaches besteht bei der Anthese aus zwei Zellenlagern: Das Endothecium, bestehend aus grossen, in radialer Richtung verlaufenden Zellen, und die Epidermis mit tangential geplatteten Zellen.

### Die Entwicklung der Samenanlage.

Die Entstehung des Fruchtknotens und die Entwicklung der Fruchtblätter bei den Taccaceen — *Tacca* — beschreibt BAILLON (62, S. 245).

Im jungen Ovarium treten frühzeitig die Plazenten wie drei Längslisten hervor, eine mitten auf jeder Wand unter den inneren Perigonblättern, und jede ist mit einer deutlichen vertikalen Furche versehen. Auf jeder Seite davon kommen die Ovularhöcker hervor.

Die Samenanlagen sind anatrop. Diejenigen, die sich dem Grunde des Ovariums zunächst befinden, sind bisweilen hängend und apotrop, d. h. mit der Mikropyle zwischen der Ovarienwand und der Raphe, aber sonst sind sie ungefähr in der horizontalen Ebene gelegen. Oft, vielleicht sehr oft ist die Raphe ventral, d. h. befestigt an der gegen die Placentenfurche gewendeten Seite, besonders aber bei den Samenanlagen im obersten

und untersten Teile des Ovariums ist sie lateral derartig, dass die ersteren sie an ihrer unteren, die letzteren an ihrer oberen Seite haben. In der Zeit der Befruchtung zeigt der Funiculus oft eine mehr oder weniger starke Krümmung, wodurch die Mikropylöffnung in die unmittelbare Nähe des Leitungsepithels auf dem Nabelstrang kommt. Die äusseren Samenanlagen auf der Plazenta werden durch die Krümmung hinein gegen die Ovarialwand geführt (Fig. 50). In einem ungewöhnlich engen Ovarium fanden sich einige ortotrope Samenanlagen.

Erst wenn die Tetradenteilung im Mikrosporangium vollbracht ist, kann man in der Samenanlage die Initialzelle des Embryosackes unterscheiden (Fig. 23). Sie hat eine hypodermale Lage und nimmt die Spitze einer axilen Zellenreihe ein. Nach NITZSCHKE (14, S. 256) ist diese axile Zellenreihe kennzeichnend für die Samenanlage der Monokotylen, ist aber selten bei der der Dikotylen. Die Initialzelle ist bedeutend grösser als die angrenzenden Nucelluszellen und ist mit einem besonders kräftigen Kern versehen. Die Zelle in der axilen Reihe, die direkt an die Initialzelle grenzt oder nachher an die Embryosackmutterzelle (Fig. 25), ist oft ziemlich gross. Früher oder später teilen sich unterdessen die Zellen in der axilen Reihe antiklin, und nie habe ich die besprochene Zelle als Embryosackmutterzelle ausgebildet gesehen.

Schon bevor die Initialzelle ausdifferenziert ist, kann man bei den Samenanlagen eine erste Andeutung zu der Krümmung bemerken, wodurch sie anatrop werden. Sie kommt anfangs dadurch zu Stande, dass die Zellen auf der einen Seite der Samenanlage wächst.

Die Initialzelle teilt sich mit einer periklinen Wand (Fig. 24). Die innere Zelle von den zwei Tochterzellen nimmt rasch an Grösse zu und macht die Embryosackmutterzelle aus, die äussere ist tafelförmig und teilt sich bald durch antikline Wände, so dass die Embryo-

sackmutterzelle von einer einzigen Schicht von vier oder sechs Schichtzellen überdeckt wird.

Die Anlage des inneren Integumentes geschieht dadurch, dass die Epidermiszellen der Samenanlage entlang einer zwei Zellenreihen breiten, ringförmigen Zone vergrössert und gleichzeitig in radialer Richtung verlängert werden. Hernach teilen sich diese Zellen mittels tangentialer, gewöhnlich etwas schief stehender Wände (Fig. 25).

Wenn sich der Kern der Embryosackmutterzelle im Anfange des Synapsisstadiums befindet, hat die Krümmung der Samenanlage so weit Fortschritte gemacht, dass der Nucellus einen rechten Winkel gegen den Funiculus bildet. Das innere Integument ist bereits bedeutend gewachsen, während das äussere als ein Ringwall basal von jenem angelegt wird. Doch dieser Ringwall ist nicht vollständig, da er auf der Seite des Nucellus fehlt, die gegen den Funiculus hin geht. Beide Integumente bestehen nur aus zwei Zellschichten. Das innere Integument ist während der ganzen Entwicklung höher als das äussere und bildet in der befruchtungsreifen Samenanlage allein den Mikropylkanal (Fig. 50). Sein freier Rand hat sich dann bedeutend verdickt, was vor allem auf einer starken Volumszunahme seiner Zellen beruht.

Wenn sich die Embryosackmutterzelle teilt, ist die Samenanlage schon anatrop. Im Funiculus bildete sich frühzeitiger ein Prokambiumstrang, bestehend aus langgestreckten, stark färbbaren Zellen, die lange Kerne beinhalten. Viel später wird dieser von einem Gefässbündel ersetzt.

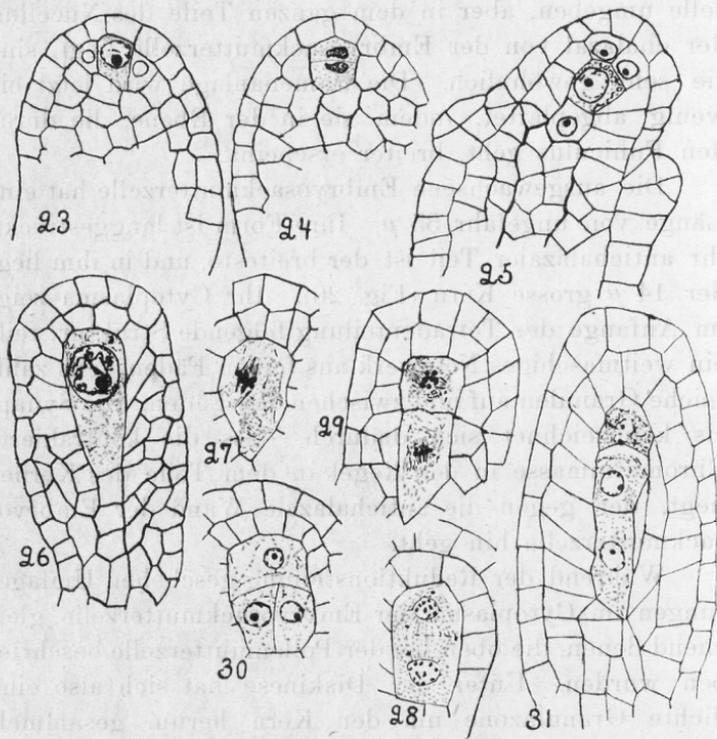
Der Nucellus hat unter dem Wachstume des Integumentes bedeutend an Grösse zugenommen, indem er besonders eine starke Verlängerung erfahren hat. Das Wachstum beruht teilweise auf Streckung, teilweise auf Teilung der Zellen (Fig. 26). In dem zwischen der

Embryosackmutterzelle und der Epidermis befindlichen Zellenlager gehen Zellteilungen nur in den Zellen vor sich, die den chalazalen Teil der Embryosackmutterzelle umgeben, aber in dem ganzen Teile des Nucellus, der chalazal von der Embryosackmutterzelle liegt, sind sie sehr gewöhnlich. Die Samenanlage wird jetzt ein wenig abgeplattet, indem sie in der Ebene, die durch den Funiculus geht, breiter erscheint.

Die ausgewachsene Embryosackmutterzelle hat eine Länge von ungefähr  $35 \mu$ . Ihre Form ist langgestreckt, ihr antichalazaler Teil ist der breiteste, und in ihm liegt der  $14 \mu$  grosse Kern (Fig. 26). Ihr Cytoplasma zeigt im Anfange der Tetradenteilung folgende Struktur: teils ein weitmaschiges Netzwerk aus feinen Fäden, teils zahlreiche Granulen auf und zwischen den Fäden. Die Synapsis kennzeichnet sich dadurch, dass die kontrahierte Chromatinmasse in der Regel in dem Teile des Kernes liegt, der gegen die antichalazale Wand der Embryosackmutterzelle hin geht.

Während der Reduktionsteilung geschehen Umlagerungen im Cytoplasma der Embryosackmutterzelle, gleichend denen, die oben bei der Pollenmutterzelle beschrieben wurden. Unter der Diakinese hat sich also eine dichte Granulazone um den Kern herum gesammelt und in dieser Zone liegt die heterotypische Kernspindel. Sie ist aus feineren Spindelfasern gebildet als die Kernspindel der Pollenmutterzelle und die kurzen Stützfasern, die bei dieser beschrieben wurden, fehlen hier. Gewöhnlich ist sie mit ihren Spitzen, die nicht so ausgezogen sind wie die der Pollenmutterzellespindel, an der Hautschicht der Zelle oder an der äusseren Grenze der granulierten Zone befestigt. Die Kernspindel ist manchmal etwas gebogen und liegt oft schief im Verhältnisse zur Längsachse der Embryosackmutterzelle (Fig. 27). Unter der Anaphase verschwinden die Spitzen der Spindel, die zwei Tochterkerne konstituieren sich und stehen

mit einander durch sehr feine Kinoplasmfäden in Verbindung, in denen eine sehr dünne Wand angelegt wird (Fig. 28). Extranucleäre Nucleolen treten in grosser



*Schizocapsa plantaginea*. Fig. 23. Samenanlage mit Initialzelle. Vergr. 510. — Fig. 24. Initialzelle geteilt. Vergr. 510. — Fig. 25. Embryosackmutterzelle. Die Anlage des inneren Integumentes. Vergr. 510. — Fig. 26. Embryosackmutterzelle. Vergr. 510. — Fig. 27. Die heterotypische Kernspindel. Vergr. 510. — Fig. 28. Dyadenzellen. Vergr. 510. — Fig. 29. Die homöotypischen Kernspindeln. Vergr. 510. — Fig. 30. Abnorme Makrosporenanordnung. Vergr. 510. — Fig. 31. Makrosporentetrade. Vergr. 510.

Anzahl auf, aber verschwinden bald wieder. Die Nucleolen werden unter der Interkinese nicht in den Tochterkernen gebildet. Um den Kern der Dyadenzellen herum sammelt sich eine dichte Plasmazone und in ihr

liegt die homöotypische Kernspindel, die der heterotypischen gleicht und auf dieselbe Weise befestigt ist (Fig. 29). Die Lage der beiden Kernspindeln ist ganz verschieden. Die chalazale fällt entweder mit der Längsachse des Nucellus zusammen, oder sie bildet einen in jedem Falle ziemlich spitzen Winkel mit ihr, die antichalazale steht oft senkrecht zur Längsachse. Die chalazale Dyadenzelle teilt sich also gleich der Embryosackmutterzelle mittels einer transversalen Wand, die antichalazale mittels einer longitudinalen, schiefen oder seltener transversalen Wand. Die Teilung geschieht gleichzeitig in beiden Zellen, irgendeinen Vorsprung bei der chalazalen, wie er bei vielen Gewächsen vorkommt, gibt es hier nicht.

Die vier durch die Tetradenteilung entstandenen Makrosporen liegen also gewöhnlich in T-Form geordnet, um NITZSCHKES Ausdruck zu gebrauchen (14, S. 231). Dies ist zwar nicht die gewöhnlichste Makrosporenanordnung innerhalb der Angiospermen, aber sie kommt, wie es scheint, ziemlich allgemein unter den Mono- wie Dikotylen vor. Innerhalb Helobiae ist sie gewöhnlich (MURBECK 02, HOLMGREN 13, NITZSCHKE 14, PALM 15 und mehrere ältere Angaben). Aber sie kommt auch mehr oder weniger oft z. B. bei *Gloriosa* (AFZELIUS 19), *Burmannia Championii* (ERNST und BERNARD 12), *Heteranthera* (COKER 07), *Gymnadenia albida* (AFZELIUS 16), *Musa ornata* Chittagong (D'ANGREMOND 15), also hie und da innerhalb Familien vor, die keinen näheren phylogenetischen Zusammenhang haben. (Vergl. jedoch NITZSCHKE 14, S. 257).

Bedeutend seltener liegen die Makrosporen in einer Reihe und Fig. 30 zeigt eine eigentümliche Anordnung: Beide Dyadenzellen haben sich mit einer longitudinalen Wand geteilt, die in den zwei Zellen verschiedene Richtung hatte. Die Makrosporen liegen also kreuzweise, zwei und zwei in derselben Höhe. Die Embryosack-

mutterzelle und damit auch die chalazale Dyadenzelle ist offenbar ungewöhnlich breit gewesen, weswegen sich auch die chalazale Kernspindel transversal stellen konnte. Eine solche Anordnung der Makrosporen, die ja eine grosse Ähnlichkeit mit einer »Tetrade« zeigt, scheint selten zu sein. Zwei und zwei auf derselben Höhe aber bilateral geordnet liegen nach MAC ALLISTER (14) die Makrosporen bei *Smilacina sessilifolia* und *Streptopus roseus*.

Schon bei der Anlage sind die zwei chalazalen Makrosporen gewöhnlich grösser als die zwei anderen, was seinen Grund darin hat, dass die chalazale Dyadenzelle jedenfalls die höhere ist. Nach einiger Zeit wächst die der Chalazaregion zunächst liegende Makrospore stark (Fig. 31) und verdrängt die übrigen. Ihr Kern wächst auch: der einkernige Embryosack ist gebildet.

Fig. 32 zeigt einen 2-kernigen Embryosack. Seine Mitte wird von einer gewaltigen Vakuole eingenommen. Die Reste der übrigen Makrosporen sind mit ihrer desorganisierten Kernen noch sichtbar. Die Schichtzellen weisen schon Zeichen einer beginnenden Zerstörung auf. Ihre Kerne sind stark chromophil, was, wenn auch in geringerem Grade, auch mit ihrem Cytoplasma der Fall ist. Die Zellwände, die den chalazalen Teil des Embryosackes begrenzen, sind verdickt und von gelbbrauner Farbe.

Fig. 33 zeigt den vierkernigen Embryosack. Er ist ganz bedeutend gewachsen und hat bis auf einige unbedeutende Reste die Schichtzellen vollständig verdrängt, so dass der Embryosack an die Epidermis stösst. Die Nucellus-zellen, die um den mikropylaren Teil des Embryosackes herumliegen, weisen Zeichen von Auflösung auf. Sie werden unter der fortgesetzten Entwicklung des Embryosackes verdrängt und aufgelöst. Die verdickten Zellwände um das chalazale Ende herum hindern, wie es scheint, die Erweiterung des Embryosackes an dieser Stelle, so dass er dort schmaler wird. Wenn die vier Kerne sich geteilt haben, liegen die entstan-

denen 8 Kerne anfangs frei im Plasma des Embryosackes. Dann vollzieht sich die Zellbildung, so dass sich der Eiapparat und die Antipoden konstituieren.

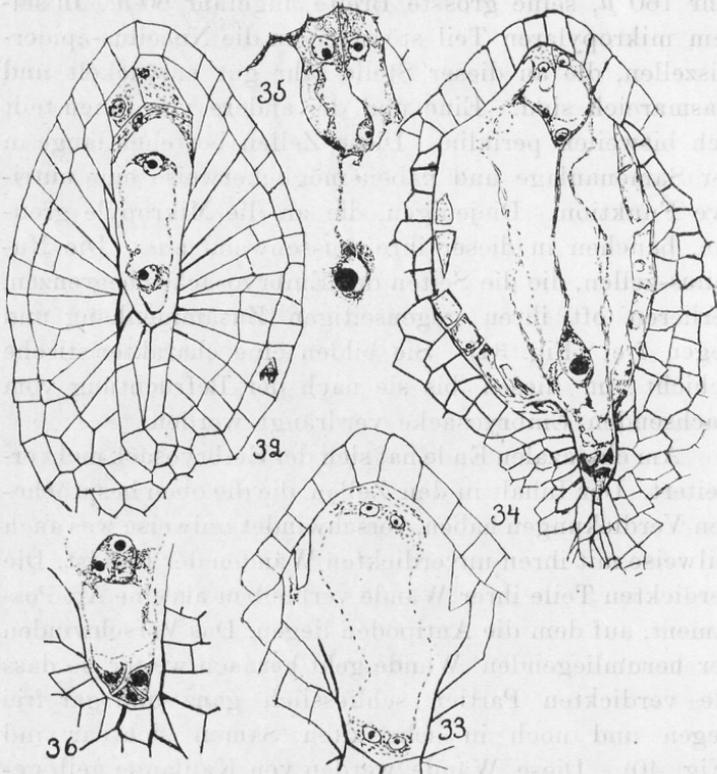
Die Länge des fertigen Embryosackes beträgt ungefähr 160  $\mu$ , seine grösste Breite ungefähr 60  $\mu$ . In seinem mikropylaren Teil stösst er an die Nucellus-epidermiszellen, die an dieser Stelle sehr gut entwickelt und plasmareich sind. Eine und die andere von ihnen teilt sich bisweilen periklin. Diese Zellen bestehen lange in der Samenanlage und haben möglicherweise eine nutritive Funktion. Diejenigen, die an die Mikropyle grenzen, bauchen in dieser ihre Aussenwand aus. Die Nucellus-zellen, die die Seiten des Embryosackes begrenzen, verlieren oft ihren gegenseitigen Zusammenhang und liegen frei (Fig. 34). Sie bilden eine charakteristische Schicht um diesen bis sie nach der Befruchtung vom wachsenden Embryosacke verdrängt werden.

Am chalazalen Ende hat sich der Embryosack nicht erweitert. Der Inhalt in den Zellen, die die oben besprochenen Verdickungen haben, verschwindet teilweise was auch teilweise mit ihren unverdickten Wänden der Fall ist. Die verdickten Teile ihrer Wände verbleiben als eine Art Postament, auf dem die Antipoden liegen. Das Verschwinden der herumliegenden Wände geht hernach weiter, so dass die verdickten Partien schliesslich ganz und gar frei liegen und noch in sehr alten Samen sichtbar sind (Fig. 40). Diese Wände werden von Kalilauge gelb gefärbt, weswegen sie also cutinisiert sein müssen, aber sie werden auch rot gefärbt von Saffranin oder Phloroglucin und Salzsäure und desgleichen grün von Jodgrün, weswegen sie Holzstoff beinhalten müssen.

Im chalazalen Teil des Nucellus verläuft ein zentraler Zellstrang von ziemlich langgestreckten Zellen. Von ihm gehen zahlreiche Reihen von isodiametrischen, oft etwas unregelmässigen Nucelluszellen in radialer Richtung aus. Ein solcher Zellstrang wird bei vielen

Gewächsen beschrieben und man meint gewöhnlich, dass er die Funktion habe, die Nahrungsstoffe zum Embryosacke zu leiten.

*Die Synergiden.* Die Synergiden werden wie es scheint



*Schizocapsa plantaginea.* Fig. 32. Zweikerniger Embryosack. Vergr. 510. — Fig. 33. Vierkerniger Embryosack. Vergr. 510. — Fig. 34. Embryosack. Vergr. 300. — Fig. 35. Eiapparat und Zentralkern. Vergr. 510. — Fig. 36. Antipoden und neugebildeter Zentralkern. Vergr. 510.

als besondere Zellen vom übrigen Teile des Embryosackes frühzeitig als die Eizelle abgegrenzt. Anfangs sind sie von unregelmässiger kantiger Form und haben keine Vakuole. Doch bald tritt eine solche in ihrem apikalen

Teil (Fig. 48 a) auf, und gleichzeitig wachsen sie zu ihrer definitiven Form und Grösse aus (Fig. 34 u. 35). Sie sitzen mit ziemlich breiter Basis befestigt, zeigen oberhalb der Mitte oft eine leichte Einschnürung, sind aber am apikalen Ende erweitert. Oft sind sie dort vollkommen gerundet, oft aber zeigen insbesondere ältere Synergiden eine scharfe Leiste (Fig. 34). Die Vakuole ist sehr gross, das Cytoplasma besitzt eine netzförmige Struktur, der Kern ist rund, versehen mit einem Nucleolus und deutlichen Chromatinkörnern. Irgendein »Fadenapparat« (HABERMANN 06) findet sich, wie es scheint, nicht.

Die *Eizelle* ist langgestreckt, sie erstreckt sich etwas weiter hinein in den Embryosack als die Synergiden. Sie hat eine sehr grosse Vakuole, ihr Plasma liegt gesammelt um den Kern, der dem der Synergiden gleicht.

Die *Antipoden*. Die drei Antipoden liegen als freie Zellen ausserhalb des Protoplasts des Embryosackes in der postamentartigen Bildung. Gewöhnlich liegen sie triangulärartig geordnet, die Spitze des Dreieckes gegen die Chalaza gewendet (Fig. 36), manchmal aber bilden sie eine vertikale Reihe. Sie sind ganz klein, von unregelmässiger Form und ziemlich plasmaarm. Manchmal liegt das Plasma an dem einen Ende der Zelle, während sich an dem anderen, das gewöhnlich gegen den Embryosack hin geht (Fig. 45), eine Vakuole befindet. Anfangs ist der Kern der Antipoden mit einem Nucleolus und deutlichen Chromatinkörnern versehen und gleicht einem Synergidkerne, bald aber wird er stark chromophil (Fig. 34). Niemals beinhaltet eine Antipode mehr als einen Kern. Die Lebensdauer der Antipoden ist, wie es scheint, ziemlich variierend, aber im allgemeinen verbleiben sie noch eine Zeit lang nach der Befruchtung.

Fig. 45 a. u. b. zeigt einen Embryosack mit 6 Antipoden, von denen ein paar ziemlich gross sind und eine an das Ende versetzte Vakuole haben. Im übrigen

beinhaltet dieser Embryosack im chalazalen Ende einen grossen Polkern, im Mikropylende vier freie Kerne, eingelagert in das Plasma des Embryosackes. Diese letzteren sind ganz klein im Verhältniss zum chalazalen Polkern. Vermutlich war der chalazale Teil des Embryosackes in bezug auf Nahrung auf Kosten des mikropylaren begünstigt worden.

In bezug auf ihre Funktion sollten wohl die Antipoden bei *Schizocapsa* zum ersten Antipodentypus LÖTSCHERS gerechnet werden, der sich dadurch auszeichnet, dass die Antipoden wie »nackte Protoplasten oder lose Zellen« (05) entwickelt sind, und dass ihre Funktion in »Auflösung oder Resorption« des Nucellus bestehen sollte. Inzwischen sind hier ja gewisse Teile des Nucellus um den chalazalen Teil des Embryosackes herum aufgelöst worden, schon bevor sich die Antipoden bildeten, und die Auflösung setzt sich fort, nachdem sie verschwunden sind, und es hat gar nicht den Anschein, als ob die Antipoden während ihrer Lebenszeit irgendeine Wirksamkeit in dieser Richtung ausüben würden. Ob sie an Stelle dessen eine Art nutritive Funktion haben, lässt sich kaum entscheiden.

*Der Zentralkern.* Die zwei Polkerne schmelzen im chalazalen Teile des Embryosackes zusammen. Der mikropylare Polkern dürfte von der Plasmaströmung im Embryosacke dorthin geführt werden. In Fig. 36 ist die Verschmelzung gerade vollgebracht. Der Zentralkern hat eine bedeutende Grösse (14  $\mu$ .) und ist mit einem kräftigen Nucleolus und zahlreichen feinen Chromatinkörnern versehen. Selten trifft man ihn in der Mitte des Embryosackes oder näher dem Eiapparat, aber gewöhnlich liegt er in der Nähe der Stelle, wo der Embryosack vom chalazalen Ende verschmälert wird. Ein breiter Plasmastrang verbindet den Zentralkern mit dem Eiapparate (Fig. 34) und ist oft entlang diesen befestigt.

Plasmastränge verlaufen auch zwischen dem Zentralkerne und den Seiten des Embryosackes.

NAWASCHIN (09) meint, dass der Protoplast des Embryosackes mit den zwei Polkernen eine unabhängige Zelle bildet, die er »Endospermanlage« nennt. VAN TIEGHEM hat auch dieser Zelle »dont le noyau a recouvert par la fusion des deux demi-noyaux primitifs, son intégralité et le nombre normal de ses chromosomes« einen besonderen Namen gegeben. Er nennt sie *mésocyste*. Bei der Schizocapsa ist diese Zelle wohl abgegrenzt vom Eiapparat und von den Antipoden. Sie umgibt gewöhnlich den ersteren becherförmig.

Bevor ich weitergehe, will ich etwas das Vorkommen eines mehrzelligen Archesporiums bei der Schizocapsa berühren. Fig. 46 zeigt zwei Embryosackmutterzellen, deren Kerne sich im Synapsisstadium befinden. Zwischen den Mutterzellen liegt eine Partie sterilen Nucellusgewebes, bestehend aus langgestreckten, wie es scheint, zusammengepressten Zellen. In Fig. 47 ist ein Nucellus abgebildet, der teils einen 2-kernigen Embryosack mit Resten von Makrosporen teils eine vollständige Makrosporentetrade beinhaltet. In anderen Fällen grenzen die beiden sporogenen Komplexe an einander. Niemals scheinen mehr als zwei Mutterzellen innerhalb desselben Nucellus vorzukommen, und dieser ist übrigens immer breiter als den normalen. Zweifelsohne können beide Embryosackmutterzellen sich zu fertigen Embryosäcken entwickeln, da man bisweilen in derselben Samenanlage zwei mehr oder weniger vollkernige Embryosäcke findet, die an einander grenzen. Fig. 48 a u. b zeigt also einen ungewöhnlich breiten und grossen Nucellus. Seine ungewöhnliche Grösse beruht darauf, dass er zwei Embryosäcke beinhaltet, die gerade in der Ausbildung zur definitiven Form begriffen sind, und übrigens, wie es scheint, teilweise in einander verschmolzen sind. Im Antipodenende liegen 7 einkernige, teilweise

etwas vergrößerte Antipoden nebst einem Polkerne. Der Polkern des zweiten Embryosackes ist zweifelsohne ein Bestandteil in einem Antipoden geworden. Im Mikropylende finden sich zwei Sätze von jungen Synergiden und zwei Paar freien Kernen. In jedem Paar dürfte sich ein Polkern und ein Eikern finden.

Angaben über ein mehrzelliges Archesporium bei den Monokotylen fanden sich bis in die jüngste Zeit nur in geringer Anzahl. COULTER und CHAMBERLAINS Handbuch nennt nur zwei Beispiele (03, S. 61). Abgesehen von den Fällen, wo die primäre Schichtzelle den Charakter einer Mutterzelle annimmt, wie bei *Ruppia* (02 MURBECK), *Butomus* (13 HOLMGREN und 14 NITZSCHKE), trifft man doch in der embryologischen Literatur zahlreiche Angaben darüber, dass sich in derselben Samenanlage zwei Embryosackmutterzellen oder zwei Embryosäcke zufälligerweise finden können, so bei *Lilium longiflorum* (FERGUSON 07), *Fritillaria messanensis* (LECHMERE 07), bei vielen *Convallariaceen* (MAC ALLISTER 14), *Gloriosa superba* (AFZELIUS 19), bei der Bananensorte *Appelbacove* (d'ANGREMOND 15), *Typha latifolia* (DAHLGREN 18), *Butomus* (HOLMGREN 13), *Alisma plantago* und *Echinodorus* (NITZSCHKE 14), *Aponogeton ulvaceus* (AFZELIUS 20). Bei *Oncidium praetextum* hat AFZELIUS (16) viermal eine der Nucellus' Epidermiszellen als Embryosackmutterzelle ausgebildet gesehen.

*Das leitende Gewebe.* Von jeder der zwischen den zwei Lappen jedes Griffelastes gelegenen Narbenöffnungen geht ein Griffelkanal aus, und im unteren Teile des Griffels verschmelzen im Gegensatz zu dem, was LIMPRICHT angibt (02, S. 23), die drei Griffelkanäle. Die sind mit einer Zellschicht plasmareicher Zellen ausgekleidet, deren gegen den Griffelkanal grenzende Wände verdickt sind.

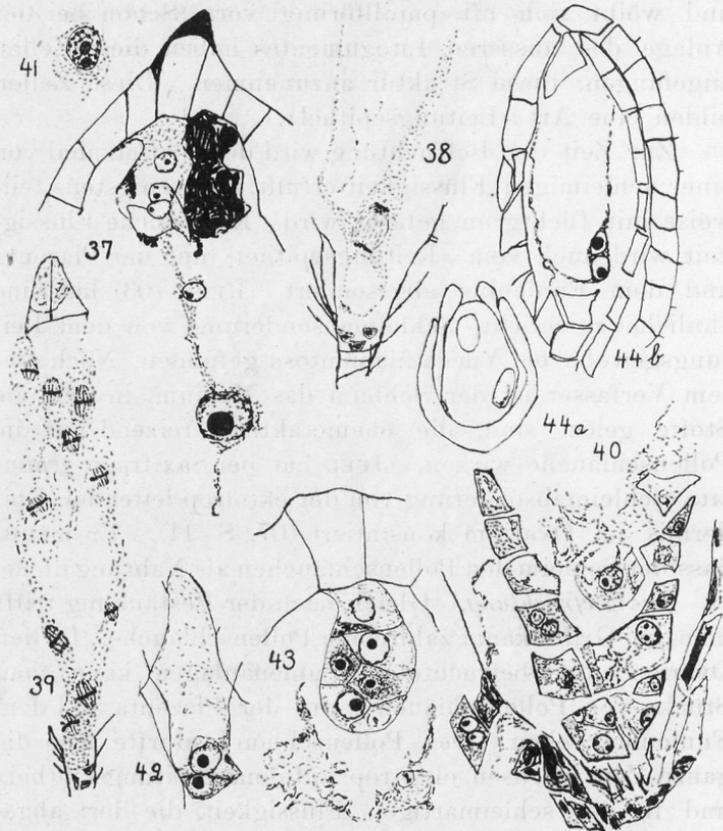
Die Epidermiszellen auf dem Teil der Plazenten, der zwischen den Insertionsstellen der Samenanlagen liegt,

sind wie auf dem freien Teile des Funiculus radial gestreckt und plasmareich. Ihre freie Wand ist verdickt und wölbt sich oft papillförmig vor. Schon bei der Anlage des äusseren Integumentes haben diese Zellen angefangen, diese Struktur anzunehmen. Diese Zellen bilden eine Art »Leitungsepithel«.

Zur Zeit der Befruchtung wird der Griffelkanal von einer schleimigen Flüssigkeit erfüllt, die wenigstens teilweise mit Lichtgrün gefärbt wird. Eine solche Flüssigkeit wird auch vom »Leitungsepithel« auf der Plazenta und dem Funiculus abgesondert. REED (03) hat eine ähnliche reichliche Schleimabsonderung von dem Leitungsgewebe bei *Yucca filamentosa* gefunden. Nach diesem Verfasser ist der Schleim das Medium, in dem die Stoffe gelöst sind, die chemotaktisch reizend auf die Pollenschläuche wirken. JUEL hat bei *Saxifraga granulata* Schleimabsonderung von der ektotrop leitenden Epidermis im Ovarium konstatiert (07, S. 11). Er meint, dass der Schleim den Pollenschläuchen als Nahrung diene.

*Die Befruchtung.* Gleich nach der Bestäubung trifft man im Griffelkanal zahlreiche Pollenschläuche. In den Ovarien mit befruchteten Samenanlagen kann man Stücke von Pollenschläuchen auf der Plazenta und dem Funiculus sehen. Der Pollenschlauch dürfte also die ganze Zeit wachsen ektotrop auf dem »Leitungsepithel« und in der schleimartigen Flüssigkeit, die dort abgesondert ist. Vom Leitungsgewebe der Funiculus gehen die Pollenschläuche auf Grund der oben genannten Krümmung des Nabelstrangs direkt in die Mikropyle hinein. Der Schlauch drängt sich dann zwischen die Epidermiszellen auf der Nucellusspitze und ergiesst seinen Inhalt in die eine Synergide, die dabei in eine sehr stark färbare Masse verwandelt erscheint (Fig. 37). Manchmal sind beide Synergiden zerstört, ohne dass mehr als ein Pollenschlauch, wie es scheint, im Embryosack gewachsen ist.

Bald werden die Spermakerne im Embryosacke sichtbar. Der eine lag auf den untersuchten Präparaten stets



*Schizocapsa plantaginea*. Fig. 37. Doppelbefruchtung. Die Grenze zwischen die intakte Synergide und die Eizelle undeutlich. Vergr. 510. — Fig. 38. Der Zentralkern teilt sich. Vergr. 300. — Fig. 39. Kernteilungen im Endosperme. Eiapparate degeneriert. Aus mehreren Schnitten kombiniert. Vergr. 225. — Fig. 40. Chalazales Endosperm, becherförmig das chalazale Ende des normalen umgebend. Vergr. 225. — Fig. 41. Der befruchtete Eikern. Prophase. Chromosomen deutlich. Der Eikern gehört dem in Fig. 38 abgebildeten Embryosacke. Vergr. 920. — Fig. 42. Zweikerniger Embryo. Vergr. 510. — Fig. 43. Mehrkerniger Embryo. Verg. 510. — Fig. 44 a. Samenanlage mit aposporem Embryosacke. Vergr. 54. — Fig. 44 b. Der apospore Embryosack. Verg. 510.

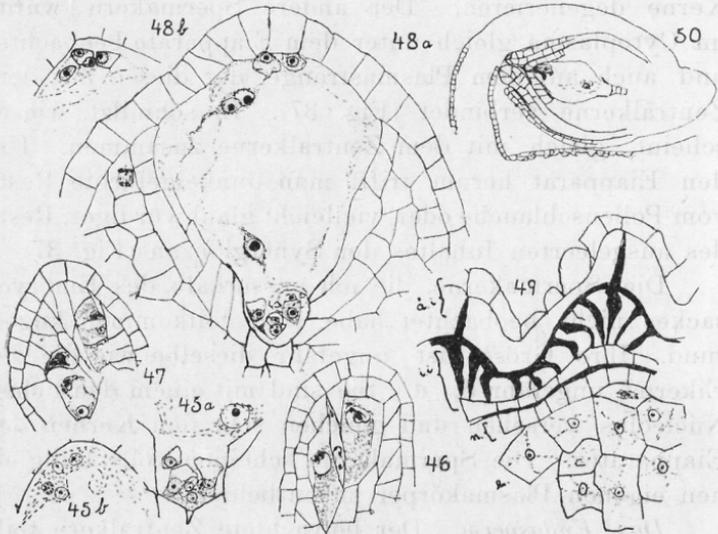
in der Eizelle und im Kontakt mit ihrem Kerne: er scheint also direkt in die Eizelle hineinzuwandern; nachdem er die Synergide verlassen hat, und es scheint eine Zeit lang zu dauern, bevor er mit dem Eikerne verschmilzt. Manchmal unterbleibt die Verschmelzung und beide diese Kerne degenerieren. Der andere Spermakern wurde im Cytoplasma gleich unter dem Eiapparate beobachtet und auch auf dem Plasmastrange, der diesen mit dem Zentralkerne verbindet (Fig. 37). Er schmilzt, wie es scheint, gleich mit dem Zentralkerne zusammen. Um den Eiapparat herum trifft man dunkelgefärbte Reste vom Pollenschlauche oder, vielleicht glaubwürdiger, Reste des ausgeleerten Inhaltes der Synergide an (Fig. 37).

Die Spermakerne, die ich ausserhalb des Embryosackes nicht beobachtet habe, sind vollkommen kugelförmig. Ihre Grösse ist ungefähr dieselbe wie die des Eikerns, ungefähr  $5,5 \mu$ . Sie sind mit einem deutlichen Nucleolus versehen und gleichen sehr den Kernen des Eiapparates. Die Spermakerne scheinen vollständig einen eigenen Plasmakörper zu entbehren.

*Das Endosperm.* Der befruchtete Zentralkern teilt sich rasch. Zweimal habe ich diese erste Teilung beobachtet. Das ein mal lag die Kernspindel ungefähr senkrecht zur Längsachse des Embryosackes, das ander mal bildete sie einen ganz spitzen Winkel mit dieser (Fig. 38). Keine Wandplatte war in der Kernspindel sichtbar. Die folgenden Teilungen geschehen in rascher Folge, gleichzeitig damit, dass der Embryosack und die Samenanlage ziemlich bedeutend wachsen und schwach kampylotrop werden. Fig. 39 zeigt eine grosse Anzahl Monastren — zusammen waren es 16 — zerstreut im Embryosacke, der sich gefaltet hat. Es können keine Zellengrenzen beobachtet werden, und es liegen auch die chalazalen Monastren nicht in irgendeiner von dem übrigen Endosperme getrennte Plas-

mamasse. Ist doch das Plasma in diesem schmälere Teile des Embryosackes dichter als im übrigen. Die Endosperm bildung bei Schizocapsa ist also nukleär.

Der chalazale Teil des Embryosackes hat wie gesagt einen dichteren Plasmahalt als der Embryosack



*Schizocapsa plantaginea*. Fig. 45 a u. b. Anormaler Embryosack. Vergr. 385. — Fig. 46. Nucellus mit 2 Embryosackmutterzellen. Vergr. 385. — Fig. 47. Nucellus mit »Tetrade« und 2-kernigem Embryosacke. Vergr. 300. — Fig. 48 a u. b. Nucellus mit 2 Embryosäcke. Aus mehreren Schnitte kombiniert. Verg. 385. — Fig. 49. Samenschale und junge Endospermzellen. Querschnitt. *ä.* = äusseres *i.* = inneres Integument. *n* = Nucellus. *e* = Endosperm. Vergr. 165. — Fig. 50. Befruchtete Samenanlage. Vergr 65.

im übrigen. Die dort liegenden Endospermkerne sind aber doch nicht grösser als die anderen. Sie nehmen an Anzahl zu, und die Zellenbildung geht in diesem *chalazalen Endosperm* gleichzeitig mit der des übrigen Endospermes vor sich.

(Forts.).

## Växtgeografiska bidrag. 4. Västergötland.

AF ERIK ALMQUIST.

(Forts. från sid. 180.).

*M. albus.* Karlsborg (fästningsvallarne m. fl. st. i mängd).  
*Trifolium agrarium.* Kyrkefalla (Tibro); Ransberg (prästgården).

*Sarothamnus scoparius.* Karlsborg (Underbacken, 1 buske på landsvägskant, sedd flere år men ej blommande).

*Epilobium collinum.* Karlsborg (fästningsvallar).

*E. roseum.* Hällekis och Råbäck.

*E. obscurum.* V. Tunhem (Björkås).

*Myriophyllum alterniflorum.* Karlsborg (Vättern).

*Myrrhis odorata.* Billingen (Åsbotorp); Eggby (Höjentorp).

*Conium maculatum.* V. Tunhem (Björkås 1916).

*Daucus carota.* Karlsborg (fästningsgraf); Kinnekulle (t. ex. Hällekis, Råbäck, Trolmen); dessutom på banvallar vid Sköfde, Forshems och Gössäters stationer, Salsta station och Flo (Flo by).

*Selinum carvifolia.* Beateberg (Ryholm); Svëntorp (Piggatorp).

*Cicuta virosa.* Karlsborg (fästningsgraf).

*Cornus sanguinea.* Varnhem (Ulunda kalkbrott).

*Alnus incana.* Karlsborg & Mölltorp (Vätterstranden från Vanäs udde till Gråshult, ymnig).

*Goodyera repens.* Karlsborg (flerst. i mängd); Kyrkefalla (skog söder om kyrkan); Ransberg (Klevaberget).

*Epipactis helleborine.* Karlsborg (volontärskolan, 1 ex.).

*Listera ovata.* Karlsborg (mellan Mosskärr och Underbacken).

*Neottia nidus avis.* Karlsborg (Ulfstigen, 1 ex.).

*Narcissus poeticus.* Hällekis (förvildad utanför trädgården).

*Lilium martagon.* Förvildad vid Hällekis och Höjentorp.

*Juncus squarrosus.* Billingen (Törstorp); Färdala- och Hvarfsbergen; Karlsborg (skjutbanorna, Underbacken); Kyrkefalla (Balteryd nära järnvägsbron); Skölfvene (Sibbarp).

*Luzula angustifolia.* Hjo (badparken 1913).

*Scirpus compressus.* Billingen (Långesäter).

*Sc. pauciflorus.* Hvarfsberget (ofvan Hvarfs kyrka); Slöta (Svartekulla).

*Carex pauciflora.* Mölltorp (Kråks Stormosse).

*C. arenaria.* Karlsborg ej blott på Vätterstranden (Rödesund, Underbacken) utan äfven långt därifrån (mellan stationen och kyrkogården, mellan Underbacken och Åsen); Möll-

- torp (Vätterstranden vid Gråshult, Bro och Kråk, landsvägsbank vid Bro).
- C. elongata.* Töreboda (kanalkanten).
- C. loliacea.* Öglunda (Hallan).
- C. acutiformis.* Mösseberg (Jättene).
- C. lepidocarpa.* Skulptorp och Mölltorp vid Billingen.
- C. sparsiflora.* Billingen (Åsbotorp); Åsle (Fårdala).
- Elymus arenarius.* Karlsborg (Vanäs udde, fästningsvallarne i mängd, järnvägsstationen; torde endast på förstnämnda plats vara vild); Mölltorp (Gråshult på Vätterstranden samt inflyttad vid gårdarne).
- Cynosurus cristatus.* Karlsborg (Mosskärr etc. riklig).
- Festuca (Bromus) inermis.* Karlsborg (idrottsparken); V. Tunhem (Björkås).
- F. (B.) tectorum.* Falköping-Ranten (gata); Karlsborg (fästningens järnvägsspår).
- Hierochloa odorata.* Varnhem (Pickagården).
- Melica nutans.* Beateberg (flerst.); Karlsborg (Vanäs udde); Ransberg (Lunnekullen).
- Avena elatior.* Karlsborg. — Utmed Kinnekulle—Lidköpings och Sköfde—Axvalls järnvägar ymnig.
- A. (Trisetum) flavescens.* Sådd på gräsplaner: Hjo (badparken); Karlsborg (ammunitionsfabriken).
- Holcus lanatus.* Karlsborg (Mosskärr etc. riklig).
- Typha angustifolia.* Skärf (Prinshaga).
- T. latifolia.* Vänersborg (nya kanalen); V. Tunhem (Björkås).
- Acorus calamus.* Agnetorp (Yan vid St. Håfven); Bellefors, Ekeskog & Kyrkefalla s:nar flerst. i Tidän (riklig); Floby.
- Elodea canadensis.* Karlsborg (»Bockgrafven»); V. Tunhem (Björkås).
- Potamogeton praelongus.* Karlsborg (Rödesundsviken; jfr RUDB.)
- P. filiformis.* Karlsborg (Vättern vid volontärskolans skjutbana, ymnig).
- Onoclea struthiopteris.* Hjo (badparken); Hvarf (blockmarken ofvanför kyrkan i mängd); Kyrkefalla (bäckdalar vid Gäre och Smuleberg).
- Botrychium lunaria.* Mölltorp (Stenkullen).
- Equisetum pratense.* Billingen (flerst. i mängd, troligen allmän); Gudhem; Ransberg (järnvägsskäring vid Fagersanna).
- E. hiemale.* Karlsborg (mellan Rödesund och Ulfstigen, L. Mosskärr spars.); Mölltorp (Gelsebo, Vätterns sandstrand vid Gråshult).

## Eine Antwort an John Frödin.

VON T. Å. TENGWALL.

Mit Zögern und Widerwillen habe ich mich entschlossen, mit den folgenden Zeilen, die eine Antwort auf das Pamphlet J. FRÖDIN'S »Sur la limite forestière et la température de l'air« (Bot. Not. 1920) darstellen, in eine Polemik mit diesem Verfasser einzulassen. In seiner Schrift findet sich nämlich nicht ein einziger Versuch, der Kritik, der ich und andere sein Material und seine Schlussfolgerungen unterzogen haben, sachlich zu begegnen. Statt dessen wird behauptet, ich hätte mich einer »falsification grossière de la vérité« schuldig gemacht, ich »ne connais pas assez le territoire sur dont je parle« etc. Diese und ähnliche Liebenswürdigkeiten, mit denen FRÖDIN seinen Aufsatz schmückt, berühren mich zwar unangenehm, doch wenig, da sie ohne auch nur eine Spur von Beweis hinausgeschleudert werden. Die Sache hat aber eine andere Seite. FRÖDIN hat es für zweckmässig gefunden, sein Pamphlet ins Französische übersetzen zu lassen, und zwar, soviel ich verstehen kann, in der Absicht, meine wissenschaftliche Produktion im Ausland zu kompromittieren. Ausserdem hat er gleichzeitig — wenn auch nicht auf genau dieselbe saubere Art — die beiden anderen schwedischen Botaniker, welche sich gleich mir mit der Waldgrenzenforschung am meisten beschäftigt haben — TH. C. E. FRIES und H. SMITH (FRIES 1913, 1917 und 1918, SMITH 1920) — angegriffen. Zunächst ist es also die Absicht, die Zuverlässigkeit FRÖDINS sowohl in wissenschaftlicher — besonders botanischer — Hinsicht als auch in seinen polemischen Methoden zu beleuchten, welche mich zu diesen Zeilen veranlasst. Von einer Verteidigung meinerseits kann dagegen nicht die Rede sein, da ich nicht sachlich angegriffen worden bin. Es gibt wichtigere Dinge

als Verteidigung gegen leere Beleidigungen. Zu einer sachlichen Diskussion bin ich dagegen selbstverständlich jederzeit bereit.

Die Lage ist die: Der Dozent für Geographie J. FRÖDIN betrachtet sich als eine so grosse botanische Autorität, dass er die drei Botaniker, die sich seit den Tagen WAHLENBERGS von allen nordeuropäischen Forschern am meisten mit der Waldgrenzenforschung befasst haben, ohneweiters niedersäbeln zu können glaubt. Und das, ohne irgend welche neue Tatsachen oder Beweise zu bringen, auf welche er sein Auftreten stützen könnte. Diese Art von »wissenschaftlicher« Schriftstellerei ist zwar einzig in ihrer Art, aber trotzdem zu verurteilen.

FRÖDINS Selbstüberschätzung als Botaniker äussert sich unter anderem in folgenden famosen Ausdrücken gegen SMITH und mich: »En général ces auteurs se distinguent par un traitement extrêmement faible de la littérature scientifique«. (FRÖDIN 1920 s. 172). Die Behauptung ist aus der Luft gegriffen. Ich wage zu erklären — und dasselbe kann wohl auch SMITH von sich behaupten, — dass keine wichtige Arbeit über Waldgrenzen in schwedischer, norwegischer, deutscher, französischer oder englischer Sprache erschienen ist, die ich nicht gelesen habe und kenne. Dagegen habe ich nicht die ganze Literatur über Waldgrenzen in meinen Arbeiten (1918 u. 1920) zitiert; ich habe natürlich nur solche Arbeiten aufgenommen, die in direktem Zusammenhang mit den von mir behandelten Fragen standen! — Übrigens ist es ja selbstverständlich, dass FRÖDIN, der sich nur gelegentlich mit botanischen Fragen beschäftigt hat, auf diesen Gebieten weder die Schulung noch die Literaturkenntnis besitzen kann, die er sich vielleicht selbst wünscht. Nach seinen Publikationen zu urteilen, scheint früher SCHIMPER'S »Pflanzengeographie« der Weisheitsborn gewesen zu sein, aus dem er »seine« Ideen schöpfte.

Jetzt macht es nach seinen Literaturverzeichnissen und Zitaten den Eindruck, als ob J. FRÖDIN sein Lieblingsverfasser wäre. Über Geschmack lässt sich nicht streiten.

FRÖDINS wissenschaftliche Zuverlässigkeit kann in geeigneter Weise durch einige Zitate aus seinen eigenen Schriften beleuchtet werden. Zunächst einige mehr allgemeine, geographische, die aus seinem Aufsatz von 1916 stammen.

Auf S. 45 wird man belehrt, dass »das oceanische Klima dadurch charakterisiert wird, dass der Maximalniederschlag in den Winter verlegt ist«. Es wäre interessant zu erfahren, von wo sich FRÖDIN diese bemerkenswerte Aufklärung geholt hat.

HAMBERGS Angabe, dass das Areal der Gletscher der Sarektjäckogruppe 20 % dieses Gebirgskomplexes bildet, wird verdreht, als wäre das gesamte Sarekgebiet gemeint (S. 25). Wir bekommen mit anderen Worten über 4 Quadratmeilen Gletscher in diesem Gebiete, was als eine höchst bedeutungsvolle geographische Entdeckung betrachtet werden muss. Vielleicht ist eine neue Eiszeit in raschem Anzug.

Auf S. 35 bespricht FRÖDIN die zweifellos ganz unwiderlegbare Naturbeobachtung, dass »die Birke während der warmen Jahreszeit für die Wasserzufuhr im Substrat bedeutend empfindlicher ist als im Winter« (sic!).

FRÖDIN hat mir in seinem letzten Aufsatz (1920 S. 170) vorgeworfen, dass ich mich bei der Berechnung der Temperaturen an der Waldgrenze fixer Gradienten — übrigens derselben wie FRIES 1913 — bedient hätte. Ich bedaure lebhaft, dass unsere Kenntnisse bezüglich der Temperaturunterschiede auf bestimmten Höhenlinien so bescheiden sind. Aber FRÖDIN hat bei seinem Tadel gegen mich »vergessen« zu erwähnen, dass ich mich selbst gegen diese fixen Gradienten verwahrt habe. Ausserdem habe ich — ebenso wie FRIES — darauf hinge-

wiesen, dass ihre Anwendung die Schlussfolgerungen, die ich aus den berechneten Temperaturziffern zog, auf keine Weise befestigen, sondern eher ins Wanken bringen. Es erscheint mir übrigens merkwürdig, dass mich FRÖDIN gerade in diesem Punkte angreift. In seinem eigenen Waldgrenzenaufsatz (1916) arbeitet er selbst mit hypothetischen fixen Gradienten (S. 20, S. 25), von welchen er »herzlich wenig« weiss. — Wenn man im Glashaus sitzt, soll man keine Steine werfen!

Im Übrigen scheint es mir, dass die Art und Weise, wie FRÖDIN einen anders als er denkenden zitiert, kaum als honett bezeichnet werden kann. Ich will nur noch ein Beispiel anführen — von anderen zu schweigen. Auf S. 171 (FRÖDIN 1920) fällt er ein Verdammungsurteil über FRIES, weil dieser eine Äusserung FRÖDINS in der Weise deutete, dass FRÖDIN der Ansicht sei, die Sommerdürre könne eine Senkung der Birkenwaldgrenze um über hundert Meter bewirken. Im Zusammenhang damit sagt FRÖDIN von mir, dass ich auf dieselbe Weise gehandelt hätte, aber »quant a lui (= also nicht FRIES) ce n'est pas étonnant sans doute«. Wie verhält sich diese Sache nun in Wirklichkeit? In meiner Abhandlung (1920, S. 299) polemisierte ich gegen die Annahme FRÖDINS von der Bedeutung der Sommerdürre und führte an, dass FRÖDIN die von derselben verursachte Herabdrückung der Waldgrenze auf wahrscheinlich mindestens 100 m. veranschlägt. Und diese Ziffern habe ich wahrlich nicht aus der Luft gegriffen. FRÖDIN bringt (1916, S. 46) eine Angabe über einen Birkengestrüchgürtel über der Waldgrenze auf Appovare, dessen Breite sich auf 85 m. beläuft. Auf S. 47 steht, dass der Betrag der Senkung »natürlich nicht auf die vertikale Breite des Gestrüchgürtels begrenzt ist« und auf S. 51 derselben Arbeit wird ausdrücklich erklärt, dass »der Birkenwald auf trockenem Boden - - - mindestens um etwa hundert Meter unter seine termische Grenze herabgedrückt wer-

den kann». Daraus geht hervor, dass sich meine Äußerung vollständig auf FRÖDINS eigene Worte stützt. Ich will es vermeiden, FRÖDINS Methode, seine eigenen Äußerungen zu verleugnen (oder zu vergessen), wenn sie ihm nicht länger angebracht erscheinen, hier näher zu charakterisieren. »Malheureusement ce n'est pas la première fois» (FRÖDIN 1920, S. 171).

Was FRÖDIN deutlich schwer verwundet hat, ist die Berichtigung seiner Karte und Vegetationsbeschreibung des Saltoluokta-Gebietes, die ich 1918 gab. Es ist aber gleichzeitig sehr bezeichnend für ihn, dass er nicht den geringsten Versuch macht, sich gegen meine Kritik zu verteidigen. Denn man kann das wohl kaum als eine Verteidigung bezeichnen, wenn man von einem späteren Beobachter nur behauptet »il ne connaît pas assez le territoire sur dont il parle«, und: er hat sich einer »falsification grossière de la vérité« schuldig gemacht. Aber es ist ohne Zweifel FRÖDINS Methode, wenn er sich geschlagen und zu sachlicher Verteidigung unfähig sieht, zum billigen und letzten möglichen Mittel seine Zuflucht zu nehmen, seinen Widersacher durch persönliche Anrempelungen in den Augen des Publikums heruntersetzen zu suchen.

Ich will indessen den Inhalt meiner Abhandlung von 1918 kurz rekapitulieren.

FRÖDIN veröffentlichte eine Karte über das südliche Gebiet von Saltoluokta und gab an, auf dieser Kiefer- und Birkenwald sowie einige Bäche, die in den See Langasjaure münden, aufgenommen zu haben (1916, S. 31—39). Die Topographie wird in groben Zügen durch Höhenkurven für je 50 m. angedeutet. FRÖDIN gibt an, das Niveau der Bäche liege nur einige Decimeter unter dem der Umgebung, was aus der Karte hervorgehe. In Wirklichkeit sind die Bachtäler ungefähr einen Meter tief. Ausserdem ist es höchst erstaunlich, dass ein *Geograph* eine derartige Karte als Beleg für seine Behauptung an-

führen kann. Wenn man 50 m.-Kurven anwendet, kommen selbstverständlich feinere topographische Details nicht zum Ausdruck. Auf diese Art könnte man eine Karte über Schweden mit 500 m.-Kurven zeichnen und von derselben ausgehend behaupten, dass die Topographie von Småland dieselbe sei wie die von Schonen.

Eine von FRÖDINS besonders bemerkenswerten Angaben ist die »Entdeckung« einer Kiefernregion oberhalb der Birkenwaldgrenze im östlichen Lappland. In engem Zusammenhang damit steht die Abschaffung von Birkenwald in den oberen Teilen des Nautanen, einem Waldberg bei Gällivare. Auf den höheren Partien dieses Berges wächst Kiefern-Birkenwald mit verhältnissmässig hohen Kiefern und niederen Birken. Aber in der Höhe von ungefähr 533 m. über dem Meer verschwinden die »mannshohen« Birken und hier liegt also (nach FRÖDIN) die Birkenwaldgrenze. — Ungefähr 5 km. von Nautanen liegt der Gällivare-Dundret, dessen Birkenwaldgrenze von FRÖDIN auf 660 m. angegeben wird (diese letzte Ziffer stimmt übrigens wirklich so ziemlich). Bei einem so kurzen Abstand in einem klimatisch so einheitlichen Gebiet wie diesem würde die Birkenwaldgrenze also um über 125 m. steigen oder sinken. *Und solchen Unsinn glaubt FRÖDIN!!*

Aber das liegt eigentlich abseits unseres Gegenstandes. Wogegen ich mich hauptsächlich gewandt habe, ist FRÖDINS Theorie von der Bedeutung der Sommerdürre für die Höhenlage der Waldgrenze und die Stützen, die er für die Richtigkeit dieser Theorie zu erbringen versucht hat. Auf S. 51 stellt FRÖDIN nämlich folgende kategorische Behauptung auf: »Dass Massenerhöhungen die Birkenwaldgrenzen nach aufwärts verschieben, beruht also darauf, dass die Bodenfeuchtigkeit im Waldgrenzenniveau unter sonst gleichen Umständen desto grösser ist, je höher das Gebirge über demselben auf-

ragt». FRÖDIN glaubt gezeigt zu haben, dass der thermische Effekt von Massenerhebungen durch das atlantische Klima vollständig neutralisiert wird. Die Bedeutung der Massenerhebungen für die Waldgrenzen ist infolgedessen in Fennoskandia eine ganz andere als in den Alpen »wo der Wald bis an seine oberste Grenze aus den xerophilen Nadelhölzern besteht«<sup>1</sup> (1916 S. 51). Dass die waldgrenzenbildenden Bäume in den Alpen keineswegs, selbst im Grossen gesehen, durchgehend Nadelhölzer sind, weiss jeder junge Botaniker, der die Maturitätsprüfung hinter sich hat, — aber das liegt ja abseits des Gegenstandes. Die Ursache des Steigens der Birkenwaldgenze gegen die höchsten Gebirgsmassive ist also nach FRÖDIN darin zu suchen, dass die Bodenfeuchtigkeit da grösser ist als in den niederen östlichen Vorbergen. Die Birke ist nämlich ausserordentlich empfindlich für Wasserzutritt im Substrat und Austrocknung durch Wind während des Sommers (FRÖDIN 1916 S. 46). Sie war so sensitiv, dass ihre Lebensform geradezu von dem Wasserzutritt im Substrat abhing<sup>2</sup>. Wenn die Birke in trockener Umgebung leben muss, wird sie zum Gesträuch (1916 S. 46); ja, ist es sehr trocken, so kann die Birke überhaupt nicht existieren (1916 S. 39) — Dass sich in unseren Gebirgsgegenden Gebiete mit so starker Sommerdürre finden sollten, dass die Birke dadurch ausgeschlossen wäre, ist — gelinde ge-

<sup>1</sup> Sic!! — In seiner Abhandlung von 1920 hat FRÖDIN meine Berichtigung (TENGWALL 1916) dieser unrichtigen Behauptung zur Kenntnis genommen und erklärt, die Waldgrenze in den Alpen werde von 4 Baumarten gebildet. Es ist zu hoffen, dass FRÖDIN, wenn er das nächste Mal eine Abhandlung über Waldgrenzen veröffentlicht, die Anzahl der Arten vollständig bringt, was bis jetzt noch immer nicht geschehen ist. Ein weiteres Studium der botanischen Literatur würde diese immer noch vorhandene Lücke in FRÖDINS Wissen füllen können.

<sup>2</sup> Jetzt (1920) vielleicht nicht mehr. Leider hat FRÖDIN vergessen, sein Umschwenken zum Standpunkt FRIES' hervorzuheben.

sagt — eine kühne Hypothese. Die Gründe, die von ihrer Richtigkeit überzeugen könnten, müssten daher äusserst gewichtig sein. Leider hat ihr Schöpfer überhaupt keine.

Die erste Hauptstütze für diese »Steppentheorie« (FRIES 1918) hat FRÖDIN in den Verhältnissen bei Saltoluokta gefunden. Dort ist der Birkenwald im Waldgrenzengürtel hauptsächlich den Bächen entlang lokalisiert, während die dazwischen liegenden Abschnitte waldlos sind. FRÖDINS Erklärung für diesen Umstand ist die, dass die Feuchtigkeit an den Bächen das Wachsen von Wald erlaubt, während auf den dazwischen liegenden Abschnitten die Sommerdürre zu stark hiefür ist. Er behauptet sogar, dass auf den waldlosen Stellen selbst Birkengesträuch fehlt (1916, S. 39). Das ist indessen falsch. Die fraglichen subalpinen Heiden zeichnen sich im Gegenteil durch ihren grossen Reichtum an Birkengebüsch aus (Photogr. dieser waldlosen Abschnitte bei TENGWALL 1920, S. 309). Dass FRÖDIN das Fehlen dieser Gebüsch besonders hervorhebt, ist bezeichnend für seine Art, mit der Wahrheit umzugehen. In Wirklichkeit treten diese Gebüsch zu hunderten auf! Und speziell betreffs dieses Gebietes behauptet FRÖDIN, dass ich »ne connais pas assez le territoire« — ohne ein Wort der Begründung. In meiner Abhandlung von 1918 habe ich im Gegensatz zu FRÖDIN diese Birkenwaldzungen längs den Bachtälern durch die Schnee- und Windverhältnisse während des Winters erklärt. Die Pflanzengesellschaften, die auf den waldlosen Partien auftreten, sind entweder solche, die Schneeschutz während des Winters entbehren können oder solche, die im Frühling ausserordentlich früh herausschmelzen — *Diapensia-Loiseleuria*-, *Empetrum*-, *Betula nana*-Heiden (FRIES 1913). Der Birkenwald wird hauptsächlich von Hochstaudenbirkenwäldern gebildet und für den bei Saltoluokta — ebenso wie für alle ähnlichen Lokale in Lappland — ist eine wohl entwickelte Strauchschicht von *Salix phy-*

*licifolia*, *glauca*, *lanata* und *lapponum* charakteristisch. *Salices* fordern während des Winters guten Schneeschutz. Ebenso verhält es sich mit den meisten hier auftretenden Kräutern und Gräsern. Dass ein solcher Schneeschutz auf dem verhältnismässig ebenen Terrain zustande kommen kann, beruht teils darauf, dass sich der Schnee bei Wind in den Bachtälern trotz deren nicht sehr bedeutender Tiefe ablagert, und teils darauf, dass die dichten *Salix*-gebüsche ihn festhalten. Dass Birkenwald auf den zwischen den Bächen liegenden Abschnitten nicht auftritt, beruht darauf, dass die Birke als Baum für ihre Existenz auf stark dem Wind ausgesetzten Stellen guten Schneeschutz während ihres Wachstums verlangt (FRIES 1918). Ist der Schneeschutz unbedeutend, so tritt die Birke in Buschform auf; fehlt der Schneeschutz, so fehlt auch die Birke. Die Birkengesträuche zeigen deutlich, dass die Winterwinde sie geformt haben. — Bezüglich der Bedeutung von Schnee und Wind für die Gestaltung der Waldgrenze verweise ich im übrigen auf FRIES' Abhandlungen (1913, 1917 und 1918) sowie auf meine eigene von 1920 (S. 307—310).

Die zweite Stütze für seine Theorie glaubt FRÖDIN in gewissen Unterschieden zwischen den westlichen und den östlichen Gebirgen bezüglich der Zusammensetzung der Vegetation an der Waldgrenze gefunden zu haben. In den östlichen Vorbergen herrschen (nach FRÖDIN) *Empetrum*-Heiden vor; gegen Westen zu werden *Vaccinium myrtillus*-Heiden das Gewöhnliche und dominieren im centralen Hochgebirge. Noch weiter nach Westen treten dann »*Cornus suecica*-ass.» und endlich »Weideformationen und Wiesen« auf. Diese Verteilung von Pflanzengesellschaften beruht nach FRÖDIN auf den Feuchtigkeitsverhältnissen während des Sommers. — Dass diese gesamte Darstellung vollständig unrichtig ist, dürfte in gewisser Hinsicht eine Schwäche in Frödins »Beweisführung« genannt

werden können. Sie steht nämlich im Widerspruch mit sämtlichen modernen ökologischen Forschungsergebnissen in diesen Fragen.

Die Verteilung der xerophilen und mesophilen Pflanzengesellschaften im Gebirge muss sichtlich auf anderen Ursachen beruhen, als auf denen, die FRÖDIN annahm. Wieder ist es die Verteilung des Schnees durch die Winterwinde, die hier die hauptsächlichste Rolle spielt.

Wenn wir auf FRÖDINS unrichtige Darstellung von der Verteilung der Pflanzengesellschaften in ost-westlicher Richtung zurückkommen, finden wir, wie FRIES gezeigt hat, am fernsten im Osten grosse Areale von *Empetrum*-Heiden. Diese gehören zu den am frühesten schneefreien Pflanzengesellschaften in den Gebirgen. Gegen Westen beginnen dann auf weiteren Strecken *Vaccinium myrtillus*-Heiden aufzutreten. Während der Schneeschmelze kann man leicht beobachten, dass diese später schneefrei werden als die *Empetrum*-Heiden. Wiesen und Weidengebüsche, die die Vegetation oberhalb der Waldgrenze in den westlichsten Gebirgszügen charakterisieren sollen, haben eine spätere Ausaperungszeit als die *Vaccinium myrtillus*-Streifen. — Trotz dieser Tatsachen erklärt FRÖDIN (1916 S. 45) frank und frei: »Dieser gleichmässige Übergang von xerophiler zu mesophiler Vegetation beruht ganz deutlich nicht direkt auf einer Verschiedenheit der Schneebedeckung«. — Deutlich! Man sollte doch zweifellos erwarten können, dass FRÖDIN einige Beobachtungen über die Bedeutung der Schneebedeckung für die Vegetation gemacht hätte. Es entspricht völlig seinen übrigen Behauptungen, dass etwas derartiges vollständig fehlt.

Zum Schluss kommt die Erklärung für die Ungleichheit im Wasserzufluss in den östlichen und den westlichen Gebirgsteilen (FRÖDIN, 1916). Im Westen ist die Schneemenge grösser und ausserdem erstreckt sich hier die

Schneeschnmelze länger in den Sommer hinein, so dass »der Boden beinahe den ganzen Sommer hindurch von Schmelzwasser überrieselt wird«, (sic!) während der Osten nach Sommermitte schneefrei (und also ausgetrocknet) ist. Und dazu kommt im Westen das Schmelzwasser, das im Boden versickert ist, aber weiter talwärts als Grundwasser zu Tage tritt. — Dass die Bedeutung des Grundwassers für die Birke als Baum gleich null ist, konnte ich in meiner Abhandlung von 1918 (S. 178) durch Beispiele darlegen. Es kann auch darauf hingewiesen werden, dass wenigstens ein grosser Teil der Birkenwaldregion der Torne Lappmark sich auf ständig gefrorenem Grund befindet (FRIES 1913) und die Vorteile dieses Wasserreservoirs entbehren muss. — FRÖDINS Beschreibung, wie dass Schmelzwasser den Boden überrieselt, gehört übrigens zu den heitersten Seiten in seiner Produktion.

Aus dem oben Angeführten dürfte mit aller nur wünschenswerten Deutlichkeit hervorgehen, dass ich keineswegs übertrieben habe, als ich (1920, S. 300) über FRÖDINS Waldgrenzentheorie äusserte, dass »sie kaum als wissenschaftlich begründet angesehen werden kann«. Dieses Urteil glaubte ich fällen zu können, da ich selbst Gelegenheit gehabt hatte, Teile von FRÖDINS Untersuchungsgebiet zu besuchen und dabei hatte konstatieren können, dass er sich fehlerhafter Beobachtungen schuldig gemacht hatte, dass er die Verhältnisse auf eine unzulässige Weise schematisiert hatte, und endlich, dass er Angaben geliefert hatte, die in direktem Gegensatz zur Wirklichkeit stehen. Ich habe oben eine kleinere Anzahl dieser Irrtümer angeführt und die aus ihnen abgeleiteten Schlussfolgerungen einer Kritik unterzogen. Einer »falsification grossière de la vérité« habe ich mich anscheinend nicht schuldig gemacht. Dagegen glaube ich hier — vgl. übrigens meine Photographien und Beschreibungen von Saltoluokta — die

Art und Weise, wie FRÖDIN mit der Wahrheit umgeht, gezeigt zu haben.

\* \* \*

Die Erklärung dafür, dass FRÖDIN mit seiner Waldgrenztheorie überhaupt hervorgetreten ist, scheint mir ganz einfach in seiner geringen botanischen Bildung zu liegen. Auf einen mit den oekologischen Verhältnissen im Gebirge etwas Vertrauten machen FRÖDINS Angaben und Überlegungen einen zum Teil beklemmenden, zum Teil heiteren Eindruck. Die Oekologie der Birke ist für ihn ein vollständig unbekanntes Kapitel. Aber das hindert ihn nicht, Ansichten über das Verhältnis der Birke zu Luft- und Bodenfeuchtigkeit zu haben. Man sollte ja beinahe erwarten können, dass FRÖDIN, da er so eifrig die Bedeutung der Sommerdürre für die Birke verfielt, bezüglich der schädlichen Einflüsse dieser auf die Birke<sup>1</sup> Erfahrungen — über das Welken oder Absterben der Bäume oder Äste — gesammelt hätte. Es ist vielleicht überflüssig zu betonen, dass derartige Angaben vollständig fehlen. — Überhaupt scheint es für die Schriftstellerei FRÖDINS charakteristisch zu sein, dass er Ansichten hinwirft, die er nicht zureichend oder überhaupt nicht stützen kann und deren Konsequenzen er nicht ziehen kann oder nicht zu ziehen wagt.

Baarn (Holland), 10. Jänner 1921.

#### Litteraturverzeichnis.

- FRÖDIN, J., Studier över skogsgränserna i norra delen av Lule Lappmark. — Lunds universitets årsskrift N. F. Avd. 2, Bd 13, n:r 2. Lund 1916.
- , Sur la limite forestière et la température de l'air. — Bot. Not. 1920. Lund 1920.
- FRIES, Th. C. E., Botanische Untersuchungen im nördlichsten Schweden. Ein Beitrag zur Kenntnis der alpinen und subalpinen

---

<sup>1</sup> Vielleicht nicht mehr jetzt, seitdem er sich endlich FRIES' Ansichten in dieser Frage angeschlossen hat.

- Vegetation in Torne Lappmark. — Vetenskapliga och praktiska undersökningar i Lappland anordnade av Luossavaara-Kiirunavaara aktiebolag. Flora och Fauna 2. Uppsala 1913 (Ak. Avh.).
- FRIES, TH. C. E., Über die regionale Gliederung der alpinen Vegetation der fennoskandischen Hochgebirgen. — Ibid. 4. Uppsala 1917.
- , Några kritiska synpunkter på skogsgränsproblemet. — Sv. Bot. Tidskr., 12. Stockholm 1918.
- SMITH, H., Vegetationen och dess utvecklingshistoria i det central-svenska högfjällsområdet. — Norrländskt Handbibliotek, 9. Uppsala 1920 (Ak. Avh.).
- TENGWALL, T. Å., Iakttagelser över fjällbjörkskogens övre begränsning och ekologi i Sveriges nordliga lappmarker. — Sv. Bot. Tidskr., 12. Stockholm 1918.
- , Die Vegetation des Sarekgebietes. Erste Abteilung. — Naturwiss. Unt. d. Sarekgebirges in Schwed.-Lappl., gel. von Dr. A. Hamberg, 3: 4. Stockholm 1920. (Ak. Avh. Uppsala).

**Möller, Hj.,** Lövmossornas utbredning i Sverige.

VI. Polytrichaceæ. 2. Polytrichum Dill. 125 sid., 3 t., 24 textf., 3 tabeller. — Arkiv f. Bot., Bd 17, N:o 4, 1921.

»Föreliggande monografi över de svenska arterna av släktet Polytrichum är grundad på ett tiotusental exemplar» enligt författaren. För att underlätta bestämningen har han försett denna del med teckningar dels öfver bladlamellerna, sedda från sidan och i tvärsnitt, dels öfver andra delar, som äro af vikt för en säker bestämning. Två nya varieteter beskrivas:

*P. alpinum* v. *voraginum*. »Caulis simplex, raro parce ramosus. Folia exstantes, remota adeo ut vaginæ videntur, angusta, sæpe torta». Ett par ställen från Dalarna norrut.

*P. attenuatum* v. *brachycaule*. »Caulis brevis, 1—2 cm. Folia madore patenti-erecta, breviora, fere dimidio minora. Seta 3—4 partibus longior quam caulis, rubens, modo sub capsula flava. Capsula magis producta.» Lycksele Lappm. Tärna. Pite Lpm. Arjepluog.

För Sverige förut ej anmärkta äro följande två arter och fem varieteter: *P. decipiens* Limpr., tagen af förf. i Torsåker, Gstr. — *P. Jensenii* Hagen från Falun till Lpm. sälls. — *P. alpinum* v. *simplex* Jmt., Lpm. — *P. attenuatum* v. *pallidisetum* (Funk) är visserligen uppgifven af KINDBERG

från Rostock och Ed i Dalsland, men ex. från Rostock tillhöra hufvudformen. Två lokaler i Jmt.: Frostviken, Jorm och Ankarede. — *P. juniperinum* v. *alpinum* Schimp. i fjälllen. — *P. strictum* v. *alpestre* (Hoppe) Rabenh. i fjälltrakterna från Dalarna norrut. — *P. pilosum* v. *fastigiatum* Lindb., Burträsk i Vb., och v. *Hoppei* (Hornsch.) i Lpm.

**Vetenskapsakademien** d. 14 sept. Det tillkännagafs att akademiens ledamot prof. ANTONIO BORZI aflidit. — Prof. ROB. FRIES framlade såsom gåfva band I af »Botanische Untersuchungen, Ergänzungsheft», tillhörande verket »Wissenschaftliche Ergebnisse der schwedischen Rhodesia-Kongo-Expedition 1911—1912 unter Leitung von Eric Graf von Rosen». — Prof. ROSENBERG refererade två afhandlingar af magister O. HEILBORN, hvilka båda skulle intagas i Arkiv f. Bot., nämligen »Notes on the cytology on Ananas sativus Lindl. and the origin on its parthenocarp» och »Taxonomical and cytological studies on cultivated ecuadorian species of Carica». — Vidare anmäldes af prof. LAGERHEIM en afhandling att införas i Ark. f. Bot., författad af GILBERT MORGAN SMITH och benämnd »The phytoplanton of some artificial pools near Stockholm». — Prof. Bergianus R. FRIES erhöill sökt tjänstledighet och semester under tiden 20 okt. t. o. m. 15 maj 1922 för en botanisk forskningsresa till brittiska Ostafrika.

**Två för svenska floran nya fjällväxter.** I berättelsen för Abisko naturvetenskapliga stations verksamhet under året 1920 (i K. Vetenskaps Akademiens Årsbok för år 1920) anföres att fil. dr. H. SMITH utfört de floristiska undersökningarna och därvid funnit *Draba crassifolia* och *Stellaria longipes*.

#### Innehåll.

- ALMQUIST, E., Växtgeografiska bidrag. 4. Västergötland. S. 221.  
 HÅKANSSON, A., Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Taccaceen. S. 189.  
 TENGVALL, T. Å., Eine Antwort an John Frödin. S. 223.  
 Smärre notiser. S. 235, 236.