Über den Pollenschlauch von Cupressus.

Von **H. O. Juel.**

Hierzu Tafel III.

Die Veranlassung zu der folgenden Untersuchung gaben einige Versuche mit verschiedenen Fixierungsflüssigkeiten, die ich im vergangenen Winter anstellte. Ich hatte nämlich bei mehreren Gelegenheiten die Erfahrung gemacht, dafs die gewöhnlichen Fixierungsgemische in etwas gröfsere Objekte, wie z. B. ältere Samenanlagen von Gymnospermen, ziemlich schlecht eindringen, so dafs die inneren Partien zuweilen gar nicht fixiert werden. Ich wünschte daher eine schnell und kräftig eindringende Fixierflüssigkeit ausfindig zu machen und bereitete mir zu diesem Zwecke eine Anzahl Lösungen von verschiedenen Zusammensetzungen, die ich an Samenanlagen von einigen Gymnospermen prüfte. Als Lösungsmittel verwendete ich im Allgemeinen schwachen Alkohol, der wahrscheinlich schneller als Wasser in die Gewebe eindringt. Und damit der fixierende Stoff nicht beim Eindringen hinter dem Lösungsmittel zurückbleibt, wählte ich vorzugsweise solche Metallsalze, die sowohl in Wasser als in Alkohol leicht löslich sind, und machte die Lösungen etwas stärker als in den gewöhnlichen wässerigen Fixierungsgemischen.

Von den geprüften Flüssigkeiten scheint mir die folgende nicht nur die beste, sondern auch wirklich gut zu sein:

2 g Zinkchlorid,
2 ccm Eisessig,
100 ccm 45—50proz. Alkohol.

Die Objekte bleiben ungefähr 24 Stunden in der Fixierung und werden dann in 60proz. Alkohol gewaschen. Zum Färben der Schnitte eignet sich am besten Eisenhämatoxylin. Safranin-Gentiana-Orange gibt blasse Färbungen, die aber besser ausfallen, wenn man die Schnitte vor dem Färben einige Stunden lang mit Chrombeize behandelt.

Ähnliche Lösungen von Eisen- oder Platinchlorid fixieren auch recht gut, aber sie zersetzen sich sehr schnell, indem der Alkohol in Aldehyd übergeht. Die Zinkflüssigkeit ist dagegen wenigstens 1—2 Monate lang haltbar.

In der eben beschriebenen Flüssigkeit habe ich Samenanlagen von Gymnospermen fixiert, darunter diejenigen von *Callitris quadri-*

valvis, welche ziemlich grofs sind. Ich habe im allgemeinen eine gute und gleichförmige Fixierung aller Gewebe bekommen. Eine unüberwindliche Schwierigkeit bieten, wie zu erwarten war, die einen gewaltig grofsen Saftraum enthaltenden Embryosäcke vor und während der Zellbildung. Denn an diesem Stadium tritt ein Zusammenschrumpfen des Embryosacks unvermeidlich ein. Der Zellinhalt wird doch dabei gut fixiert. Auch zum Fixieren gröfserer angiospermer Samenanlagen, wie z. B. von *Helleborus,* fand ich dieses Gemisch vorzüglich geeignet. Die grofsen Embryosäcke dieser Pflanze sind in allen Teilen gut fixiert und enthalten sehr schöne Kernfiguren.

Als Versuchsobjekte hatte ich besonders die Samenanlagen zweier Cupressineen erwählt, nämlich *Callitris quadrivalvis* und *Cupressus Goweniana,* welche im Kalthaus aufgestellt zahlreiche Zapfen trugen. Ihre Samenanlagen waren fast ohne Ausnahme bestäubt und enthielten im Nucellus einen bis mehrere Pollenschläuche. Die Embryosäcke waren im Februar ziemlich ausgewachsen, aber enthielten im Plasmaschlauch nur freie Kerne. Um die Entwicklung etwas zu beschleunigen, wurde der *Callitris*-Baum in ein wärmeres Zimmer gestellt, und gegen Ende April bekam ich an demselben völlig entwickelte Endosperme. Indessen waren diese nur in wenigen Fällen normal. Die meisten Samenanlagen waren taub und geschrumpft, andere enthielten normal aussehende Endosperme, die aber keine Spur von Archegonienbildung zeigten, noch andere hatten an der Stelle der Archegonien nur eine mit desorganisiertem Gewebe gefüllte Spalte. Auch die mit Archegonien versehenen waren nicht immer normal, sondern hatten zuweilen aufser der typischen, terminalen Archegoniengruppe auch hie und da kleinere solche Gruppen an den Seiten des Endosperms. Ein anderes Anzeichen der Abnormität zeigten diese Endosperme von *Callitris* dadurch, dafs die Kerne der vegetativen Zellen von deutlich verschiedener Gröfse waren.

Die Cypresse, welche indessen im Kalthaus stehen geblieben war, zeigte sich in der Entwicklung des Embryosacks gänzlich abnorm. Die Zellbildung blieb in fast allen Embryosäcken völlig aus. Die Kerne im Wandplasma waren dabei zum Teil riesig grofs geworden, zum Teil in sehr kleine Kerne zerfallen (Fig. 5 Taf. III). Noch am 11. Juni fand ich die meisten Embryosäcke in diesem Zustande. Andere waren ganz zusammengedrückt, wobei die Zellen der Chalaza einen gewaltigen Längenzuwachs erlitten hatten und den Raum erfüllten, den sonst das Endosperm einnehmen sollte. Nur einmal fand ich ein zelliges Endosperm mit jungen Archegonienanlagen.

Die Unregelmäfsigkeiten im Bau und in der Entwicklung der Endosperme dieser beiden Pflanzen lassen sich wahrscheinlich auf Unregelmäfsigkeiten im Verlauf der Kernteilungen im Embryosack zurückführen. Dafs die Kerne so ungleiche Gröfse haben, beruht wohl darauf, dafs sie sich amitotisch, statt mitotisch, geteilt haben. Die übermäfsig grofsen Kerne bei Cupressus (Fig. 5) sind wohl durch Kernverschmelzungen, welche schon mehrmals in Endospermen beobachtet worden sind, entstanden. Inwiefern dieses unregelmäfsige Verhalten der Kerne auf die gleichmäfsige niedrige Temperatur, welcher die Pflanzen ausgesetzt gewesen, zurückzuführen ist, darüber wage ich keine Meinung auszusprechen.

Der Pollenschlauch von *Callitris quadrivalvis* stimmt mit denjenigen der bisher in dieser Beziehung untersuchten Cupressineengattungen *Juniperus*[1]) und *Thuja*[2]) in allem wesentlichen überein. Die deutlich umgrenzte generative Zelle mit ihrem grofsen Kern bleibt wenigstens sehr lange ungeteilt. Ich vermute, dafs sie sich wie bei jenen Gattungen gleich vor der Befruchtung in zwei Spermazellen teilt, aber ich hatte nicht Material genug, um dies konstatieren zu können.

Bei *Cupressus Goweniana* ist der Pollenschlauch wie bei anderen Cupressineen anfangs dünn, aber sobald er ein bifschen im Nucellus vorgedrungen ist, erweitert er sich beträchtlich. Bei seinem weiteren Vordringen wächst er gern im Zickzack und zeigt eine Neigung, seitliche Ausstülpungen zu bilden. Dies beruht wahrscheinlich darauf, dafs dem Vordringen des Pollenschlauches ein Auflockern oder wenigstens eine chemische Veränderung der Zellwände im Nucellargewebe vorausgehen mufs. In der Spitzenregion des Nucellus ist das Gewebe sehr deutlich gelockert und die Veränderung des Gewebes dürfte allmählich nach unten vorschreiten, wenn auch eine sichtbare Lockerung des Gewebes hier nicht zustande gebracht wird. Wenn nun der Pollenschlauch schneller wächst als die Veränderung des Nucellargewebes nach unten fortschreitet, so wird er dazu gezwungen, Zickzackkrümmungen auszuführen oder seitliche Auswüchse zu bilden.

Der ganze lebende Inhalt befindet sich wie gewöhnlich im terminalen Teil des Pollenschlauches. Hier liegt im Plasma eine gemischte Gruppe von Zellen und Kernen. Gegen die Schlauchspitze zu liegen zwei Kerne, die in Gröfse und Bau keinen merkbaren Unter-

---

1) Belajeff, Ber. deutsch. bot. Ges., 11, 1893.
2) Land, Bot. Gaz., 36, 1902.

schied zeigen. Der eine dürfte der Kern des Pollenschlauches, der andere der Kern der sogen. Stielzelle sein. Gleich hinter diesen beiden Kernen fand ich in einigen kleineren und wahrscheinlich jüngeren Schläuchen eine ziemlich kleine, nackte, aber scharf umgrenzte Zelle, die auch im Schlauchplasma eingebettet war (Fig. 1 Taf. III). Dies ist die noch ungeteilte generative Zelle. Aber in den meisten Schläuchen lag statt derselben eine Zellgruppe, welche durch Teilung der generativen Zelle gebildet war. Die Zellen dieses generativen Zellkomplexes sind die Spermazellen. Ihre Anzahl kann verschieden sein, wenigstens sind vier vorhanden, öfters acht oder zehn, in ein paar sehr kräftigen Schläuchen zählte ich ungefähr 20 Spermazellen (Fig. 2). Möglicherweise bezeichnet dies verschiedene Entwicklungsstadien, aber ich möchte doch eher annehmen, dafs die Zahl der Spermazellen von dem schwächeren oder kräftigeren Wachstum und der Nahrungsaufnahme der Pollenschläuche abhängig ist.

Die Form des generativen Zellkomplexes ist gerundet oder länglich, bei gröfserer Zellenzahl kann er auch eine unregelmäfsige Form annehmen (Fig. 2). Die einzelnen Zellen zeigen nach aufsen gewölbte Flächen, während sie gegeneinander durch ziemlich gerade Wände begrenzt sind. Alle diese Wandungen sind sehr dünn, sie geben mit Chlorzinkjod keine Zellulosereaktion und sind wohl nur Plasmahäute.

Das Fehlschlagen des Endosperms und des weiblichen Geschlechtsapparats in den Samenanlagen von *Cupressus Goweniana* verhinderte die Pollenschläuche nicht, sich weiter zu entwickeln. In Samenanlagen, die am 11. Juni fixiert waren, fand ich Pollenschläuche, die in die tieferen Schichten des Nucellus, in ein paar Fällen sogar bis an den Embryosack, vorgedrungen waren.

An diesem Entwicklungsstadium sind im generativen Zellkomplexe wichtige Veränderungen eingetreten (Fig. 3 und 4). Der ganze Komplex hat an Umfang zugenommen indem die Spermazellen gröfser geworden sind. Ebenso sind ihre Kerne gröfser geworden, und sowohl diese als das Cytoplasma sind an Inhalt reicher geworden. Die Spermazellen haben sich jetzt voneinander getrennt, so dafs sie nunmehr nicht durch eine einfache, gemeinsame Haut vereinigt sind, sondern jede Zelle hat ihre eigene Plasmahaut und ist an den Ecken ein bifschen abgerundet. Die beiden vegetativen Kerne liegen unverändert an der vorderen oder unteren Seite des generativen Zellkomplexes (Fig. 4). Dem Anschein nach sind die Spermazellen jetzt reif oder haben wenigstens ihre definitive Gröfse erreicht.

Der männliche Gamophyt von *Cupressus* unterscheidet sich also von demjenigen der übrigen Cupressineen erstens durch die gröfsere Anzahl der Spermazellen nnd dann durch die frühzeitige Teilung der generativen Zelle.

Bei allen anderen bisher untersuchten Phanerogamengattungen werden zwei befruchtende Körper (Spermatozoiden, Spermazellen oder Spermakerne) gebildet. Aber bei den Coniferen erleidet dieser zweizählige Complex zuweilen eine Reduktion. Bei *Taxus* [1]) ist die eine Spermazelle sehr klein und verkümmert vor der Befruchtung, und dasselbe scheint bei *Podocarpus* [2]) der Fall zu sein. Bei den Abietineengattungen *Pinus* [3]), *Picea* [4]) und *Abies* [5]) teilt sich nur der Kern, nicht aber der Zellkörper der generativen Zelle, und von den beiden Spermakernen ist nur der eine bei der Befruchtung tätig. Alle diese Gattungen haben also in jedem Pollenschlauch nur einen wirklich befruchtenden Körper. Die Cupressineengattungen *Biota* [6]), *Juniperus* [7]) und *Thuja* [8]) besitzen dagegen in jedem Pollenschlauch zwei vollkommen entwickelte Spermazellen, die auch beide imstande sind, je ein Archegon zu befruchten. Diese Cupressineen sind also unter den Coniferen die einzigen Gattungen, bei denen der zweizellige männliche Zellkomplex keine Reduktion erleidet.

Da nun bei der Gattung *Cupressus* eine gröfsere Anzahl von Spermazellen auftritt, so fragt es sich, ob der mehrzellige generative Zellkomplex sich aus dem zweizelligen Typus entwickelt hat, oder umgekehrt. Erstens ist dabei zu bemerken, dafs die Befruchtung einer Mehrzahl von Archegonien öfters schon durch das Eindringen mehrerer Pollenschläuche in eine Samenanlage ermöglicht wird; und andrerseits würde die Befruchtung von mehreren Archegonien in einer Samenanlage überhaupt kaum einen Vorteil bringen, weil ja doch nur ein Embryo zur Reife gelangen wird. Es ist deshalb weit wahrscheinlicher, dafs die zahlreichen Spermazellen einen älteren Typus darstellen, aus welchem der gewöhnliche zweizellige Typus durch Reduktion hervorgegangen ist.

---

1) Strasburger, Histol. Beitr. IV; Belajeff, Ber. d. deutsch. Bot. Ges. 9, 1891.
2) Coker, Bot. Gaz. 33, 1902.
3) Ferguson, Ann. of Bot. 15, 1901.
4) Miyake, Ann. of Bot. 17, 1903.
5) Miyake, Beihefte Bot. Centralbl. 14, 1903.
6) Strasburger, Histol. Beitr. IV.
7) Strasburger, l. c.; Belajeff, Ber. d. deutsch. Bot. Ges. 11, 1893.
8) Land, Bot. Gaz. 36, 1902.

Wenn wir also annehmen, dafs der Urtypus der Cupressineenreihe einen mehrzelligen generativen Zellkomplex gehabt hat, so kann diese Reihe nicht aus den noch existierenden, Spermatozoiden erzeugenden Typen, den Cycadeen und Ginkgoeen, abgeleitet werden. Denn in dieser phylogenetischen Reihe ist eine Reduktion der Zellenanzahl bis auf zwei schon durchgeführt, ehe noch ein Übergang von Spermatozoiden zu unbeweglichen Spermazellen stattgefunden hat, während dagegen in derjenigen phylogenetischen Reihe, welcher die Cupressineen angehören, der Übergang zu unbeweglichen Spermazellen eingetreten sein mufs, ehe die Reduktion der Zellenzahl stattgefunden hatte. Als Stammform der jetzigen Cupressineen müssen wir einen Typus annehmen, dessen männlicher Gamophyt mehrere Spermatozoiden erzeugt hat.

Es wird wohl ziemlich allgemein vermutet, dafs das mehrzellige Gebilde, das in den Pollenkörnern oder Mikrosporen der *Cordaïten* regelmäfsig wahrgenommen wird, ein Spermogon darstellt, das wahrscheinlich in jeder Zelle ein Spermatozoid erzeugt hat.[1]) Wenn diese Deutung richtig ist, so ist jener Zellkomplex im Cordaïtenpollen das Homologon des generativen Zellkomplexes bei *Cupressus,* von welchem er sich dadurch unterscheidet, dafs er sich innerhalb des Pollenkorns vor dessen Keimung (die vielleicht durch direktes Ausschwärmen der Spermatozoiden stattfand) angelegt wird. Ob die Cupressineen von den Cordaïten abstammen können, ist eine Frage, auf die ich mich nicht einlasse; aber jedenfalls kann unter den Vorfahren der Cupressineen irgend ein Typus existiert haben, dessen Pollenkorn ein solches mehrzelliges Spermogon enthalten hat.

Bei *Cupressus* dürfte der generative Zellkomplex zwar nicht im Pollenkorn, sondern im Pollenschlauch gebildet werden, aber die Teilung der generativen Zelle findet doch weit früher statt als bei den anderen Cupressineen, und auch dieser Umstand trägt dazu bei, diese Gattung als einen älteren Typus zu charakterisieren.

Aus dem Umstand, dafs der männliche Geschlechtsapparat bei den Cupressineen überhaupt, und bei Cupressus im besondern einen weniger reduzierten Charakter hat als bei den übrigen Koniferen, darf natürlich nicht geschlossen werden, dafs jene als Stammformen von diesen zu betrachten sind. Nur die Cupressineen sind so organisiert, dafs jede der in einem Pollenschlauch erzeugten Spermazellen als solche funktionieren kann. Hier liegen ja die Archegonien zu

1) Potonié, Lehrb. der Pflanzenpaläontologie pag. 270; Oliver, The ovules of the older Gymnosperms. Ann. of Bot. 17, 1903, pag. 455.

einem einzigen Haufen zusammengedrängt, und die Spitze des Pollenschlauches kann sich über alle oder wenigstens mehrere ihrer Mündungen ausbreiten und seine Spermazellen auf dieselben verteilen. Bei den anderen Coniferen trifft jeder Pollenschlauch nur auf ein Archegon, und das Funktionieren mehrerer Spermazellen in einem Pollenschlauche ist daher ausgeschlossen. Diese verschiedenen Organisationen im Geschlechtsapparate bilden für das System sehr wichtige Charaktere, welche darauf hinweisen, dafs die Cupressineen wahrscheinlich eine von den übrigen Coniferen früh abgetrennte und mit ihnen parallel laufende phylogenetische Reihe bilden. Und in dieser nimmt die Gattuug *Cupressus* mit ihren zahlreichen und früh angelegten Spermazellen die unterste Stufe ein.

Upsala, den 22. August 1903.

Erklärung der Tafel III.

Cupressus Goweniana.

Fixierung Zinkchlorid-Essigsäure-Alkohol. — Seiberts Ölimm. $^1/_{12}$, Ok. 0. Vergröfserung 530.

Fig. 1. Spitze eines kleinen Pollenschlauches mit zwei vegetativen Kernen und ungeteilter generativer Zelle.

„ 2. Spitze eines älteren, sehr grofsen Pollenschlauches mit zwei vegetativen Kernen und einem generativen Zellkomplex von ungefähr 20 noch zusammenhängenden Spermazellen.

„ 3. Querschnitt einer Pollenschlauchspitze an einem weit späteren Entwicklungsstadium. Spermazellen sehr grofs, getrennt.

„ 4. Längsschnitt einer Pollenschlauchspitze an demselben Stadium. Spermazellen grofs, getrennt. Vor ihnen die beiden vegetativen Kerne.

„ 5. Partie vom Wandplasma eines abnorm sich entwickelnden Embryosacks. Kerne von sehr verschiedener Gröfse.

Literatur.

Meyer, Arthur, Praktikum der botanischen Bakterienkunde. Jena (G. Fischer) 1903.

Unter einem gedruckten „Praktikum“ versteht man im allgemeinen ein Lehrbuch, welches in der Praxis des Hochschulunterrichts den Übungen zugrunde gefegt werden kann. Für das vorliegende Werk hat das aber nur in sehr beschränktem Mafse Geltung. Eine systematische Durcharbeitung und Verteilung des Stoffes, welche den Prinzipien der Pädagogik Rechnung trägt, wird gänzlich vermifst. Um in der zweiten Übung Nährgelatine bereiten zu können, soll z. B. der Praktikant ein Kapitel von 16 Druckseiten, d. i. den zehnten Teil des ganzen Buches, mit chemischen Formeln und Rezepten, mit Tabellen und detaillierten Literaturnachweisen vorher zu Hause durchstudieren. Wenn das, wie der Verf. betont, gefordert wird, damit „der Praktikant wissen kann, weshalb er seine Arbeit so und nicht anders ausführen darf und in Fällen, die nicht vorgesehen sind, auch

Fig. 1.

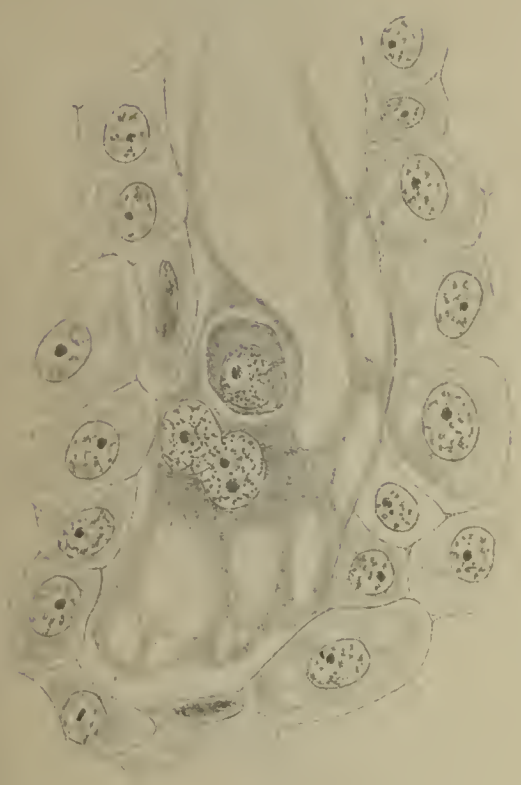


Fig. 2.

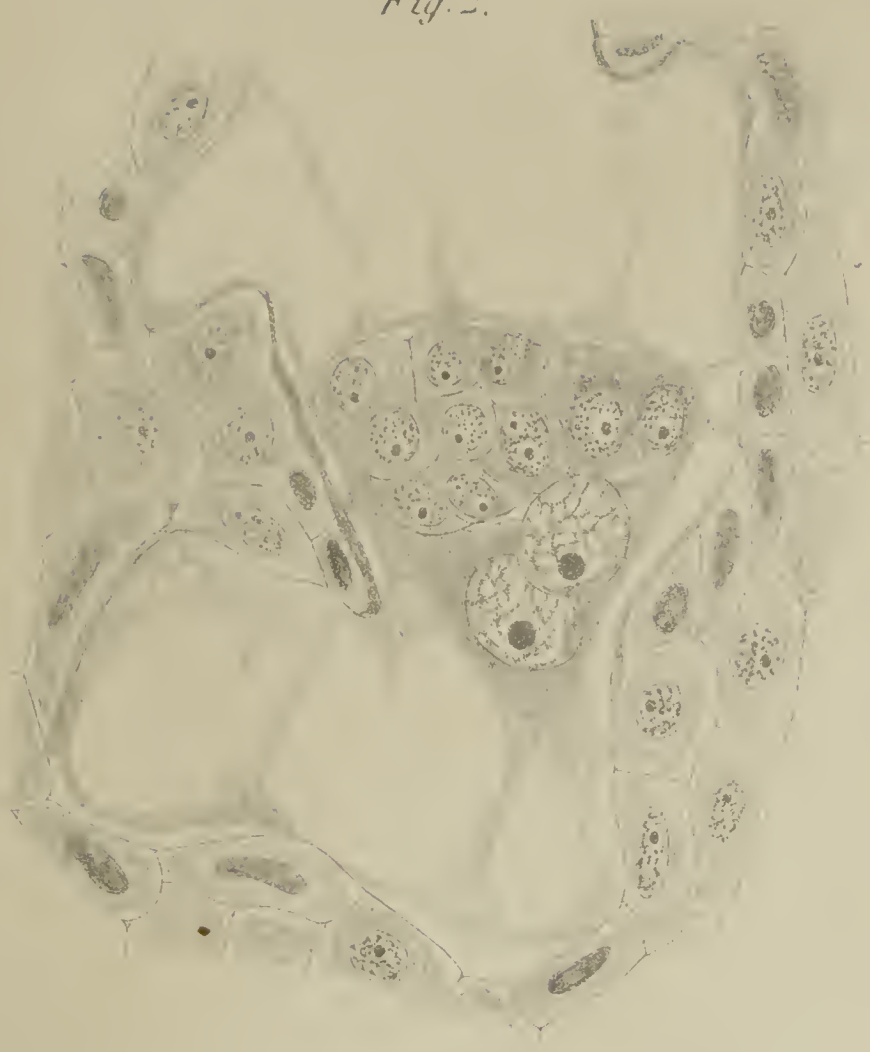


Fig. 5.

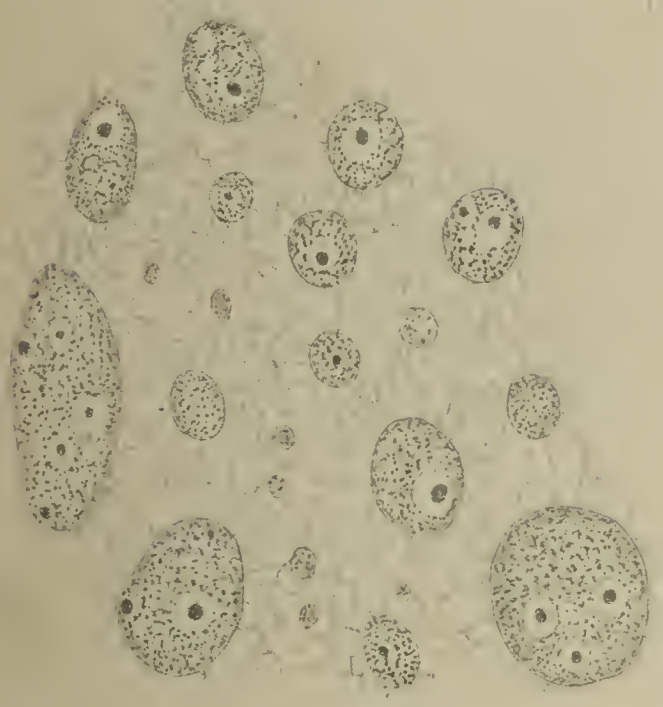


Fig. 3.

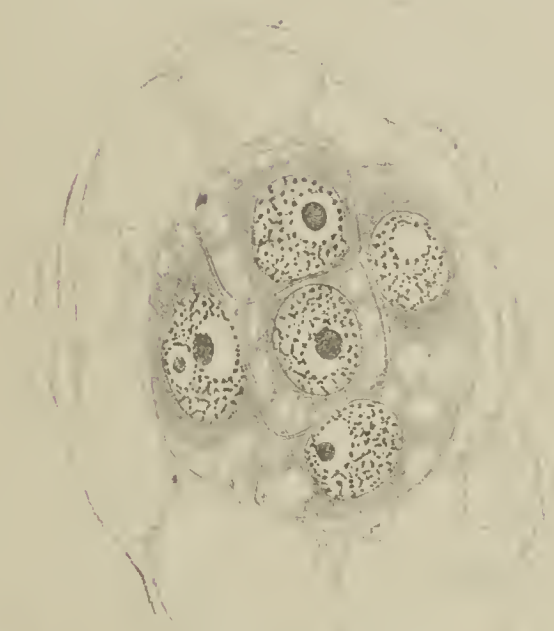




Fig. 4.

Jael delin

L. Thomas Lith. Inst., Berlin S. 53

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Flora oder Allgemeine Botanische Zeitung

Jahr/Year: 1904

Band/Volume: 93

Autor(en)/Author(s): Juel Hans Oscar

Artikel/Article: Über den Pollenschlauch von Cupressus. 56-62