© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Wissenschaftliche Original-Mittheilungen.

Beiträge zur Kenntniss der Anatomie der Laubblätter der Coniferen mit besonderer Berücksichtigung des Spaltöffnungs-Apparates.

Von

Dr. Adolf Mahlert.

Hierzu Tafel I und II.

Obwohl die Laubblätter der Coniferen schon oft der Gegenstand eingehender Studien gewesen sind, und auch Arbeiten der letzten Jahre sich mit der Anatomie derselben beschäftigt haben, so schienen sie mir dennoch einer neuen Betrachtung werth zu sein, zumal ich bei meinen Untersuchungen auf manche unzureichende Angabe in der Litteratur gestossen bin. In keiner Abhandlung über Coniferen fand ich eine zutreffende Beschreibung der Spaltöffnungen, und auch der Bau des Blattes ist von einigen Forschern nicht immer richtig angegeben. Ich will daher, gestützt auf ein reichhaltiges Material, versuchen, ein Bild der complicirten Form der Spaltöffnungen zu entwerfen, und daran eine Besprechung des Blattquerschnittes anschliessen.

Litteraturangabe.

Zuccarini, Zur Morphologie der Coniferen. (Abhandl. d. k. bair. Acad. 1843.)
Hildebrand, Der Bau der Coniferenspaltöffnungen und einige Bemerkungen über die Vertheilung derselben. (Bot. Zeitg. 1860.)
Czech, Vertheilung der Spaltöffnungen. (l. c. 1865.)
Kraus, Ueber den Bau der Cycadeenfiedern. (Pringsheim's Jahrb. Bd. IV. 1866.)
Thomas, Zur vergleichenden Anatomie der Coniferen-Laubblätter. (l. c.)
Mohl, Morphologische Betrachtung der Blätter von Sciadopitys. (Bot. Zeitg. 1871.)
Frank, Einfluss des Lichtes auf die Differenzirung der Ober- und Unterseite bilateraler Gebilde. (l. c. 1872.)
Bertrand, Anatomie comparée des tiges et des feuilles chez les Gnétacées et les Conifères. (Ann. des sc. nat. sér. V. XX. 1874.)
Maxwell T. Masters, On the Conifers of Japan. (Journ. Linn. Soc. 1880.)
Engelmann, Revision of the genus Pinus. (Trans. Acad. St. Louis. vol. IV. no. 1. 1880.)
Zimmermann, Ueber das Transfusionsgewebe. Regensburg 1880.
Scheit, Tracheidensäume der Blattbündel der Coniferen.
Tschirch, Ueber einige Beziehungen des anatomischen Baues der Assimilationsorgane zu Klima und Standort. Mit specieller Berücksichtigung des Spaltöffnungsapparates.
Schwendener, Ueber Bau und Mechanik der Spaltöffnungen.
Wilhelm, Ueber eine Eigenthümlichkeit der Spaltöffnungen bei Coniferen. (Ber. Deutsch. Bot. Gesellsch. 1883. H. 7.)
Meyer, Die Harzgänge im Blatt der Abietineen nach ihrer Anatomie und ihrer Verwerthung zur Taxologie. Königsberg 1883.
Strasburger, Ein Beitrag zur Entwicklungsgeschichte der Spaltöffnungen. (Pringsheim's Jahrb. Bd. V.)

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

I. Theil.

Die Form und Entwicklung des Spaltöffnungs-Apparates.

Die erste Abhandlung, die sich speciell mit dem Spaltöffnungs-Apparat der Coniferen beschäftigt, ist von Hildebrand (l. c.), doch enthält dieselbe nur Angaben darüber, wieviel Epidermiszellen den Vorhof bilden, und welche Form derselbe dadurch annimmt; auf eine genauere Darstellung der Schliesszellen selbst ist Hildebrand nicht eingegangen. Die der Arbeit beigefügten Zeichnungen von Schliesszellen sind daher nur schematisch. Die Abhandlungen der folgenden Jahre, soweit sie die Anatomie der Laubblätter von Coniferen betreffen, begnügen sich damit, auf die oben erwähnte Arbeit zu verweisen. Die erste Darstellung der Form der Schliesszellen, die einigermaassen befriedigt, findet sich bei Kraus (Ueber den Bau der Cycadeenfiedern; Pringsheim's Jahrb. 1866. Bd. IV), die derselbe zwar nur an Cycadeen studirt hat, die aber nach meinen Untersuchungen auch für die Schliesszellen der Coniferen und Gnetaceen im allgemeinen zutrifft. Derselbe bringt p. 320 folgende Angabe: „Der Spaltöffnungszellen selbst sind 2, wie gewöhnlich halbmondförmig. An den aneinander liegenden Enden sind dieselben gestutzt, und wie die nach oben concave Figur des Längsschnittes zeigt, schnabelartig emporgezogen. Ihr Querschnitt in der Mitte ist länglich, an den Enden rechtwinkelig, dreieckig. Sie besitzen eigentlich nur 2 sphärische Wände, eine obere und äussere stark verdickte, verholzte, und eine untere, innere dünnwandige.“ Die Bemerkung auf p. 335, dass sich Cycas revoluta und inermis von Cycas circinalis und Ruminiana durch complicirten Bau der Spaltöffnungen unterscheiden, bezieht sich wohl nur auf die Form des Vorhofes, denn in der Form der Schliesszellen habe ich keinen Unterschied gefunden. P. 340 beschreibt Kraus die Schliesszellen von Stangeria folgendermaassen: „Die Spaltöffnungen selbst bilden, von der Fläche gesehen, eine elliptische, an den Polen gestutzte oder etwas eingekerbte Gesammtfigur; ihre Oeffnung ist ein richtungsloses Ellipsoid; die Gestalt der Einzelzelle die bekannte halbmondförmige; die obere Wand gewölbt, schmal, nach innen zu bauchig vortretend, verdickt und verholzt; eine feine radiäre Streifung wird bei tieferer Einstellung sichtbar und schwindet durch Kochen mit Kali nicht. Der äussere Theil der oberen Wand ist dünnwandig, läuft schräg abwärts, an die dünnwandigen Nachbarzellen geschlossen oder von ihnen etwas verdeckt. Er rundet sich allmählich in die untere dünne Wand ab. — Im Längsschnitt erscheint die Zelle ebenfalls halbmondförmig, die beiden Enden wie abgeschnitten und spitz aufwärts gezogen.“ Die der Beschreibung beigefügten Abbildungen sind zum Theil unverständlich und unrichtig. Figur 4 Tafel XIX ist eine Flächenansicht der Spaltöffnung von Cycas revoluta, die nur eine Flächenansicht des Spaltes darstellt, die Schliesszellen selbst aber nicht in ihrer Form erkennen lässt; Figur 5 stellt einen schiefen Querschnitt dar; Figur 15 Tafel XX ist ein durchaus falscher Querschnitt, in dem sowohl die Form der Schliesszellen, als auch des Vorhofes

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

und der Athemhöhle der Wirklichkeit nicht entsprechen; Figur 20 Tafel XXI soll wohl ein Combinationsbild des elliptischen mit dem dreieckigen Querschnitt sein, es fehlen aber die Membranen, welche das Lumen der Schliesszellen von den angrenzenden Epidermiszellen trennen, sodass dieselben ineinander überzugehen scheinen. Die Längsschnitte in Figur 6, Figur 11 und Figur 19 sind gut getroffen, ebenso sind die Querschnittsansichten in Figur 11, 16, 23 und 27 Tafel XXII, obwohl sie zum Theil von schiefen Schnitten herrühren, doch verständlich, und ist der Tadel Strasburger's an den Figuren 23 und 27 wohl nicht ganz gerechtfertigt. Strasburger (l. c.) bringt in Figur 142 Tafel 41 gute Querschnitte von Salisburia adiantifolia, 143 von Cycas revoluta und 145 von Araucaria imbricata, doch stellen dieselben nur die elliptische Queransicht der Schliesszellen dar. Bertrand (l. c.) hat unter seinen Figuren zahlreiche Zeichnungen von Spaltöffnungen, von denen namentlich die Querschnitte, da sie nur ein allgemeines Schema der Schliesszellen darstellen, für ein eingehendes Studium der Form nicht brauchbar sind. Die Abhandlung von Tschirch (l. c.) enthält drei treffliche Abbildungen von Spaltöffnungs-Querschnitten; Figur 6 Araucaria brasiliensis, Figur 10 Callitris Preisii und Figur 16 Dioon edule, die aus der Mitte der Schliesszelle genommen sind und elliptische Form haben. Die beiden Zeichnungen Figur 12 Pinus Laricio und Figur 13 Macrozamia cylindrica aus der Abhandlung von Schwendener (l. c.) sind ebenfalls nur die elliptischen Ansichten der Querschnitte. Ich kann mich daher der Ueberzeugung nicht verschliessen, dass die von Kraus oben angeführte Beschreibung des Spaltöffnungs-Apparates von den folgenden Forschern übersehen worden ist, denn Niemand macht auf die wechselnde Form des Querschnitts, die von der länglich-elliptischen zu der rechtwinklig-dreieckigen übergeht, aufmerksam, sie beschränken sich darauf, den elliptischen Querschnitt zu beschreiben. Auch die Angabe von Kraus, dass die Membranen der Schliesszelle (nach seiner oben angeführten Beschreibung nur die äussere obere) verholzt sind, scheint in Vergessenheit gerathen zu sein, da Schwendener angibt, dass die Schliesszellen cuticularisirt seien bis auf einen schmalen Streifen, den er in seinen Figuren mit i bezeichnet, und der aus Cellulose besteht Erst Ad. Lemaire brachte in seiner Abhandlung „De la lignification de quelques membranes épidermiques" (Ann. des sc. nat. Sér. VI. t. XV) eine Bestätigung der Kraus'schen Angaben bei den Cycadeen zugleich mit der Erweiterung, dass auch bei den Coniferen die Schliesszellen verholzt sind, ohne aber auf die Verholzung näher einzugehen.

So viel über die Form der Schliesszelle, wie ich sie in den vorliegenden Abhandlungen gefunden habe; auf die ältere Litteratur glaube ich nicht eingehen zu brauchen, da dieselbe über die Anatomie der Coniferen-Spaltöffnungen nichts Erwähnenswerthes enthält, und sie, soweit sie die Vertheilung derselben berührt, weiter unten berücksichtigt ist.

Die von mir an Coniferen, Cycadeen und Gnetaceen an-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

gestellten Untersuchungen ergeben folgendes Bild der Spaltöffnungen.

Das Schliesszellenpaar bildet, wie Kraus schon für die Cycadeen nachgewiesen hat, von der Fläche aus gesehen, eine Ellipse, die an den Polen, dort, wo die beiden Zellen zusammenschliessen, eingekerbt ist, und deren Grösse, wie die Tabelle zeigt, bei den verschiedenen Gattungen wechselt.

Die Cycadeen haben unter den von mir verglichenen Arten die grössten Schliesszellen.

	Länge.	Breite.
	mm.	
Biota orientalis	0,041	0,031
Thuja gigantea	0,039	0,031
Arthrotaxis selaginoides	0,043	0,033
Juniperus communis	0,044	0,031
Taxodium distichum	0,042	0,034
Larix	0,042	0,031
Abies Nordmanniana	0,045	0,031
Taxus	0,044	0,031
Araucaria Cunninghamii	0,037	0,026
„ brasiliensis	0,048	0,026
„ Bidwillii	0,050	0,031
Cunninghamia sinensis	0,050	0,031
Cryptomeria japonica	0,039	0,028
„ elegans	0,044	0,026
Cedrus	0,047	0,040
Podocarpus elongata	0,033	0,031
Picea alba	0,056	0,034
Pinus Strobus	0,051	0,031
„ silvestris	0,062	0,043
„ pumilio	0,059	0,037
„ canadensis	0,062	0,037
„ Laricio	0,064	0,037
Arthrotaxis laxifolia	0,044	0,031
Saxe-Gothea conspicua	0,044	0,031
Torreya taxifolia	0,056	0,031
Dammara robusta	0,045	0,031
Gingko biloba	0,047	0,033
Welwitschia mirabilis	0,047	0,031
Ephedra undina	0,052	0,032
Gnetum	0,028	0,017
Cycas revoluta	0,075	0,034
Lepidozamia Peroffskiana	0,083	0,051
Encephalartos horridus	0,086	0,051

Die beiden Schliesszellen einer jeden Spaltöffnung sind vollkommen gleich geformt, und zwar so, dass die eine das Spiegelbild der anderen ist. Sie legen sich mit geraden Flächen aneinander, die senkrecht gegen die Blattoberfläche gerichtet sind, und die ich ihrer Lage wegen als Innenwände bezeichnen möchte. Die der Blattoberfläche zugekehrte Seite des Schliesszellpaares, also die Oberseite, ist sattelförmig gekrümmt, sodass in der Längsansicht (Fig. 1) der mittlere Theil der Oberseite so gebogen ist, dass die Convexität nach unten liegt, wohingegen im Querschnitt, der aus der Mitte genommen ist (Fig. 6), die Convexität der oberen Zellwand nach oben gerichtet ist.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Die Schliesszellen sind demnach in der Mitte flach und breit, erheben sich aber an den Polen, und, da sie hier nach oben schmäler werden, so ist die Sehne des von der Oberseite der einzelnen Zelle gebildeten Bogens in der Mitte der Zelle ungefähr um 45° gegen die Innenwand geneigt (Fig. 6) und der Bogen stark gewölbt, je näher sie aber den Polen liegt, desto steiler ist ihre Lage und desto flacher wird der Bogen. In der Polansicht selbst wendet sich die Zellwand von den steilen Seiten in einem Bogen, dessen Convexität nach aussen liegt, nach der die beiden Schliesszellen trennenden, als Linie erscheinenden Medianfläche, sodass die Zellen an den Polen abgerundet erscheinen (Fig. 2 u. 3). Auch am äusseren Rande rundet sich die Oberseite nach unten ab und geht allmählich in die Unterseite über. Diese ist an den Polen oben begrenzt und senkrecht gegen die Innenwand gestellt; in der Mitte erhebt sie sich in einem Bogen, dessen Convexität der Nachbarzelle zugekehrt ist, nach dem Spalt zu und bildet dicht unter demselben eine schwache Einbuchtung nach dem Innern der Zelle. In Fig. 5 der Flächenansicht des Schliesszellenpaares vom Blattinnern aus, also der Unterseite, erscheint dadurch in der Mitte eine Vertiefung.

Da nun die Oberseite in der Mitte sattelartig vertieft ist, und der mittlere Theil der Unterseite sich nach dem Spalt zu erhebt, so liegt im Umfang desselben nur ein schmaler Membranstreifen, während an den Polen, wo die Oberseite nach oben gekrümmt ist und die Unterseite eine ebene Fläche senkrecht zur Innenwand bildet, sich die Zellen mit breiten ebenen Flächen aneinander legen. Fig. 1 zeigt diese beiden senkrecht stehenden Flächen der Innenwand, die in der Mitte durch den schmalen Membranstreifen verbunden sind. Unterhalb desselben wird das Stück der Unterseite sichtbar, das sich nach dem Spalt zu erhebt, und oberhalb des Streifens bemerkt man einen Theil der Oberseite, weil dieselbe vom Spalt aus sich nicht sofort nach abwärts wölbt, sondern erst im flachen Bogen sich nach oben erhebt, sodass im Umfang des Spaltes eine flache, muldenförmige Vertiefung gebildet wird, auf deren Grund der Spalt zu liegen kommt.

Behandelt man die Schnitte aus den Spaltöffnungsbahnen mit Phloroglucin und Salzsäure, so färben sich alle verholzten Zellwände, also auch die der Schliesszellen, roth.

Bei näherer Betrachtung ergibt sich, dass die Färbung nicht die ganze Zellmembran durchsetzt, sondern Stellen derselben ungefärbt bleiben, welche demnach unverholzt sein müssen. So verläuft bei jeder Schliesszelle am äusseren Rande ein heller Streifen, der, wie schon Schwendener nachwies, aus Cellulose besteht. Dieser Cellulosestreifen gehört der Oberseite an (Fig. 4), ist auch nur auf den Flächenansichten zu erkennen, die von der Blattfläche aus betrachtet werden. Bei Schliesszellen, die flach und niedrig sind oder von oben gedrückt werden, wird der Streifen an den äusseren, seitlichen Rändern solcher Flächenansichten sogar von der verholzten Unterseite, die beim Druck seitlich hervortritt, verdrängt. Auf den Seiten der Schliesszellen verläuft der Cellulose-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

streifen nahe am unteren Rande in gleicher Höhe (Fig. 2), wendet sich an den Polen nach oben, setzt sich auf den steilen Seiten unterhalb der oberen Zellgrenze fort, indem er sich dem Spalt nähert und in demselben verschwindet. Betrachtet man die Schliesszelle von der Zwischenwand aus (Fig. 1), so sieht man, dass der Cellulosestreifen in die Spalte einbiegt, bei *a* im Membranstreifen der Mitte auftritt und dann in der unter demselben gelegenen Einbuchtung verläuft, er ist aber hier cuticularisirt.

(Fortsetzung folgt.)

Instrumente, Präparations- u. Conservationsmethoden etc. etc.

Hogg, J., The Microscope; its history, construction and application. 11th edition. 8⁰. 770 pp. London (Routledge) 1885. 7 s. 6 d.

Miciol, M., Les herborisations et les herbiers. (Le Guide scientifique. [Bruxelles.] 1885. No. 7.)

Originalberichte gelehrter Gesellschaften.

Botanischer Verein in München.

VII. ordentliche Sitzung.

Mittwoch den 13. Mai 1885.

2. Ferner spricht Herr Professor Dr. **C. O. Harz** über:

„Verholzungen bei höheren Pflanzen, speciell über das Vorkommen von Lignin in Samenschalen."

(Fortsetzung.)

IV. Phaseoleae Brown.

Alle untersuchten Samen entsprechen der Regel:

Cajanus Indicus Spr.
Dolichos biflorus L.
„ monachalis Brot.
Phaseolus Roxburghii Wight. et Arn.
„ vulgaris L.
Soja hispida Mönch. platycarpa Hrz.
Soja hispida Mönch. tumida Hrz.
Phaseolus aconitifolius L.
„ multiflorus Lam.
„ Mungo L.
Physostigma venenosum Balf.

Fam. Anacardiaceae Lindl.

Schinus Molle Tournef.: Die (dritte) Prismenschichte sehr stark verholzt.

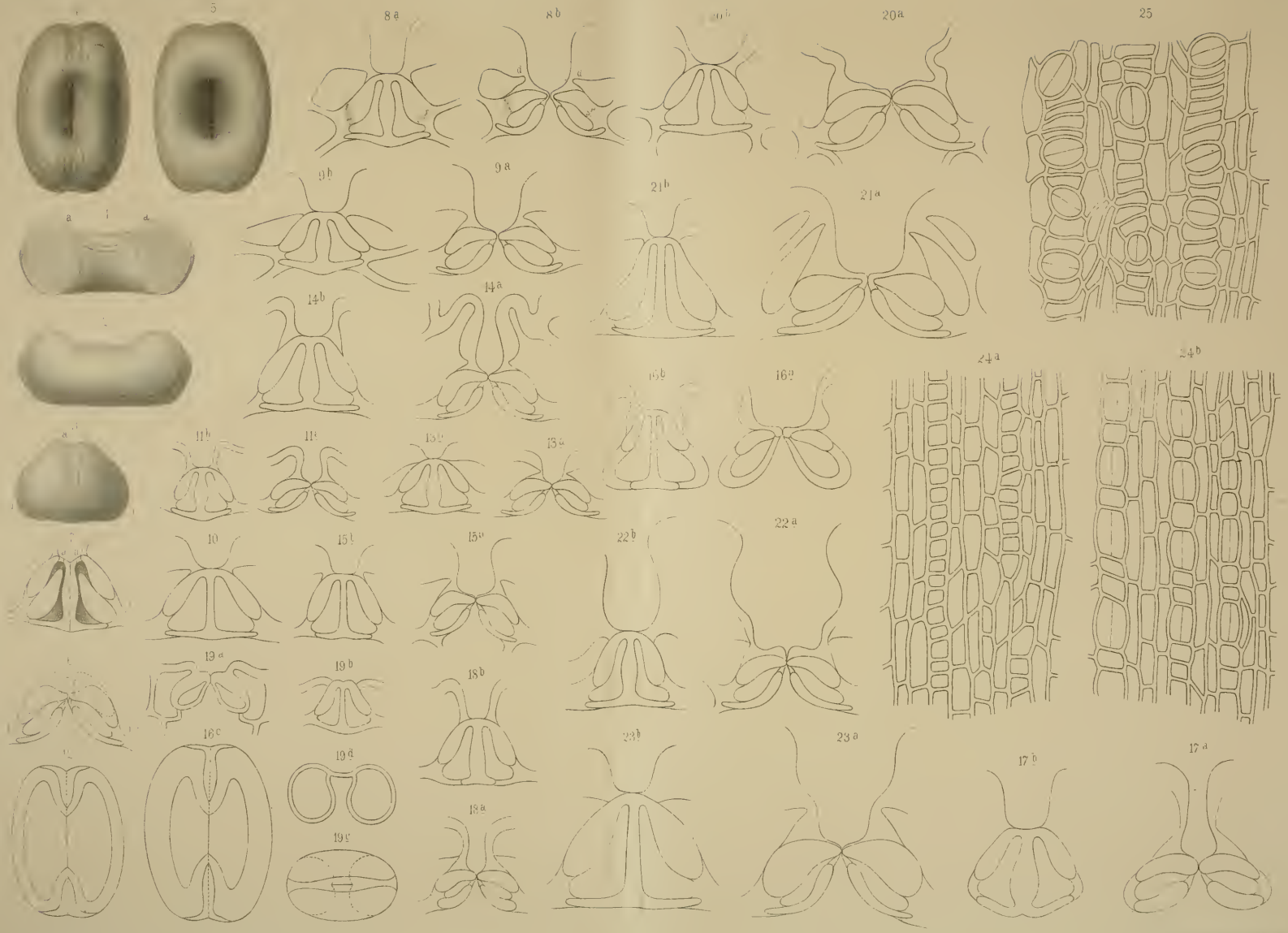
Fam. Juglandaceae Lindl.

Bei Juglans regia L. sind (nur) die Gefässbündel stark verholzt.

Fam. Granataceae Lindl.

Der harte innere Theil der steinbeerenartigen Samenschale stark verholzt.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

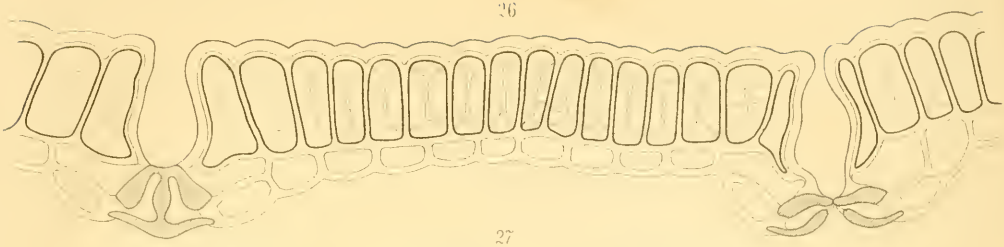


Dr Paul Klemm del.

Artist. Anst. d. K. k. Hof- u. Staatsdruckerei.

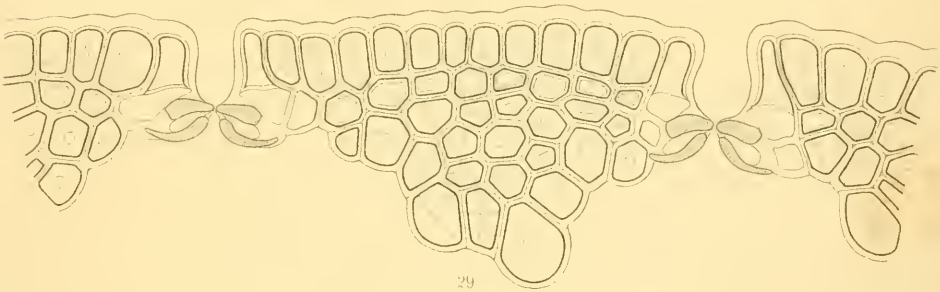
© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

26

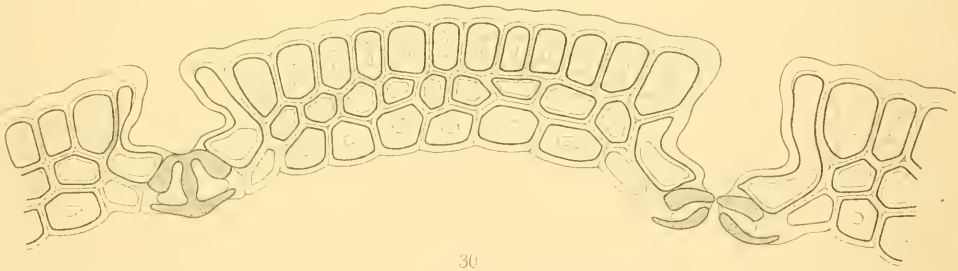


27

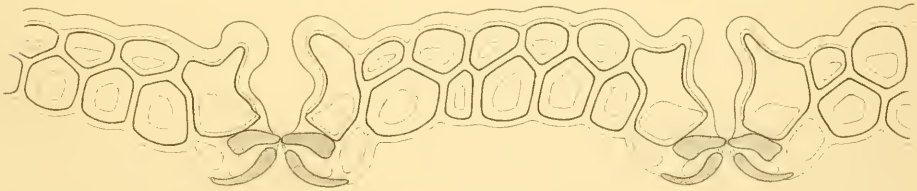
28



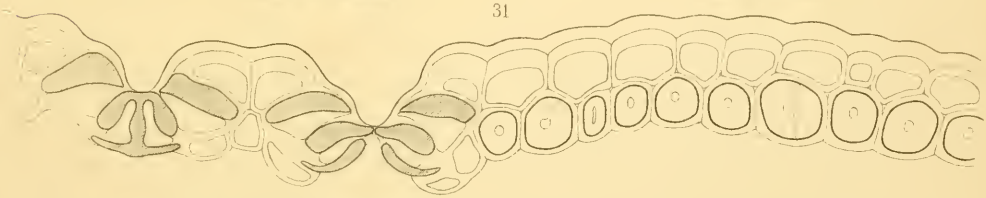
29



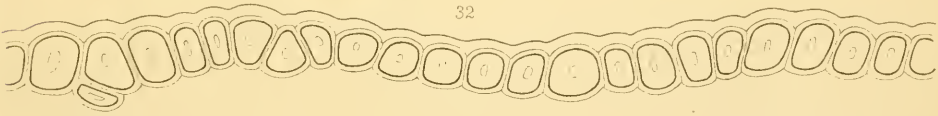
30



31



32



Hr. Bau. Kerner del. Artist. Anst. v. Th. Fischer, Cassel.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Botanisches Centralblatt

Jahr/Year: 1885

Band/Volume: 24

Autor(en)/Author(s): Mahlert Adolf

Artikel/Article: Wissenschaftliche Original-Mittheilungen. Beiträge zur Kenntniss der Anatomie der Laubblätter der Coniferen mit besonderer Berücksichtigung des Spaltöffnungs-Apparates 54-59