

# Ueber den Bau der Cycadeenfiedern

VON

Gregor Kraus.

---

Hierzu Tafel XIX bis XXIII.

---

Den jüngsten Resultaten der Blattphysiologie gegenüber ist die Blattanatomie mangelhaft geworden.

Durch die Untersuchungen von Sachs<sup>1)</sup> wird die Thätigkeit des Blattes, der Hauptsache nach, als ein mit der Respiration zusammenhängender Stärkebildungsprocess des chlorophyllreichen Blattfleisches definirt, und durch Hanstein<sup>2)</sup> die Arbeit des Gefässbündels in eine doppelte zerlegt, eine Zuleitung der Rohstoffe aus der Wurzel durch das Holz, und eine Ableitung der im Parenchym verarbeiteten Materien an die Verbrauchsstätten oder die Nahrungsspeicher durch den Bast.

Dafür fehlt es der Anatomie an stützenden Thatsachen allerdings nicht. Sie weist nach<sup>3)</sup>, dass die Gefässbündel des Stammes ihre oberen Enden frei und häufig reich verzweigt in das Blatt, als dessen „Nerven“ senden, dass diese hier umsponnen werden von einem chlorophyllreichen, von der Atmosphäre umspülten Gewebe, und dass dieser ganze Apparat von einer (hypothetisch)<sup>4)</sup> wasserdichten, nur stellenweise, gesetzmässig durchbrochenen Haut (der cuticularisirten Epidermis) umschlossen ist. Ueber die Modificationen, welche die

---

1) Flora, 1862, Stück 11 u. 21; Bot. Ztg. 1862, Stück 44, S. 371; Pringsh., Jahrb. III, 205.

2) Pringsh., Jahrb. II, 449 u. f. — Die Milchsaftegefässe u. die verwandten Organe der Rinde, 1864 S. 55—60.

3) Hanstein, Pringsh. Jahrb. I, 233; Nägeli, Beiträge zur wiss. Bot. Heft I.

4) bisher wenigstens; directe Beweise s. unten.

einzelnen dieser Theile nach äusseren und inneren Umständen erleiden, besitzen wir sogar reiche Erfahrungen<sup>1)</sup>.

Aber, was das Wichtigste ist, über die Verbindung des Parenchyms mit den Gefässbündeln (der Nahrung bereitenden und leitenden Elemente), das Verhalten des zu- und abführenden Theiles, den Bau des assimilirenden Parenchyms u. s. w. wissen wir, die schöne Beobachtung Hanstein's über die freien Gefässbündelendigungen netznerviger Blätter ausgenommen<sup>2)</sup>, gar nichts.

Darauf war also ein Hauptaugenmerk zu richten. — Es wird sich zeigen, dass das Chlorophyllgewebe der Cycadeenfiedern mit einem eigenthümlichen, Siebporen ähnlichen Porensystem versehen ist und durch dieses mit den Bastelementen sehr innig zusammenhängt.

Es bietet aber diese monographische Schilderung des Blattbaues ausser dem physiologischen noch ein doppeltes Interesse:

Einmal gewinnt die Systematik, die bisher nur auf Principien der „äusseren Morphologie“ gegründet war, aus der „inneren Morphologie“ neue Anhaltspunkte für die naturgemässe Gruppierung der Gewächse. So hat sich bisher durch alle vergleichend anatomische Untersuchungen<sup>3)</sup> ergeben, dass äusserlich wohl differenzirte Gattungen auch innerlich ein abgerundetes Ganze bilden, dass dagegen die Arten jener Gattung nicht, oder nur gruppenweise geschieden sind.

Dann aber bietet eine solche Untersuchung der Paläontologie das erwünschte Material, die in makroskopisch unbestimmbaren Fragmenten auf uns gekommenen Reste vorweltlicher Organismen auf mikroskopischem Wege zu erkennen, auch auf dem andern Wege erhaltene Resultate auf diesem zu bestätigen oder zu erschüttern.

In der Ausführung dieser Beiträge zur Kenntniss der Blattanatomie<sup>4)</sup> ist, aus mehrfachen Gründen, vorerst eine kurze Andeutung über das gegenseitige Verhalten von Blatt- und Rindenschichten gegeben; daran reiht sich Einiges über die anatomische Stellung der Cycadeenfiedern unter den übrigen Familien und eine allgemeine Be-

1) Die hieher gehörige Literatur wird im Verlaufe der Untersuchung wiederholt einzeln genannt werden.

2) Die Milchsaftgefässe etc. S. 16.

3) Für die Blattepidermis der Cycadeen vgl. Bornemann, Org. Reste d. Lettenkohlengruppe Thüringens S. 41; für die Coniferenblätter, Thomas, Pringsh. Jahrb. IV, 23; für die Coniferenstämme, Kraus, Würzb. Nat. Zeitschr. V, 144; für den Kork, Sanio, Pringsh. Jahrb. II, 42.

4) Das Material und die Specialliteratur verdanke ich der gewohnten Güte meines Lehrers, des Herrn Professor Schenk.

trachtung des Schichtenbaues derselben. Zuletzt folgt die Besprechung der einzelnen Gattungen.

## 1. Das Blattparenchym und die primäre Rinde.

Die einjährige Rinde des Stengels ist von Alters her <sup>1)</sup>, der Function nach, dem Blatte gleich erachtet worden. Grischow's Versuche an Cacteen haben ein Gleichverhalten, wenigstens für die Respiration, direct gelehrt (Meyen, Pfl.Phys. II, 155). Die grüne, mit dem Blatt gemeinsame Farbe, insbesondere aber die mit Spaltöffnungen versehene Epidermis der jungen Rinde geben vom anatomischen Standpunkte <sup>2)</sup> genügenden Anhalt. — Eine etwas nähere Bezeichnung ihrer Uebereinstimmung wird hier um so mehr gerechtfertigt sein, als die Gewebsschichten von Blatt und Rinde, unverändert oder modificirt einander entsprechend, oft erst durch diese Vergleichung richtig gewürdigt werden können.

Ich wähle, da mir Blatt und Rinde der Cycadeen zu vergleichen unmöglich ist, einige Beispiele aus anderen Familien.

Führt man einen Längsschnitt durch Stengel und Blatt von *Vinca minor* L. so, dass man den unmittelbaren Zusammenhang zwischen denselben nicht stört, so sieht man Epidermis, Collenchym und Chlorophyllgewebe des Stengels sich unmittelbar durch den Blattstiel fortsetzen und in der Blattspreite als deren Gewebe erscheinen. Durch einen weiteren Verfolg erfährt man nachstehende Veränderungen dieser Gewebe. Die gestreckt-rechteckigen Zellen der Rindenepidermis werden bei ihrem Uebergang in den Blattstiel fast plötzlich quadratisch oder sogar querlänger, strecken sich aber im Stiele allmählig wieder und erhalten über dem Spreitenerv nahezu wieder die frühere Gestalt, während die Spreitenparenchymepidermis aus flächenartig gedehnten, geschlängelt-contourirten Zellen besteht. Die Zellen des Collenchyms und der grünen Rinde werden in gleicher Weise an der Blattepidermis kürzer <sup>3)</sup>, fast quergestreckt, nähern sich jedoch

1) „Hinc probabiliter deducam, folia a Natura in hunc usum institui, ut in ipsorum utriculis nutritivus succus contentus, a ligneis fibris delatus, excoquatur. — Consimilem naturam reperiri in Corticis utriculis — — probabiliter evineam.“ Malpighi, Opp. Lugd. Bat. 1687. Anat. plant. Id. p. 13.

2) Schacht, Baum, 1. Aufl. 145, 240, 295. — Anat. u. Phys. II, 122.

3) Diese Bildung der „rundzelligen Schicht“ (Mohl, Bot. Ztg. 1860 S. 5 ff.) kommt auch bei immergrünen Blättern vor: *Ficus rubiginosa*, *Streptocarpus sinuatus*, *Berberis Aquifolium*, *Rhododendron hirsutum*. *Hedera Helix*, *Taxus baccata*, *Abies pecti-*

aufwärts auch der ursprünglichen Form. Bei der Spreitenbildung schwinden die Zellen des Collenchyms gänzlich und begleiten nur die Nervenoberflächen und den Blattrand <sup>1)</sup>. Das Chlorophyllgewebe differenzirt sich in der Spreite in die bekannten Schichten des Pallisaden- und Schwammparenchyms.

Aehnlich verhält es sich bei *Berberis Aquifolium*, *Rhododendron hirsutum*, *Buxus sempervirens* u. s. w.

Nicht wenige Pflanzen (*Begonia*, *Peperomia* u. s. w.) verlieren ihr Collenchym in der Blattfläche nicht, sondern wandeln dasselbe in ein mehrschichtiges, aus prismatischen, zur Blattfläche senkrecht gestellten Zellen bestehendes Gewebe um.

Andrerseits kommen auch Fälle vor, in welchen das Chlorophyllgewebe des Blattes im Zusammenhang mit der grünen Rinde nicht nachgewiesen werden kann (*Eucalyptus globulus* Labill.).

Zwei Beispiele, die wohl zu den complicirtesten Fällen gehören, welche im Verhalten von Blatt- und Rindenschichten zu einander eintreten können, seien noch erwähnt.

Es konnte wohl nicht erwartet werden, zu den von Hanstein gefundenen (Pringsh., Jahrb. I, 233) und von Nägeli weiter verfolgten (Beitr. z. wiss. Bot. Heft I) Gefässbündelblattspuren ein Analogon in der Rinde als „Parenchymblattspuren“ zu finden, da eine Gliederung derselben in Stränge nicht vorhanden ist (die Bastschicht gehört zum Gefässbündel im weiteren Sinn, Fibrovasalstrang Nägeli's), und nur äusserlich, andeutungsweise, bei einer Minderzahl von Pflanzen, bei Blättern mit herablaufenden Basen (Blattkissen) auftritt, z. B. bei Coniferen, Cycadeen, Labiaten, Scrophularinzen u. s. w. <sup>2)</sup>. — Dennoch sind bei einigen dieser Pflanzen die einzelnen Rindenschichten in, den Blättern zugehörige Stränge, wenigstens annähernd, geschieden:

Am Zweige von *Podocarpus macrophylla* Don finden wir jedes Blatt mit seiner Basis in einem flachen, immer schmaler werdenden

nata. Ueber letztere vgl. auch Sanio, Pringsh. Jahrb. II, 68. — Sie darf als anatomisches Substrat des Blattgelenkes, nicht aber als solches für den Blattfall angesehen werden.

1) Solch ein Randcollenchym findet sich auch bei *Eucalyptus*, *Musa* und sonst; damit ist nicht zu verwechseln das Vorkommen randständiger Nerven mit seitlich gelegenen Bastbündeln, die den Knorpelrand vieler Blätter bedingen: *Camphora*, *Laurus*, *Cocculus*, *Cinnamomum*, *Quercus*. Schon Malpighi (Opp. ed. cit. p. 7 et 53) spricht davon beim Lorbeer.

2) Ueber diese „äusseren“ Blattspuren vgl. Nägeli a. a. O. S. 46.

Wulste durch vier Internodien bis zu dem darunter stehenden herablaufen ( $\frac{2}{5}$  Stellung) und könnten demnach, äusserlich, eine Rinden- oder Parenchymblattspur desselben unterscheiden, die sich von der Gefässbündelblattspur durch bedeutendere Kürze unterschiede (über die Länge der letzteren vgl. Hanstein a. a. O. S. 258, Taf. XVIII. Fig. 19). Aber auch innerlich zeigt der Querschnitt durch die Rinde, correlativ mit dem Blatt- oder Blattstielquerschnitt, unter der Epidermis eine einreihige Lage bastähnlicher Zellen, ein grünes Rindenparenchym und eine farblose, an den Bast stossende Zellschicht. Von diesen Schichten laufen die bastähnliche und chlorophyllhaltige, durch Einziehungen der Epidermis getrennt, als gesonderte, je einem Blatt zugehörige und opponirte Stränge durch den Stengel. — So auch *Taxus baccata* L.

Bei *Nerium Oleander* L. ist das unter der Epidermis gelegene, farblose, mehrschichtige Gewebe eine veränderte Fortsetzung des Collenchyms der primären Rinde, und das Chlorophyllgewebe jeder Blatthälfte steigt durch die ihm zugewendete Seite des Blattstiels (und darin sehr verschmälert) in die Rinde hinab und liegt hier, vereint mit dem Chlorophyllgewebsstrang für die ihm zugewendete Hälfte des angrenzenden Blattes auf der Fläche zwischen je zwei Ecken des dreikantigen Stengels. Es enthält also hier der Stengel drei grüne, den Flächen opponirte, und den einander zugekehrten Blatthälften zweier benachbarter Blätter angehörige, und drei farblose Collenchymstränge, den Kanten opponirt und jeder je einem Blatte zugehörig.

Diese wenigen Beispiele, die sich unschwer vermehren liessen, mögen als Beweise genügen, dass Rinden- und Blattparenchym-schichten meist als gegenseitige Fortsetzungen oder doch als einander im Schichtenbau analog betrachtet werden dürfen.

Es erleiden nemlich die einzelnen Gewebelemente beim Uebertritt in die Blattspreite ansehnliche Aenderungen. Bemerkenswerth ist, dass dieser Aenderung die Gefässbündelbahnen nicht folgen.

Für die Epidermis besteht die Abänderung darin, dass die längsgestreckten Zellen der Rinde in der Spreite sich flächenartig dehnen, manchmal kaum merklich (*Ficus rubiginosa*), ein andermal deutlich und mit Umänderung der Contouren in die geschlängelte Form (*Berberis*, *Vinca* u. s. w.). Blattstiel und Gefässbündelbahnen behalten den Bau der Rindenepidermis (*Angiopteris Teysmanniana*, *Cycas revoluta* u. s. w.). — In gleicher Weise ändert ab das Collenchym. Während dasselbe bei allen von mir untersuchten Pflanzen in Rinde, Blattstiel und Gefässbündelbahnen der Spreite zusammengesetzt ist, aus deut-

lich in Fasern zerlegbaren Zellreihen, (Zellen Tochterzellen zu 2 bis 10, manchmal mehrere neben einander [Tilia] beherbergend) (*Ficus rubiginosa*, *Rhododendron campanulatum*, *Metrosideros tomentosa*, *Nerium Oleander*, *Sambucus nigra*, *Berberis Aquifolium*, *Sorbus aucuparia*, *Salix caprea*, *Ligustrum vulgare*, *Cornus sanguinea*, *Ulmus campestris*, *Ribes aureum*, *Cytisus Laburnum*, *Rhus typhinum*, *Fagus sylvatica*, *Corylus Avellana*, *Prunus Laurocerasus* u. a.), so konnte ich bei den in der Spreite, unter der Epidermis liegenden, flachen Zellen, die eine unmittelbare Fortsetzung der Collenchymzellen sind, eine solche Zusammenlagerung zu Fasern nicht nachweisen (*Ficus rubiginosa*, *Rhododendron campanulatum*, *Metrosideros tomentosa* u. a.). Diese Schicht ungefärbter, etwas verdickter, poröser Zellen, die schon längst bekannt ist<sup>1)</sup>, hat zur Annahme einer mehrschichtigen Epidermis geführt. Hätte man dieselbe durch den Blattstiel nach rückwärts verfolgt, oder ihren Zusammenhang mit dem auf den Blattnerven liegenden Collenchym beachtet, so würde man sich alsbald von ihrer wahren Natur, als eines modificirten Collenchyms überzeugt haben. Dafür spricht nicht allein der angegebene unmittelbare Zusammenhang, sondern auch Bau und Inhalt derselben. Besonders auffallend ist der gleiche Inhalt bei *Metrosideros tomentosa*, wo Collenchym und farblose Blattschicht auf Eisenchlorid eine schön blaue Gerbstoffreaction zeigen. — Die Umänderung der grünen Rindenschicht im Blatt ist bekannt.

Für die hier untersuchte Familie kann, nach Massgabe des Materials, nur einiges über den Zusammenhang der Fieder- und Spindelzellschichten des Wedels gegeben werden.

Bei der vergleichenden Betrachtung des Spindel- und Fiederbasisquerschnittes von *Cycas revoluta* L. fällt als hauptsächlichster Unterschied die gewechselte Lage des Chlorophyll- und Bastgewebes ins Auge. Während nämlich in der Spindel unter der Epidermis eine Chlorophyllzellige mit radienartigen Fortsetzungen in die darunter befindliche Lage bastähnlicher Zellen kommt, liegt unter der Epidermis der Fiederbasis ein bastähnliches Gewebe und darunter erst Chlorophyllparenchym. Dieser Lagenwechsel geschieht in der Furche, welche die herablaufende untere Kante der Fieder mit der Rhachis bildet. Dort, in der Tiefe der Rinne, schwindet die unter der Epidermis gelegene Chlorophylllage und das darunter befindliche Bastgewebe tritt unter die Oberhaut des sich erhebenden Blattes herauf, meist unter

1) Meyen, Phytotomie S. 114; Thomas a. a. O. S. 34.

schieferm Verlaufe der Zellen. Hiemit ist nun allerdings nur der Zusammenhang des unter der Oberhaut gelegenen Gewebes mit der tieferen, bastähnlichen Lage dargethan; aber auch das Chlorophyllgewebe des Blattes zeigt sich als eine Fortsetzung der radienähnlichen Ausläufer, welche die Bastlage der Spindel durchsetzen, da man auf Längsschnitten den Zusammenhang dieser vereinzelt, längsverlaufenden Chlorophyllstränge mit dem Blattchlorophyllgewebe einer- und dem der Spindel andererseits wahrnimmt.

Bei *Ceratozamia mexicana* Brongn. sind die Verhältnisse wesentlich andere:

Der Querschnitt der Spindel zeigt unter der Epidermis eine oder zwei Reihen bastähnlicher Zellen, darauf eine dünne Lage Chlorophyllgewebe (wie bei der vorigen vielseitig-prismatische, grossporige Zellen), das sich in netzförmig verbundenen Radien in das unterlagernde bastähnliche Gewebe fortsetzt; innerhalb des letzteren die Gefässbündel und Gummigänge in markähnlichem Gewebe. An der Fiederbasis ändert sich die Sache: die Spindeloberhaut setzt sich als Blattepidermis ungestört, aber modificirt fort; das darunter liegende bastähnliche Gewebe schwindet gänzlich und an seine Stelle tritt das Chlorophyllgewebe, den ganzen Raum einnehmend zwischen dem gerade aufsteigenden, die Gefässbündel umgebenden bastähnlichen Rohre der Rhachis und der nach aussen biegenden, für die Fiederbasis bestimmten Epidermis; es ist in der Weise geändert, dass die Zellen gestreckt und dickwandig sind und ihr Chlorophyllgehalt sich auf ein Minimum reducirt. Im Blatt selbst schwindet dies Gewebe wieder eben so allmählig, als es entstanden, sich differenzirend in ein bald wieder erlöschendes oberseitiges, unter der Epidermis gelegenes bastähnliches Gewebe und ein Blattdiachym. — Eine merkwürdige Aenderung geht das die Gefässbündel umhüllende Bastrohr ein. Die Zellen desselben werden von aussen nach innen zu allmählig immer kürzer, steinzellenähnlich und reich porös. Diese Steinzellschicht unterlagert die ganze schmal elliptische Fiederbasis und ist als anatomisches Substrat des „Blattgelenkes“<sup>1)</sup> zu betrachten; über ihr bricht die Fieder leicht ab. Etwa eine Linie oberhalb ihres Anfangs wird diese Steinschicht von einem einzigen Gefässbündel durchbrochen, welches aufwärts steigend etwa 10 Zweige unter schieferm Winkel als Blattgefässbündel abgibt und schliesslich selbst als oberster Randnerv in

1) Ueber die Gattungen, welchen von den Systematikern Gelenke zugeschrieben werden, s. Miquel, Prodr. Syst. Cycad., 1861, p. 6.

die Fieder tritt. — Aehnlich verhält sich *Zamia*; bei den übrigen Cycadeen habe ich nichts dergleichen gesehen. — Diese Art der Gelenkbildung ist verschieden von der, welche z. B. an *Berberis Aquifolium* sich findet. Auch hier wird sie durch eine Steinschicht verursacht; diese aber ist nicht die Modification einer in ihrer Richtung ungestörten Normalschicht, sondern eine hier eigens auftretende, quer durch die anderen Schichten von Epidermis durch die Rinde setzende.

So mag denn das Blatt anatomisch als eine modificirte primäre Rinde betrachtet werden, modificirt zum Zwecke kräftigerer Respiration. Auf der höchsten Organisationsstufe ständen diejenigen Blätter, in welche die Schichten der Rinde sämmtlich eintreten.

Dies ist bei unserer Familie der Fall. Ueber einer gestaltreichen, gattungcharakterisirenden Epidermis liegt eine Blattrinde — der Aussenrinde entsprechend — und ein meist in 2, manchmal sogar in 3 Schichten differenzirtes Chlorophyllgewebe (Pallisaden-, Quer- und Schwammparenchym)<sup>1)</sup>. Am tiefsten stehen die Zamien, denen eine Blattrinde und ein differenzirtes Chlorophyllgewebe häufig fehlt; daran schliesst sich die farnkrautähnliche *Stangeria* und *Ceratozamia* mit ebenfalls fehlender Blattrinde, aber reichlicher differenzirten übrigen Geweben; unter den drei Gattungen *Encephalartos*, *Dioon* und *Cycas* besitzt die erste eine beiderseitige, zusammenhängende Blattrinde, die beiden letzten sind ohne eine zusammenhängende auf der Unterseite; die beiden ersten besitzen Gummigänge, die letztere dagegen ein eigenthümlich modificirtes Markparenchym und öfter merkwürdig gebaute Spaltöffnungen.

Nun ergibt sich auf den ersten Blick eine Harmonie dieser anatomischen Resultate mit der nach morphologischen Gesetzen ordnenden Systematik: — die Cycadeen werden zwischen die Coniferen und Palmen gestellt. Ein Vergleich der Blattstructur beider mit der der Cycadeen scheint wie geschaffen zu sein, ihre Stellung zu befestigen. Die Blattfieder von *Cycas revoluta* L. ist äusserlich und innerlich dem Blatte von *Podocarpus* (*macrophylla* besonders) im Ganzen vollständig gleich angelegt, freilich in den einzelnen Elementen verschieden. *Encephalartos* steht der *Dammara* sehr nahe. — Andererseits stehen die Palmenfiedern (der oben angeführten Gattungen) in der Anord-

1) Die für die Gattungen, ja manche Artengruppen ganz charakteristischen Epidermen hat Bornemann (a. a. O. Taf. XI u. XII) skizzirt; nach diesem und nach meinen Erfahrungen (vgl. unten) kann ich mich der Ansicht Hallier's, „dass die Unterschiede im Bau und in der Anordnung der Oberhautzellen zur Bestimmung der Gattung durchaus nicht zureichen“ (Flora 1859 p. 50), nicht anschliessen.

nung der Blattschichten den Zamien ziemlich nah; und gegen die Farne hin macht *Stangeria* einen unbestreitbaren Uebergang (nach Epidermis und Nervatur).

Wie dem aber sei, diese ganze Uebereinstimmung der Structur nahverwandter Familien darf doch nur als rein zufälliges Zusammenreffen (bis jetzt) betrachtet werden, welches nicht sowohl in der nahen morphologischen Verwandtschaft als in der Gleichheit der Blattform gegründet ist. Dies beweist sich einfach daraus, dass, wo in anderen weit entfernten Familien gleiche Blattformen auftreten, ebenda auch ähnliche Structur wiederkehrt. Als Beispiel mögen die Phyllocladien von *Xylophylla angustifolia* und *falcata* — aus der Familie der Euphorbiaceen — dienen. — Aehnliches ergibt sich ja auch in Bezug auf die Structur des Holzes bei Coniferen, Magnoliaceen und Araliaceen (Cupressineen — *Drimys*, *Tasmannia* — *Trochodendron*).

## 2. Die Epidermis.

Zum Epidermisbegriff. In jüngster Zeit sind zwei schon früher einmal aufgeworfene Fragen wieder aufgenommen worden, durch deren verschiedene Beantwortung der Oberhautbegriff ansehnlich modificirt wird. Die eine ist, ob die Epidermis an oberflächlichen Laubtheilen fehlen, die andere, ob sie mehrschichtig auftreten könne.

Die erste wird von Caspary im Anschluss an die älteren Ansichten von Treviranus und Brongniart<sup>1)</sup> bejahend vertreten. Dieser fand nämlich bei seinen Untersuchungen über den Bau der Hydrilleen (Pringsh., Jahrb. I, 384. — Bot. Ztg. 1859 S. 125), dass die äusserste Zellschicht des Blattes und Stammes derselben bei mangelnden Spaltöffnungen, wie das darunter liegende Parenchym Chlorophyll führt, und hält deshalb mit Treviranus (Verm. Schr. IV, 76; Phys. I, 460) diese Schicht nicht für Epidermis. Die genannte äussere Zelllage besitzt aber ausserdem, wie ich mich für das Blatt von *Potamogeton lucens* und *praelongus* überzeugt habe, die Form der Epidermis (sie gehört in die Kategorie der Epidermen mit senkrecht gegen die Blattachse gestreckten Zellen, worüber unten), eine

1) Brongniart's Beweisführung, die sich lediglich auf den Mangel der Spaltöffnungen stützt (Annales des sciences naturelles T. XXI p. 442) wird wohl von keinem Anatomen als bindend betrachtet werden, man müsste denn etwa die spaltöffnungslosen Blätter der Schmarotzer (*Monotropa* u. s. w.) oder der Blüthe (Hildebrand, einige Beob. a. d. Geb. d. Pfl. Anat. 1861 S. 6 — 7) für epidermenlos halten.

nach aussen stärker entwickelte Cellulosemembran und eine, wenn gleich sehr dünne, Cuticula; letztere lässt sich durch conc. Schwefelsäure als feines, spinnwebiges Häutchen isoliren und durch Jodzusatz verdeutlichen<sup>1)</sup>. Der Unterschied dieser Schicht von der gewöhnlichen Epidermis liegt also im Mangel der Spaltöffnungen und dem Vorhandensein des Chlorophylls. Beide Eigenschaften können jedoch den Charakter der Epidermis nicht stören, da eine Anzahl echter Blattepidermen der Spaltöffnungen entbehrt (vgl. oben), und ausserdem unzweifelhafte, mit Spaltöffnungen versehene Epidermen Chlorophyll in verschiedener Menge führen. Sanio hat bereits in der Oberhaut von *Ficaria*, *Staphylea*, *Listera* und *Equisetum* Chlorophyll nachgewiesen (Bot. Ztg. 1864 S. 196—97 Anm.). Ich füge *Caltha palustris*, *Salicornia herbacea*, *Mercurialis annua*, und von den Farnkräutern, bei welchen Blattgrün führende Oberhäute fast zur Regel gehören, *Nephrolepis exaltata*, *Woodwardia lunulata*, *Asplenium Nidus*, *Polypodium ireoides*, *Allosorus falcatus* und *Aspidium coriaceum* hinzu. In diesen Pflanzen, wo eine exquisite, cuticularisirte und stomatenreiche Epidermis bald mehr bald weniger Chlorophyll enthält, bietet sich demnach ein Uebergang zu jener Form der Epidermis, welche, ohne Spaltöffnungen, aber mit dem normalen Bau derselben, chlorophyllführend, an dem Charakter der Epidermis und des Diachyms gleichzeitig participirt. — Ich kann noch ein schönes Beispiel aus der Familie der Hymenophylleen beifügen: *Trichomanes reniforme* Forst. Das Blatt ist 5—6schichtig, ein dreischichtiges, spärlich grünes, aus verdickten, polygonalen Zellen bestehendes Diachym ist oben und unten von einer Epidermis gedeckt, deren polygonale, fast isodiametrische, mit Cuticula versehene Zellen auf ihrer äusseren Wand mit nadelstichfeinen Poren besät und einer gedrängten Schicht grosskörnigen Chlorophylls belegt sind.

So liegt die Sache, so lange man an dem anatomischen Begriff der Epidermis festhält und sie als jene Schicht bezeichnet, die, mit einem structurlosen Häutchen (der Cuticula) überzogen, die Oberflächen der Pflanze bedeckt; — anders, wenn man die Epidermis physiologisch definiert.

Präparirt man an einer Fieder von *Ceratozamia mexicana* Brongn. ein Stückchen fehlerfreier oberer Epidermis vom unterliegenden Ge-

1) Von *Potamogeton lucens* hat sie Brongniart durch dreimonatliche Maceration in Wasser isolirt. *Annal. des scienc. nat.* II. Ser. Tom. I. 1834 p. 68, Pl. 3, Fig. 5.

webe frei (was an getrockneten Wedeln nicht schwer ist), prüft dasselbe mikroskopisch auf seine Unversehrtheit und heftet es an eine Glasröhre, deren genauer Verschluss durch diese Membran ebenfalls geprüft werden muss: so wird man bei einem endosmotischen Versuch mit Zuckerlösung (etwa 1 Theil Zuckersyrup und 2 Theile Wasser) Tage und Wochenlang denselben Stand der Flüssigkeit innerhalb der Röhre finden. Daraus folgt die Undurchdringlichkeit dieser Epidermis für Flüssigkeiten. Wiederholt man denselben Versuch mittelst eines Blattes von *Potamogeton praelongus*, so ist die Flüssigkeit in der Röhre schon nach einer Stunde merklich gestiegen und nach Verlauf von 24 Stunden hat man einen wenigstens 4—6''' höheren Flüssigkeitsstand. Daraus folgt die Durchdringlichkeit dieser Epidermis und ihrer Cuticula. Eine solche Permeabilität der Cuticula darf man nicht auffallend finden, da bereits Schacht hieher sprechende Versuche mitgetheilt hat <sup>1)</sup>, die eine Permeabilität der Caulerpen-Cuticula beweisen, und Hofmeister eine merkwürdige, für Gallerte durchdringliche Cuticula am Leinsamen beschreibt <sup>2)</sup>.

So kann man die Existenz einer Epidermis dieser Wasserpflanzen vom anatomischen Standpunkte behaupten, und vom physiologischen (die Epidermis als eine Flüssigkeit sperrende Membran betrachtet) leugnen, wenn man zugibt, dass anatomische und physiologische Begriffe in der Gewebelehre sich nicht zu decken brauchen.

Mehrschichtigkeit der Epidermis. Zwischen der äussersten Zelllage und dem chlorophyllführenden Diachym des Blattes findet man in verschiedenen Familien <sup>3)</sup> — bisher ohne Rücksicht auf besondere Eigenschaften der Blätter — eine ein- oder mehrreihige Schicht farbloser, gewöhnlich verdickter, Zellkern und ausser Zellsaft wenig Protoplasma führender Zellen eingeschoben. Die Form derselben ist bisher nirgends mit der Epidermis ganz übereinstimmend gefunden worden, und wechselt von dem häufigsten Flachpolygone durch das gestreckte (über den Nerven) zu bastzellähnlicher Gestalt (Coniferen, Cycadeen, Palmen).

Diese Schicht farbloser Zellen wurde bald zur Epidermis gerechnet und dieselbe mehrschichtig beschrieben (F. Bauer, Treviranus,

1) Zelle S. 348 ff.; S. 158 ff. Taf. VI, Fig. 2, a. — Anat. u. Phys. 1, 361 ff., 96 ff. Taf. 1, Fig. 45.

2) Sitzungsber. d. königl. sächs. Gesellsch. d. Wiss. Sitzung vom 20. Febr. 1858 S. 20 f.

3) Vgl. Thomas a. a. O. S. 31 ff.

Brongniart; Schleiden ist schwankend) <sup>1)</sup>; bald, als derselben nicht zugehörig, zum Parenchym gezählt) (Meyen, Krockner fil., Thomas) <sup>2)</sup>.

Es ist oben gezeigt worden, dass dieses Gewebe sich ganz allmählig aus der farblosen Rinde (dem Collenchym) herausbildet, wie schon Thomas (a. a. O. S. 34) für einige Pinusarten angibt; deshalb kann dasselbe nicht zur Epidermis gerechnet werden und soll im Folgenden als „Blattrinde (Hypoderm)“ bezeichnet werden.

Elemente der Epidermis. Die Epidermis der Cycadeen besitzt alle, in einer exquisiten Epidermis möglichen Elemente: einseitig verdickte, mit Cuticularschicht und Cuticula versehene Zellen, Spaltöffnungen und Anhänge in Form von Haaren. Letztere sind selten, und nur bei *Zamia muricata* v. *foliolis tomentulosis* reichlich und auffallend; ähnlich bei *Cycas revoluta* L. auf der Unterseite: platte, braunwandige, bei ersterer geradwinkelig gegabelte, auf einer kleinen Fusszelle sitzende Zellen. Haarnarben finden sich hin und wieder bei *Encephalartos* auf der Oberseite, beiderseits bei *Stangeria*, wobei auch die ihr eigenen Cuticularleisten auf die Basis derselben radienartig zulaufen, wie das auch sonst gewöhnlich der Fall ist (*Phaseolus multiflorus*, *Prunus domestica*, *Syringa vulgaris* u. s. w.) (Fig. 29). In der Jugend mögen die Fiedern reichlichere Haare zeigen.

Ueber die Form der Oberhautzellen überhaupt, und insbesondere der Cycadeen hat Bornemann (über organische Reste der Lettenkohlegruppe Thüringens, 1856 S. 26 ff. 41 ff.) schöne Untersuchungen geliefert. Doch kann hier nicht einfach darauf verwiesen werden, weil dieselben, eine andere Richtung verfolgend, viel hierher Gehöriges übergehen und in den Einzelheiten manches Unrichtige enthalten.

Vor Allem gehört die Epidermis, ihren Zellen nach, theils zu den gleichartigen (*Cycas*, *Zamia*, *Encephalartos*), theils zu den ungleichartigen Epidermen, d. h. sie ist aus ungleich geformten Zellen zusammengesetzt, und zwar nicht nur an bestimmten Localitäten

1) vgl. dessen Grundzüge 4. Aufl. S. 321 u. 396. — Schacht hat, wie es scheint, nirgends eine solche untersucht, vgl. dessen Zelle S. 225; Anat. u. Phys. I, 267; Mikrosk. 3. Aufl. S. 123. — Hildebränd, Begoniaceen S. 20, und Sanio, bot. Ztg. 1864 S. 195 nehmen eine mehrschichtige Stengelepidermis an. Ich kann mich nach Untersuchung von *Begonia umbellata* und *Peperomia blanda* dieser Anschauung nicht anschliessen. M. vgl. nur des Ersteren Abbildung a. a. O. Taf. V, Fig. 1, c.

2) Die Geschichte dieses Streites s. Meyen, Phytot. S. 114; Thomas a. a. O. S. 34.

(Ober- und Unterseite, Nerven, Umgebung der Stomaten, Rand u. s. w.), was sie mit den Oberhäuten überhaupt theilt, sondern an sich (Ceratozamia, Dioon). Hier sind zwischen die gewöhnlichen bastzellähnlichen Elemente ganz kurze, rautenförmige, reihenweise eingestreut. Eine solche Ungleichartigkeit der Epidermis findet sich noch viel schöner bei Palmen (*Livistona*) und besonders bei Gräsern. Von letzteren sei das Zuckerrohr (*Saccharum officinarum* L.) erwähnt. Die untere Epidermis seines Blattes besteht, abgesehen von den Spaltöffnungszellen, aus drei verschiedengestalteten Elementen: 1) rechteckigen, langen Tafeln mit geschlängelten Contouren, das Hauptgewebe bildend; 2) dazwischen, ohne Regel eingeschoben, kurze, nur 1 bis 2 mal länger als breite, bisquitförmige; 3) grosse, eiförmige, geradcontourirte, manchmal gehörnte Zellen. Auf der Oberseite sind die unter 2) genannten Zellen durch kleine, quadratische ersetzt.

Der Form der Epidermiszellen nach steht die Familie der Cycadeen mitinnen zwischen Coniferen und Farnen. Während *Stangeria* nach der Nervatur und dem Epidermisbau von Farnkräutern schwer zu scheiden ist (gestreckte Zellen mit geschlängelten Wandungen, Fig. 28—29), drängt *Cycas* mit 3—6eckigen, richtungslosen Elementen (Fig. 1, 2, 10) den Pinusarten, *Ceratozamia* (Fig. 17—19) mit bastzellähnlichen *Torreya* zu; *Dioon* (Fig. 21—22) hält sich gegen letztere, wie auch wohl *Zamia* (Fig. 24—26); *Encephalartos* (Fig. 12—14) steht *Cycas* nahe. — Gleichwohl sind die einzelnen Gattungen unter sich nach dem Epidermisbau wohl unterscheidbar; dagegen fallen die Arten der einzelnen Gattungen alle oder gruppenweise zusammen — ein Resultat, welches, wie bemerkt, die vergleichende Anatomie wiederholt geliefert hat<sup>1)</sup>. Das Nähere über die Epidermiszellformen im speciellen Theile.

Merkwürdig sind die Formänderungen, welche die Epidermiszellen an bestimmten Localitäten eingehen:

Ein Theil dieser Formmodificationen hängt mit dem Auftreten der Spaltöffnungen und dem Vorhandensein einer bastähnlichen Blattrinde zusammen. Während *Stangeria* und *Cycas* auf beiden Seiten des Blattes, in der weiteren Umgebung der Spaltöffnungen, unbekümmert um vorhandene oder mangelnde Blattrinde, fast vollständig gleich geformte Epidermiszellen besitzen, hat *Zamia*, *Ceratozamia* und *Encephalartos*, da, wo die Spaltöffnungen liegen, etwas anders geformte Zellen (mehr isodiametrische); auffallend aber ist der Contrast da,

1) vgl. oben.

wo mit dem Auftreten der Spaltöffnungen zugleich die Blattrinde gänzlich fehlt (Dioon).

In den Nervenbahnen, wo bei den Laubblättern so häufig scheinbar Aenderungen der Epidermiszellform eintreten, die aber thatsächlich nur in einem Beibehalten der Rindenepidermisform bestehen, tritt auch ein Aehnliches bei *Stangeria* ein (Fig. 28); bei den übrigen Cycadeen nur unbedeutend, wie dies auch den Coniferen eigen ist (Thomas a. a. O. S. 25). Behälter eigenthümlicher Stoffe (Gummi-, Harz-, Oelgänge oder Drüsen) sind hier ohne Spuren auf der Epidermis.

Blattbasis, -Spitze und -Rand wirken häufig in der Art, dass die Zellen dickwandiger, auch wohl gestreckter werden.

Die Richtung der Zellen ist gewöhnlich der Richtung des Blattes parallel, d. h. die Zelllänge steht in der Blattlänge; so auch bei den nächstverwandten Coniferen, dann bei Gräsern, Palmen, Liliaceen u. s. w. Einen auffälligen Unterschied macht *Encephalartos* (vgl. die Abbildung in Bornemann a. a. O. Taf. XII, Fig. 4) und *Cycas* (Fig. 10, 12—14), wo der Querdurchmesser der Zelle und der Längsdurchmesser des Blattes ihrer Grösse nach correspondiren. Sie haben ihr Analogon z. B. in den Commelynaceen, *Tradescantia crassula*, *Campelia*, *Dichorisandra*, *Salicornia* u. s. w. Hier sind die Zellenlängsmesser in die Blattquere gestellt; die Spaltöffnungszellen dagegen nach der ersten Regel geordnet, und vielleicht durch Längstheilung einer solchen Querselle entstanden.

Bau und Chemie der Cellulosewände. Die Mehrzahl der Gattungen: *Zamia*, *Dioon*, *Cycas*, *Encephalartos* und *Stangeria* hat die gesetzmässige, einseitig nach Aussen verdickte Zelle, nur *Ceratozamia* (Fig. 20) hat eine gleichmässig, stark verdickte, bastzellähnliche Epidermiszelle<sup>1)</sup>. Die Aussenwand ist von grossen Poren durchsetzt bei *Cycas*, was für diese und Coniferengattungen schon längst bekannt ist (Schleiden, Grundz. 4. Aufl. S. 197). Diese sind von oben gesehen queroval, der Längsdurchmesser in dem queren der Zelle; sehr gerne laufen sie dem Zellrand entlang. Als weitere Beispiele nach aussen laufender, grosser Porenkanäle kann ich *Camellia*, *Cinnamomum aromaticum* (Unterseite), *Berberis Aquifolium* angeben; bei letzterer Pflanze zugleich mit schief nach aussen gehenden, in je einem ausspringenden Winkel der Epidermiszelle gelegenen, alterni-

1) Solche prosenchymatische, dickwandige, poröse Epidermiszellen ermangeln selbst in den Blumenkronen nicht: *Calluna vulgaris* Salisb.

renden (ähnlich bei *Cocculus laurifolius*, *Viburnum Avabaki*, *Coffea*, *Lycopodium pinifolium*). Diese nach aussen gerichteten Porenkanäle dürfen jetzt wieder auf einen gewissen Grad von Seltenheit Anspruch machen, nachdem durch die Untersuchungen von Nägeli (über den innern Bau der veget. Zellmembran, Sitzb. d. Münchn. Akad. d. Wiss. 1864 I, 321) die von Schacht<sup>1)</sup> für allgemein erklärten „feinen Porenkanäle“ zu „Dichtigkeitsstreifen“ der Cellulose geworden sind<sup>2)</sup>.

Die Zellwände färben sich in ihren inneren Theilen durch Chlorzinkjod rothviolett; bei *Ceratozamia* die ganze Zellwand; bei den einseitig verdickten findet sich eine geschichtete Cuticularbildung und eine bei *Cycas* (*inermis* und *revoluta*) deutlich aus Schichten gebildete Cuticula. Letztere bleibt durch genanntes Reagens gelb, und ist mit Ausnahme der *Stangeria* stets glatt. Sie ist bei *Cycas* und *Encephalartos* mit einem in kochendem Weingeist tropfenweise zusammenrinnenden Wachs bedeckt. Kieselmembranen, die sich hier vermuthen liessen, finden sich nirgends; Mohl (Bot. Ztg. 1861 S. 214) hat es bereits für *Cycas revoluta* angegeben. Beim Glühen erhält man eine spärliche, weisse, in Säuren brausend verschwindende Asche.

Bornemann (a. a. O. S. 46) gibt eigenthümliche Reactionen an für die kurzen und langen Zellen bei *Dioon* und *Ceratozamia*. Man kann allerdings Aehnliches wahrnehmen, doch nur dann, wenn die missliche Reaction mit Jod und Schwefelsäure, wie das so häufig ist, fehlschlägt; eine gelungene Reaction mit dem genannten Reagens oder besser mit dem sicheren Chlorzinkjod gibt eine gleiche Reaction für alle Zellen: Blau- (beziehungsweise Violett-) Färbung der Secundarschichten, Gelbfärbung der Cuticula.

Der Inhalt der Zellen ist durchgängig wässerig mit feinkörnigem Protoplasma und ansehnlichem Zellkern — wie es für die Epidermiszellen Regel ist. Jod färbt ihn gelb, schwefelsaures Kupferoxyd und Kali violett. — Bei *Zamia*, *Dioon* und *Ceratozamia* kommen in den kürzeren Zellen ölartige Tröpfchen vor. Den von Bornemann (a. a. O. S. 46 f.) erwähnten braunen homogenen oder tropfenartigen Stoff kenne ich auch bei *Cycas*. Er hat die von ihm angegebenen Eigenschaften und ist aber ausserdem merkwürdiger Weise gerbstoffhaltig. Eisenchlorid färbt ihn grün<sup>3)</sup>. — Krystall-

1) Dessen Zelle S. 228; Anat. u. Phys. 1, 271. — Taf. III, Fig. 24 — 29.

2) Ich finde, was Nägeli für *Hakea pectinata* und *Baxteri* angibt, bei *H. nitida* bestätigt.

3) Einen ähnlichen Stoff findet man in den isolirten Bastzellen des Diachyms, die ganze Zelle meist homogen ausfüllend, gelblich oder braun, dann in Korkzellen (Sa-

drusen<sup>1)</sup> finden sich einzeln und um die Spaltöffnungszellen zu mehreren, im letzteren Falle in gefächerten, stets dünnwandigen Zellen bei *Stangeria*; bei *Dioon* in den unteren Nervenbahnen in kleinen, polygonalen, dünnwandigen Zellen.

Die Spaltöffnungen der Cycadeen liegen, wenn man das ausnahmsweise Vorkommen oberseitiger an der Fiederbasis von *Encephalartos* nicht achtet, sämmtlich auf der Unterseite der Fiedern, und sind ordnungs- und richtungslos zu beiden Seiten des Nerven zerstreut bei *Cycas*, oder regelmässig zwischen die Gefässbündelbahnen vertheilt bei *Dioon*, *Encephalartos* und den übrigen. — Die Spaltöffnungszellen liegen bei keiner Gattung der Oberfläche der Epidermis gleich, etwas unter dieselbe gesenkt bei *Stangeria*, unmittelbar unter derselben bei *Zamia*, *Ceratozamia* und *Encephalartos* (Fig. 27), mit einer dazwischengeschobenen Zellreihe (*Cycas* [Fig. 5 u. 6]), oder endlich mit mehreren dazwischengeschobenen (senkrechten) Zellreihen bei *Dioon* (Fig. 23). Bei letzterer entsteht dadurch eine krugförmige äussere Athemböhle, welche bei *Cycas* (*revoluta* und *inermis*) durch eine eigenthümliche Wölbung der umgebenden Epidermiszellen gebildet wird. Der Spaltöffnungszellen selbst sind 2, wie gewöhnlich halbmondförmig. An den aneinanderliegenden Enden sind dieselben gestutzt, und wie die nach oben concave Figur des Längenschnittes zeigt, schnabelartig emporgezogen. Ihr Querschnitt, in der Mitte, ist länglich, an den Enden rechteckig-dreieckig. Sie besitzen eigentlich nur 2, sphärische, Wände, eine obere und äussere, stark verdickte, verholzte und eine untere und innere dünnwandige.

---

nio, Pringsh. Jahrb. II, 53), hier wie dort gerbstoffhaltig. Am merkwürdigsten ist er in den Pallisadenzellen und in der Umgebung des Gefässbündels im Blatt von *Urostigma*-Arten (*U. elasticum*, *rubiginosum*). Schon in den ganz jungen Blättchen wird er als eine glas- bis wachsglänzende Masse und durch seine Eisenreaction erkannt. Sein weiteres Verhalten ist: Gegen Wasser, Weingeist, Aether, salpetersaures Quecksilberoxydul und Jod indifferent; Chlorzinkjod färbt ihn tiefer; Karmin nimmt er auf; gegen Salz- und Schwefelsäure bleibt er unveränderlich (lässt sich mittelst letzterer isoliren), durch kochende Salpetersäure löst er sich, körnig werdend, durch Chromsäure unter Quellen.

1) Die Epidermiszellen von *Asplenium Nidus* enthalten Octaëder-Krystalle von winziger Kleinheit bis zu ansehnlicher Grösse. — Klinorhombische, die kleine Zelle ganz füllende Krystalle kommen in zerstreuten oder gruppirten Zellen vor bei *Ilex paraguayensis*. — Ueber den Nerven alle Zellen füllend bei *Viburnum Opulus* L., *Pyrus communis* u. s. w.

### 3. Die Blattrinde (das Hypoderm).

Ich habe oben die Gründe angegeben, welche eine Trennung der unter der Blattepidermis häufig vorkommenden, farblosen Zellschicht von jener erheischen und dieselbe, das Analogon des Rindencollenchyms oder allgemeiner der unter der Oberhaut liegenden farblosen Rinde, Blattrinde (Hypoderm, ὑπό und δέμα = Unterhaut) genannt.

Von der gewöhnlichen Gestalt der Zellen dieser Schicht<sup>1)</sup>, der polygonalen Tafel oder dem senkrecht zur Blattfläche gestellten polygonalen Prisma (Aeschinanthus, Begonia, Peperomia u. s. w.) kommt eine eigenthümliche Abweichung bei den Coniferen, Cycadeen und nach Karsten (Veget. Org. d. Palmen Taf. II, Fig. 11 und S. 154, bei *Oenocarpus utilis* Kl.) auch bei Palmen in der auffallenden Form bastähnlicher Zellen vor. Diese Schicht bastfaserähnlicher Zellen unter der Epidermis verliert das Auffallende, wenn man die gefächerte Modification derselben bei den Cycadeen mit den Collenchymzellen, als deren Analogon doch diese Schicht angesehen werden muss, zusammenhält, indem letztere oft ebenfalls auf in Tochterzellen getheilte Faserzellen zurückgeführt werden können, und der Unterschied zwischen beiden also nur darin zu liegen scheint, dass hier die Tochterzellbildung der Anlagerung der Verdickungsschichten voraus-, dort nachgeht.

Bei den von mir untersuchten Palmen (*Phoenix sylvestris*, *dactylifera*, *farinifera*, *Livistona australis*, *Chamaecrops excelsa* und *humilis*) ist die Blattrinde beiderseits aus einer Lage mässig dünnwandiger, recht- bis vieleckiger, chlorophyllleerer Zellen gebildet, die manchmal verdrängt sind durch darunter liegende zerstreute Bastbündel. Es weicht also diese Schicht von der gewöhnlichen Blattrindenzellform nicht ab. Welche Deutung den Bündeln bastfaserähnlicher Zellen zu geben sei, lasse ich dahingestellt.

Ein Coniferenzweig (*Podocarpus macrophylla* Don.) zeigt an Stelle des Collenchyms anderer Rinden eine, oft unterbrochene, Reihe Bastfaserzellen, die sich auch im Blatt wiederfindet; dem Blatte der *Taxus* und *Torreya* fehlt sie, welche letztere dadurch, wie durch bastzellähnliche Oberhautzellen, unserer *Ceratozamia* gleicht<sup>2)</sup>.

1) Ueber ihr Vorkommen vgl. Thomas a. a. O. S. 30 — 34; ich kann weiter beifügen: *Polypodium Lingua*, *Aspidium coriaceum*, *Stenocarpus sinuatus*, *Veronica speciosa*, *Ilex ovata*, *Aeschinanthus* sp. — bei letzterer die Schichten und ihre Zellen fast mit unbewaffnetem Auge sichtbar.

2) vgl. Thomas a. a. O. S. 34.

Die Blattrinde der Cycadeen besteht im Allgemeinen aus langen, dickwandigen, feingeschichteten Fasern, den Bastfasern zum Verwechseln ähnlich (Fig. 9); sie unterscheiden sich durch ihre bedeutendere Stärke von denen der Coniferen, sind dagegen im Verhältniß zu den isolirten Bastzellen des Parenchyms um das Vielfache (2—6 mal) kürzer, auch um die Hälfte enger. Sie sind häufig durch schliessliche Tochterbildung in 4—10 Fächer getheilt<sup>1)</sup>; bei *Stangeria* fehlt diese Fächerung gänzlich, bei *Dioon* den dickwandigeren Fasern. Im Stamme scheint eine solche Fächerung gar nicht vorzukommen, da sie Mettenius (Beitr. z. Anat. d. Cycadeen) im Blatt (S. 579), nicht aber im Stamme (S. 586) erwähnt. Bei *Cycas* sind die Quersächer netzartig verdickt. — *Encephalartos* hat die Blattrindenzellen auf der Unterseite in den Spaltöffnungsbahnen, kurz, quergestutzt, fast isodiametrisch, die etwas längeren durch eine Fachwand halbirt.

Eigenthümlich ist das chemische Verhalten der Wände dieser Zellen: Behandelt man einen Querschnitt derselben (von *Cycas revoluta* L.) mit frischem Cuoxam, so quellen diese secundären Verdickungsschichten unter Blaufärbung<sup>2)</sup> auf, die innerste (tertiäre) Membran widersteht gleich der primären der Quellung und Lösung und faltet sich sternförmig. Bei längerem Einwirken findet man einen Moment, in dem Primär- und Tertiärmembran allein übrig sind. — Ein Aehnliches bewirkt concentrirte Schwefelsäure. — Durch Chlorzinkjod werden die secundären Verdickungsschichten augenblicklich rothviolett, eine Erscheinung, die lebhaft an die Tertiärmembran mancher Holzzellen (der meisten Papilionaceen-Hölzer u. a.) erinnert; die Tertiärmembran färbt sich dauernd gelb. Durch diese Reaction unterscheiden sich diese Zellen wesentlich von denen der Coniferen, die in Chlorzinkjod durchaus gelb werden (in Jod und Schwefelsäure blau!). — Beiden gemeinsam aber ist die purpurrothe Reaction gegen Salzsäure, die ich in Wasser in Orange übergehen sah. Mit Kali längere Zeit macerirt, zeigen sonst ganz unveränderte Zellen diese Färbung nicht mehr.

Die obige Erfahrung über die Tertiärmembran dieser Zellen spricht für die Richtigkeit der Behauptungen Sanio's und Wies-

1) Die ersten gefächerten Bastzellen werden deutlich und genau von Link beschrieben (vgl. Karsten, Veget. d. Palmen S. 51).

2) Diese Blaufärbung finde ich bei allen Bastzellen; die Holzzellen von *Xylophylla angustifolia* sah ich grün, wohl durch Mischung des Blau mit dem Gelb der Holzzellwand.

ner's<sup>1)</sup>), dass sie nicht immer aus reinem Zellstoff bestehe, und ist der entgegengesetzten, von Schacht und Kabsch<sup>2)</sup> vorgetragenen Ansicht zuwider.

Erwähnt sei auch noch, dass bei der Behandlung mit Cuoxam die einzelnen Celluloseschichten öfter auseinander hervortreten, ähnlich den Gliedern eines halb ausgezogenen Fernrohrs, ganz wie es Hofmeister von *Cinchona Calisaya* beschreibt und abbildet (Sitzb. d. kgl. sächs. Gesellsch. d. Wissensch. 20. Febr. 1858 S. 33 und Taf. I, Fig. XV).

Der Inhalt dieser Zellen, besonders der gefächerten, ist stickstoffhaltig feinkörnig, durch Jod gelb, durch Kali und schwefelsaures Kupferoxyd violett werdend, mit schönem Zellkern in jedem Fache. In den nicht gefächerten und älteren Zellen öfter braun, homogen, und wie erwähnt, gerbstoffhaltig; eine Abnahme der Verdickungsschichten, oder gar ein Verschwinden der Wände dieser oder der isolirten Bastzellen, wie es Thomas angibt (a. a. O. S. 63), habe ich nicht gesehen.

Seiner Verbreitung und Anordnung nach ist es am schwächsten, nur an Rand und Basis, entwickelt bei *Ceratozamia* und einem Theil der Zamien (*Fischeri*, *Otonis*, *pygmaea*); bei *Stangeria* und einem Theil der Cycasarten (*C. circinalis*, *Ruminiana*) auch im Gefolge des Mittelnerven; ferner bündelweise vertheilt unter der Oberseite bei *Zamia muricata*<sup>3)</sup>; als zusammenhängende oberseitige Schicht, einreihig bei *Zamia Loddigesii*, *tenuis* und *integrifolia*, ebenso bei *Cycas revoluta* und *inermis*, 2—3reihig bei *Dioon*; endlich am mächtigsten bei *Encephalartos*, beiderseits 2—3reihig. — An Basis, Rand und über den Narben ist es in mehrreihigen Schichten vorhanden, die, gewöhnlich dickwandiger, wenn sie abbrechen, plötzlich aufhören.

#### 4. Das Chlorophyllgewebe (das Diachym).

Seiner Function nach der wichtigste Theil des Blattes und seiner Masse nach der vorwiegende. Er kann nicht immer, aber häufig direct bis in die Rinde verfolgt werden. In die Blattspreite eingetre-

1) Sanio, bot. Ztg. 1860 S. 201. — Wiesner, über die Zerstörung der Hölzer an der Atmosphäre S. 32.

2) Schacht. Zelle S. 21; Anat. u. Phys. 1, 30. — Kabsch in Pringsh. Jahrb. III, 383.

3) Es ist nach den Beobachtungen von Thomas (a. a. O. S. 38) wahrscheinlich, dass die Entwicklung dieser Schichten mit der Wachsthumsenergie in Proportion steht.

ten, sondert sich das Chlorophyllgewebe in den meisten Fällen in ein oberes (dem Licht zugewendetes), pallisadenförmiges und ein unteres, stärker entwickeltes, schwammförmiges (Pallisaden- und Schwammparenchym) <sup>1)</sup>. Mit dem ersteren trifft gewöhnlich eine spaltöffnungslose, mit dem letzteren eine spaltöffnungsreiche Epidermis zusammen; aber nicht immer (Thomas a. a. O. S. 42).

Dieser Grundriss für den Bau des Blattparenchyms wurde im Wesentlichen durch Brongniart in seinen schönen „Recherches sur la structure etc.“ (Ann. d. scienc. nat. T. XXI, p. 420) gegeben; weitere Beiträge dazu haben dann Meyen, Schleiden, Schacht, Caspary und Thomas geliefert. Der Anstoss zu einem wesentlichen Fortschritt in der Kenntniss des Baues und der Function des Blattes ist in Hanstein's hervorragender Arbeit über die „Milchsaftgefässe und verwandten Organe“ enthalten.

Von diesem Plane des Parenchymbaues treten unter bestimmten Umständen Abweichungen ein. Aufrechte Blätter haben ein beiderseitiges Pallisadenparenchym mit einer beiderseitig spaltöffnungsführenden Epidermis (Callistemon, Acacia, Hakea). Dabei fehlen aber nicht, wie Meyen meint (Phys. I, 265), die Athemhöhlen. — Bei Blättern mit parallelen Nerven tritt als unwesentliche Modification ein Querparenchym auf. Davon scheint verschieden zu sein das bei breiteren, einnervigen Blättern vorkommende chlorophyllleere (oder -arme) Querparenchym (Cycas, Podocarpus u. s. w.), welches eine Modification des die Gefässbündel umgebenden markähnlichen Gewebes ist.

Für die Untersuchung des Chlorophyllgewebes unserer Familie ist festzuhalten, dass sie eine oberseitig spaltöffnungslose Oberhaut und meist parallele Nerven besitzt (Zamia, Ceratozamia, Macrozamia, Encephalartos, Dioon). Es steht also Pallisaden-, Schwamm- und Querparenchym zu erwarten.

Das Pallisadenparenchym, unmittelbar unter der Oberhaut oder unter dem Hypoderm derselben gelegen, besteht überall aus einer Reihe im Allgemeinen prismatischer, mit engen Intercellulargängen versehener, nach unten sich etwas verjüngender Zellen, und ist nicht bei allen Gattungen gleich schön entwickelt, noch gleich gebildet. Am wenigsten deutlich bei Stangeria und Zamia, wo sich die unter der oberen Epidermis (oder dem Hypoderm) gelegenen Zellen

1) Hanstein bezeichnet das Schwammgewebe, wie ich lieber statt der längeren Schleiden'schen Bezeichnung „schwammförmiges Gewebe“ sage, physiologisch als „pneumatisches Gewebe“ (Pringsh. Jahrb. II, 458). — Der erstere Name wurde von Brongniart vorgeschlagen („parenchyme caveux ou spongieux“ a. a. O. S 436).

nur wenig von den übrigen, das Chlorophyllgewebe bildenden, dünnwandigen Elementen unterscheiden (sie sind platt-polygonal). In Gleichem ist es bei *Ceratozamia* sehr nieder, fast platt, in den senkrecht zur Blattfläche stehenden Kanten leistenartig verdickt, und über der unteren Epidermis fast in derselben Form wiederholt. Die übrigen Gattungen besitzen ein langzelliges, exquisites Pallisadenparenchym, bald dünnwandig (*Encephalartos* und *Cycas* z. Th.), bald in den senkrecht zur Lamina stehenden Kanten mit Verdickungsleisten, die von oben (der Epidermis) nach unten an Stärke abnehmen (*Dioon*, *Cycas* z. Th. [vgl. Fig. 8], *Encephalartos Altensteini*). Diese Leisten sind verholzt und umfassen bei der Behandlung mit Chlorzinkjod die violette Zelle als gelber Rahmen. — Ueber den Nerven, an Basis, Spitze und Rand, nehmen die Zellen an Höhe ab, und hören an letzterem plötzlich auf, oder zerfliessen allmählig in das unregelmässige Gewebe der Unterseite. — Der Fuss der Zelle steht unmittelbar auf dem lückenreichen Gewebe auf, welches bei parallel-nervigen Blättern Querparenchym, bei den andern der Uebergang zum Schwammparenchym ist.

Im Flächenschnitt aus der Mitte einer parallel-nervigen Cycadeenfieder (z. B. von *Encephalartos Altensteini* [Fig. 31 und 32]) findet man das Parenchym zwischen je zwei Gefässbündel, oder einen Gefässbündel einer-, einen Gummigang andererseits so ausgespannt, dass seine Zellen, in der Quere des Blattes gestreckt, sich in dieser Richtung aneinander setzen, in der Blattlänge grosse, ihr Volumen um das Vielfache übertreffende, ovale Lücken zwischen sich lassen. Ein Längsschnitt des Blattes (den Nerven parallel senkrecht zur Fläche) zeigt, dass diese Querschnitte des Flächenschnitts zur Nervenrichtung senkrecht gestellte Parenchymplatten sind, indem die nun rundlich erscheinenden Zellen mit ihrer obern und untern (oft verdickten) Fläche aneinander liegen, auf der vordern und hintern Seite ebenfalls die grossen Luftlücken zeigen. Im Querschnitt endlich sieht man diese platten und in der Blattbreite gestreckten Zellen aneinandergesetzt, hin und wieder mit einem dreieckigen Interzellularraum, als Communication der vor- und rückwärts liegenden grossen Lücken. Der seitliche Ansatz dieser Parenchymquerplatten geschieht an die Gummigänge, an die Bast- und Siebparenchymzellen des Gefässbündels, auch an die isolirten Bastzellen, stets mit mehr oder weniger fussförmigen, platten Enden.

Von diesem Querparenchym, glaube ich, ist das bei *Cycas*-arten vorhandene und für die Coniferen von Thomas beschriebene

(a. a. O. S. 37) zu trennen; dieses wird beim Gefässbündel erledigt werden.

Aus dem chlorophyllführenden Querparenchym geht das Schwammparenchym allmählig hervor, von polygonalen, häufige Lücken lassenden Zellen gebildet. Aber ein exquisites Schwammparenchym findet sich bei Cycadeen nicht, wie schon aus dem oben beim Pallisadenparenchym Bemerkten hervorgeht: bei *Zamia* und *Stangeria* ist das ganze Mittelgewebe fast gleich, *Ceratozamia* und *Cycas* besitzen über der unteren Oberhaut das obere Pallisadenparenchym, aber nieder, wiederholt; die nach innen daran grenzenden Zellen derselben sind polygonal, lückenreich. Bei *Encephalartos* liegt über der ganzen unteren Epidermis ein deutliches Pallisadenparenchym, welches nur über den Spaltöffnungen unterbrochen ist. *Dioon* endlich hat deutliches Schwammparenchym.

Es erübrigt nun, das eigenthümliche Porensystem dieser Parenchymzellen zu schildern.

Zur besseren Verdeutlichung desselben ist das augenblickliche Kochen mit Kali empfehlenswerth, und wo dies nicht zum Ziele führt, darauf folgender Zusatz von Cuoxam; durch letzteres löst sich die gesammte Cellulosewand rascher auf, nur die eigenthümlichen Poren bleiben eine Zeitlang zurück in Form von kleineren oder grösseren, ei- oder kreisrunden, am Rande öfter gewulsteten Scheibchen. Diese Scheibchen sind nun (die grösseren) entweder durch Netzfasern in schmale Felder getheilt, und diese erst von feinen, nadelstichähnlichen Poren durchbohrt, oder sie tragen letztere Poren unmittelbar; dieses ist besonders bei den kleineren Scheibchen der Fall; es gibt häufig deren von solcher Kleinheit, dass sie nur 1 oder 2 dieser feinen Poren haben (Fig. 30). — Von der Seite gesehen erscheinen die Scheibchen gelblich, auffallend und eigenthümlich das Licht brechend, und, wo ein wulstiger Rand nicht vorhanden ist, oft wie aus feinen Punkten zusammengesetzt, ganz ähnlich den Seitenansichten der „Siebplatten“ mancher Siebröhren (*Tradescantia*, vergl. die Abbildung in Hanstein's Milchsaftegefässen). Es ist mir nicht möglich gewesen, mit Sicherheit die Durchbohrung (Durchbrechung) der feinen Poren festzustellen; die gewöhnlich angewendeten färbenden Reagentien, Jod und Chlorzinkjod, haben nicht den gewünschten Erfolg; insbesondere zeigt sich letzteres ebenso unbrauchbar hier, wie es Hanstein bei der Untersuchung der Siebröhren gefunden hat.

Aus dem eben geschilderten physikalischen und chemischen Verhalten der Poren des Blattdiachyms fällt ihre ausserordentlich

nahe Verwandtschaft mit den Siebporen auf. Man kann sich auch leicht davon überzeugen, wenn man das Ansehen und Verhalten der Poren des Siebparenchym der Gefässbündel, die leicht auf einem Schnitte zu beobachten sind, ganz gleich findet.

Durch ein derartiges Siebporensystem communiciren alle Chlorophyllzellen des Blattgewebes unter einander, so mannigfaltig deren äussere Gestalt sein mag; doch ist in Bezug auf die Häufigkeit der Poren nicht gleichgültig, welche Zellen man wählt. Im Pallisadenparenchym sind da, wo die Zellen desselben unter einander sich berühren, solche Poren selten, doch fehlen sie selbst durch die starken Verdickungen der Wände nicht (*Cycas*, *Encephalartos Altensteinii*), und man kann sich bei letzterer Gelegenheit überzeugen, dass sie der primären Wand angehören. Constant dagegen ist der untere Fuss der prismatischen Pallisadenzelle, welcher gegen das Schwamm- oder Querparenchym stösst, mit einer oder mehreren Poren besetzt. Im Quer- und Schwammparenchym sind alle Zellen an den aneinander liegenden Theilen mit grossen einzelnen, oder kleinen gehäuften Poren versehen; besonders zahlreich sind sie an den fussartig erweiterten Enden der Zellen, die an das Siebparenchym oder die Bastzellen angefügt sind.

Die einzelnen Gattungen unserer Familie bieten wenig Abwechslung in der Bildung der Poren. *Cycas* ist zur Erforschung derselben wenig geeignet; bei *Stangeria* habe ich im Chlorophyllgewebe keine Siebporen wahrgenommen; aber das ganze die Mittelrippe umgebende Gewebe ist von derselben wie besät und hier habe ich auch mit Sicherheit die primäre Membran der Bastzellen siebporig gefunden.

Ueber das Vorkommen solcher Poren in andern Familien sei nur soviel bemerkt, dass ich bei Farnen Aehnliches gesehen habe; bei Coniferen (*Podocarpus*), *Xylophylla*, *Begonia* u. a. fand ich nichts dergleichen. Ein ganz eigenthümliches Porensystem findet sich aber in den Pallisadenzellen von *Callistemon (rigidus, angustifolius)*.

Der Inhalt der Chlorophyllzellen ist ein dichter, allseitiger<sup>1)</sup> Wandbeleg grosskörnigen, linsenförmigen Chlorophylls, innerhalb des-

1) Bei *Begonia umbellata* tritt der merkwürdige Fall ein, dass das Pallisadenparenchym in seiner oberen Hälfte chlorophyllleer, in der unteren dicht mit Chlorophyll belegt ist, so dass die Zellen hälftenweise gleichsam an Epidermis und Diachym Theil haben. — Das Pallisadenparenchym der Cycadeen ist ein gleichartiges; bei andern Pflanzen ist es ungleichartig, bei *Correa alba* aus Chlorophyll und Drusen führenden Zellen, bei *Camellia*, *Hakea* u. a. aus Chlorophyll- und Steinzellen bestehend; vgl. Mohl, verm. Schr. Taf VII, Fig. 2; Schleiden, Grundz. Fig. 84.

sen ein Zellkern und ölartige Tröpfchen gefunden wurden; Amylum habe ich zufällig nicht gesehen. Die Zellen des Querparenchyms enthalten, besonders in der Bastzellnähe, gerne eine Krystalldruse von oxalsaurem Kalk.

### 5. Die Gummigänge.

Die Gummigänge, in Rinde und Mark des Stammes befindlich <sup>1)</sup>, laufen, wie es scheint, in die Spindel aller Cycadeenfiedern ein (für *Stangeria* war zu entscheiden kein Material vorhanden, die übrigen Gattungen besitzen in den Spindeln die Gummigänge), gelangen aber nur bei 3 Gattungen in die Fiedern selbst: bei *Dioon* und *Encephalartos* (Fig. 16), dort den Nerven opponirt und überlagert, im Gegensatz zu den unterlagernden Cupressineenharzgängen (Thomas a. a. O. S. 52), hier mit denselben abwechselnd <sup>2)</sup>, ähnlich wie bei den mehrnervigen Coniferen (*Dammara*, *Araucaria*, *Salisburnia*, a. a. O. S. 53) und bei *Stangeria*. Bei *Ceratozamia* habe ich ausnahmsweise einen Gummigang, in die Basis der Fieder eingetreten, verschwinden sehen. Ihre Endigung kann an der Spitze entweder blind oder durch Vereinigung mit den benachbarten geschehen.

Den Bau betreffend, hat Mohl mit Recht gegen Brongniart vertheidigt, dass dieselben nicht als einfache Intercellulargänge betrachtet werden dürften, da sie „von einer einfachen Reihe sehr dünnwandiger, verlängerter Zellen, welche als Aussonderungsorgan des Gummi zu betrachten sind, umgeben werden“ (a. a. O. S. 202). Ebenso hat Meyen (a. a. O. S. 24, Taf. III, Fig. 10) ganz richtig in deren Umgebung quergestreckte Zellen angegeben, sie jedoch mit Unrecht für die auskleidenden Zellen erklärt. In der That liegt die Sache so, dass gewöhnlich ein zweireihiger Kreis farbloser Zellen den Gang umgibt; der äussere derselben, manchmal unvollständig und von Chlorophyllzellen durchbrochen, besteht aus den von Meyen abgebildeten, querlängeren, mässig dünnwandigen, porösen Zellen, der innere, wie das Epithel solcher Gänge überhaupt, aus längsgestreckten, dünnwandigen, nach innen bauchig vortretenden, wie die vorigen mit feinkörnigem Inhalt und Kern versehenen Zellen (Fig. 32 u. 33).

1) Miquel, *Linnaea*, XVIII. 1844 S. 130 u. 132, Taf. V, Fig. A, a\* und B, a. — Mohl, *Verm. Schr.* S. 202. — Meyen, *Secretionsorgane* S. 23 f. — Brongniart, *Ann. d. scienc. nat.* XVI. Pl. 20, Fig. 1, e; 2, e; 4, E. — Schleiden, *Grundz.* Fig. 44.

2) Mettenius a. a. O. S. 580, Anm.

Ausnahmsweise kann man auch quergestreckte Zellen einmal als Auskleidung finden, meist jedoch dann nur stellenweise. — Ganz Aehnliches gilt von den Harzgängen der Coniferenblätter (Thomas a. a. O. S. 48); bei denen des Holzes habe ich keine quergestreckten äusseren Zellen gefunden, sondern längsgestreckte, dickwandige, poröse (Würzb. Nat. Zeitschr. V, 161); diese fehlen auch bei den Harzgängen des Eppichs und den Milchsaftgängen von *Rhus typhinum*.

Es war nach den Untersuchungen Hanstein's (Milchsaftgefässe S. 22 f.) nicht überflüssig, bei diesen Behältern nach einer auskleidenden Membran noch einmal zu suchen. Ich habe aber weder bei diesen, noch bei *Hedera* und *Rhus*, noch selbst an ganz jungen Harzgängen von *Pinus sylvestris* etwas dergleichen gesehen.

Die Entstehung der Gummigänge habe ich bei den Cycadeen nicht verfolgen können, dagegen ihre Anlegung bei *Hedera* und *Pinus Douglasii* Hort. beobachtet. Im Cambialgewebe der genannten Pflanzen bemerkt man 3 oder 4, durch ihre ansehnlichere Grösse etwas ausgezeichnete Zellen, die zwischen sich einen drei- oder viereckigen, bald grösseren bald kleineren Raum lassen, von winziger Kleinheit bis zum Durchmesser einer Zelle selbst; gegen diesen sind die Wandungen der Zellen aufgetrieben. Es schien mir aber nicht, dass dieser Raum durch Resorption einer Zelle entstanden sei, obwohl eine Umwandlung von Zellgewebe in Gummi nach einer Beobachtung Meyen's (Pflanzenpathologie S. 235) vorkommen kann.

Von dem Gummi selbst kann ich nur angeben, dass es in Jod und Chlorzinkjod keine wesentliche Färbung annimmt, und in Weingeist flockig niederfällt (mikrochemisch).

## 6. Die Gefässbündel.

So leicht auch die makroskopische Bestimmung des Nervenverlaufs erscheinen mag: die Erfahrung lehrt, dass darin wiederholt gefehlt worden ist. Für die Cycadeen hat Bornemann (a. a. O. S. 40) die Angaben Endlicher's in Bezug auf *Zamia*, und Thomas (a. a. O. S. 38) die von Miquel wegen *Cycas* berichtet.

Bornemann's Zeichnungen (a. a. O. Taf. X u. S. 39) des Nervenverlaufs der Cycadeenfiedern sind richtig. Zweierlei ist zu bemerken: Wenn von *Stangeria* ein Hauptnerv angegeben wird, so muss dieses makroskopisch genommen und beachtet werden, dass dieser Nerv aus 6—8 Gefässbündeln, in einem markähnlichen Gewebe eingebettet, besteht. Ferner ist die Angabe, dass die Nerven von *Dioon*,

Cerato- und Macrozamia „in dem verdickten Rand ohne äusserliches Merkmal verschwinden“, so zu nehmen, dass der je äusserste Nerv, bei der Verschmälerung des Blattes, dem Rande und seinem innern Nachbarn nahe gekommen, mit letzterem verschmilzt, und dieser seinerseits weiter oben dasselbe thut, so dass ein durch Verschmelzung der äusseren Nerven hervorgegangener, dem verdickten Rand in einiger Entfernung parallel laufender, in demselben aber nirgends verschwindender Randnerv entsteht.

Cycas und Stangeria besitzen einen halbstielrund vortretenden Mittelnerven; bei ersterer ist er durchlaufend, bei letzterer taeniopterisartig in dichotome, dem Rand sich anlegende Seitennerven getheilt, an der Spitze ausstrahlend. Die übrigen Gattungen haben parallele Nerven; rein parallele Dioon, die andern in dem unteren Spreitenviertheil dichotomirende, bogige.

Ueber den Ursprung der Fiedernerven kann ich von Cycas angeben, dass die Nerven je dreier übereinander liegender Pinnen die Aeste eines Spindelnerven sind; dass bei Ceratozamia, und wie mir schien auch bei Dioon, sämtliche Parallelnerven einer Fieder fast wagrechte Abzweigungen eines in die Fieder laufenden Spindelnerven sind.

Die Endungen derselben sind bei den ein- und parallelnervigen (zum Theil) Blättern blind, an der Spitze (Cycas), oder an den Zähnen (Zamia); bei anderen parallelnervigen laufen die wenigen an der Spitze noch vorhandenen bogig zusammen. Für Stangeria wird das nähere Verhalten unten bemerkt. Freie, nur aus Spiralfaserzellen bestehende Endigungen, wie sie Hanstein bei netznervigen Blättern angibt, habe ich bei solchen auch gesehen (Vinca, Nerium, Berberis); bei unserer Familie fehlen freie Endigungen; in den Phyllocladien von Ruscus racemosus sind die parallelen Hauptnerven durch secundäre Quernerven verbunden und aus diesen gehen freie Enden ab.

Bau des Gefässbündels. Vergleicht man den Querschnitt eines Fiedergefässbündels der Cycadeen mit dem einer Pflanze aus der anderen gymnospermen Familie der Coniferen, so findet man auffallende Structurunterschiede. Bei letzterer (z. B. bei Podocarpus macrophylla) ist es wesentlich dasselbe wie im Stamme: es folgen sich von oben nach unten Markscheidezellen, Holzzellen, Cambium und Bast, bei andern Coniferen tritt noch eine Schutzscheide hinzu (Thomas a. a. O. S. 45).

Anders bei den Cycadeen: Auch hier wird das ganze, gewöhnlich kreisrunde Bündel von einer ein-, stellenweise zweireihigen Schicht

nach innen einseitig verdickter und gedrängt poröser, rundlich-prismatischer Zellen, nicht immer, und wie es scheint auch nicht constant, umgeben von einer Schutzscheide. Innerhalb derselben (von unten nach oben) ein Kreis oder Halbkreis Gitterzellen, das sichelförmige Cambiform (einfache Leitzellen Caspary), nach innen concav, ein- bis zweizellige in die Blattbreite gestellte Bündelchen sehr enger poröser oder getüpfelter Zellen (die letzten Reste des centrifugalen Holzkörpers, nach Mettenius), davon getrennt durch dünnwandiges Cambiform ein gewöhnlich halbmondförmiger, in seiner Mitte gegen das Innere mit engen Spiralfaserzellen vorspringender Complex weiter, sehr langer, treppenförmiger Faserzellen (die nach Mettenius in centripetaler Richtung wachsen) — eine Anordnung, welche dem monocotyledonen Gefässbündel näher steht als dem dicotyledonen. — So bei *Cycas revoluta* L. <sup>1)</sup>. — Bei *Dioon* fehlt in den Fiedern, wie Mettenius auch angibt (a. a. O. S. 580), der centrifugale, aus Tüpfelzellen bestehende Theil gänzlich, eine Schutzscheide ebenfalls, wofür ein unterer, freilich unterbrochener, Bastzellen-Halbkreis eintritt. — Bei *Encephalartos*, *Zamia* und *Ceratozamia* fand ich den centrifugalen Theil noch vor; was, im Vergleich mit Mettenius' Angaben, eine Schwankung dieser Verhältnisse anzudeuten scheint. — Zum Theil sind hier die Bastzellen ausserordentlich schwach entwickelt, besonders bei den Zamien.

Elemente des Gefässbündels. Bekanntlich ist durch Mettenius (a. a. O. S. 382—386) die erste Anregung zu einer vergleichenden Structurlehre der Elementartheile des Gefässbündels gegeben worden; bald darauf hat Caspary sein reiches, reformirendes Material veröffentlicht (Monatsber. d. Berl. Acad. 10. Juli 1862 S. 449—483) und gezeigt, dass zwischen Gefäss- und Zelleitbündeln zu unterscheiden sei, und dass beide in verschiedenen Familien und in derselben Pflanze in verschiedenen Organen zu wechseln pflegten <sup>2)</sup>. Un-

1) Die hier gegebene Darstellung weicht von der, welche Mettenius a. a. O. S. 578—79 gibt, darin ab, dass ich an Stelle des (unteren) Basthalbzirkels einen Kreis Schutzscheidezellen beschreibe. — Ich habe mich vergeblich bemüht, auf vielfachen Schnitten Bastzellen zu sehen; es wird mir aber wahrscheinlich, dass beide Bildungen, einander ersetzend, vorkommen können, da sich hin und wieder Bastzellen in die Schutzscheide gestreut fanden.

2) Caspary hat Wurzel, Stamm und Laubblatt der verschiedensten Familien untersucht. Uebrig blieb noch, die modificirten Blattorgane der Blüthe und Frucht einer Untersuchung zu unterziehen. — Ich theile hier anmerkungsweise die Ergebnisse meiner vor Jahresfrist darüber ausgeführten Untersuchungen mit, woraus erhellt, dass in den Blüthentheilen in der weitaus grössten Mehrzahl „Zelleitbündel“ vorhan-

sere Familie gehört, wie die Gymnospermen überhaupt (über die Coniferen vgl. Mettenius a. a. O. S. 582; Caspary a. a. O. S. 449; Thomas a. a. O. S. 43) zu den Familien mit Zelleitbündeln.

den sind. Für diejenigen, welche vielleicht Abweichungen von meinen Angaben finden sollten, sei bemerkt, dass ich bei wiederholter Untersuchung von Pflanzenblättern aus Caspary's Register manchmal ebenfalls abweichende Resultate erhalten habe, aber daraus nur den Schluss ziehen zu dürfen geglaubt habe, dass die „innere Morphologie“ der Pflanzen in denselben gesetzmässigen, aber schwankenden Bahnen sich bewegt wie die „äussere“.

#### a) Dicotyledonen.

1. Kelch, Krone und Staubfaden enthalten Zellen: *Papaver somniferum*, *Chelidonium majus*, *Anagallis arvensis*, *Spergula arvensis*, *Geranium Robertianum*, *Capsella bursa pastoris*, *Campanula rotundifolia*, *Fragaria vesca*, *Potentilla argentea*, *Reseda odorata*, *Veronica agrestis*, *Lepigonum medium* Wahlenb., *Vinca minor* (auch der Griffel), *Tropaeolum majus*, *Pelargonium* sp., *Solanum pseudocapsicum*, *Linaria vulgaris* (bei beiden letztern auch der Griffel), *Knautia arvensis* (Hüllkelch Gefässe), *Centranthus angustifolius*, *Polygala vulgaris*, *Calluna vulgaris* (bei beiden auch der Griffel), *Stellaria uliginosa*, *Drosera rotundifolia*, *Balsamine hortensis*, *Ligustrum vulgare*, *Viola odorata*, *Saxifraga granulata*.

2. Perigon und Staubfaden nur Zellen: *Delphinium paniculatum* Host. (Bracteen Gefässe), *Sanguisorba officinalis*, *Cornus sanguinea*, *Aethusa Cynapium*, *Daurus Carota*, *Mercurialis annua*, *Polygonum Persicaria* (hier auch der Griffel), *Chenopodium Henricus bonus*, *Euphorbia Peplus*, *Urtica dioica*, *Elaeagnus hortensis*, *Calendula officinalis*, *Bellis perennis* (auch der Griffel, Hüllkelch Gefässe).

3. Kelch Gefässe, Krone und Staubfaden Zellen enthaltend: *Erythraea Centaurium*, *Stachys arvensis*, *Teucrium Scorodonia*, *Borrago officinalis*, *Hypericum perforatum*, *Clematis integrifolia*, *Gleditschia triacanthos*.

4. Kelch und Krone Gefässe, Staubfaden Zellen enthaltend: *Hesperis matronalis*, *Cheiranthus annuus*, *Cucubalus inflatus*, *Plantago lanceolata*, *Viola tricolor*, *Nicotiana Tabacum*, *Cucurbita Pepo*, *Fuchsia coccinea*, *Erica Plukenetii*, *Orobus albus*, *Orobus Lathyroides*.

5. Gefässe in allen Theilen: *Althaea rosea* (an der Spitze der Theile auch Zellen).

#### b) Monocotyledonen.

In allen Blüthentheilen Zellen: *Hordeum vulgare*, *Avena sativa* (beide in Wurzel und Halm Gefässe), *Allium ursinum*, *Ixia*, *Orchis militaris* (in allen Organen Zellen), *Canna*.

Die Zellen der aufgeführten Pflanzen sind ausnahmslos Spiral- und Ringfaserzellen, abrollbar, sehr fein und lang, mit den Enden nebeneinander; seltener kurz und stumpf, aufeinander sitzend; letzteres besonders gern in den Anastomosen der Gefässbündel und an der Spitze derselben (*Reseda*!). Verästelte Spiralfaserzellen sind sehr häufig, beispielsweise bei: *Viola tricolor* und *odorata*, *Papaver somniferum*, *Spergula arvensis*, *Veronica agrestis*. — vgl. *Annal. d. scienc. nat.* II S. T. I, 202 Anm. Pl. 7 und II S. T. VI, Pl. 1, Fig. 2; Pl. 2, Fig. 1.

Die Gefässe sind Spiralgefässe oder poröse: Kelch von *Erythraea*, *Silene inflata*, *Potentilla argentea*, *Plantago lanceolata*; Krone von *Cheiranthus annuus*.

Alle Elemente, Spiral-, Ringfaser-, poröse, Treppen- und Tüpfelbildungen sind langgestreckte, spitz ausgezogen nebeneinander, seltener abgestumpft aufeinander sitzende Zellen; Gefässe habe ich nirgends gesehen. — Ueber die Lagerung derselben ist oben das Allgemeine gesagt, das Specielle unten zu bringen.

Markgewebe. Bei *Stangeria* und *Cycas* ist bekanntlich der Mittelnerv mehrweniger halbstielrund vorspringend; dies ist nicht etwa durch bedeutendere Stärke der darin liegenden Gefässbündel bedingt, sondern durch einen zwischen die normalen Schichten des Blattes (Schwamm- und Pallisadenparenchym) eingeschobenen Strang markähnlichen Gewebes, in welchen die Gefässbündel eingebettet sind.

Bei *Cycas* besteht dies Gewebe aus hexagonalen, in die Richtung der Achse gestellten, querabgeschnittenen Prismenzellen, deren bald mehr bald weniger verdickte Wand (*Cycas revoluta* und *inermis* einer-, *Ruminiana* und *circinalis* andererseits) mit grossen ei- oder kreisrunden Poren besetzt ist, meist von solcher Grösse und Gedrängtheit, dass die Zellen ein netzfaseriges Ansehen erhalten. Die dickeren Stellen sind verholzt, die dünneren ziemlich reine Cellulose. — Seitwärts geht dies Gewebe, wie man am Grunde der Fieder sehr schön beobachten kann, ganz allmählig in ein zur Blattlänge quergestell-

---

Leitbündel ohne verdickte Elemente, nur aus „einfachen Leitzellen“ bestehend: Staubfaden von *Erythraea*, *Ajuga reptans*, *Elaeagnus hortensis*, *Grevillea*, *Scleranthus annuus*.

In den untersuchten Früchten fanden sich Zelleitbündel: Im Fruchtfleisch von *Sambucus nigra*, *Rhamnus Frangula*, *Rubus fruticosus*, *Cornus sanguinea*, *Prunus spinosa*, *Vaccinium Vitis idaea*, *Ampelopsis hederacea*; aber *Viburnum Lantana*, *Symphoricarpos racemosus*, *Vitis vinifera* (Treppenzellen!) besitzen auch hin und wieder Gefässe.

In der Schale von *Spiraea Ulmaria*, *Taraxacum officinale*, *Hypericum calycinum*, *Aquilegia vulgaris*, *Evonymus europaeus*.

Gefässleitbündel finden sich im Fruchtfleisch von *Lycopersicon cerasiforme*, *Pyrus Malus*, in der Achäne von *Clematis graveolens*, in der Kapselwand von *Zanthoxylon fraxineum*.

Den von *Mettenius* (S. 583 f.) und *Caspary* (S. 450) angegebenen Gefässkryptogamen kann ich als Zelleitbündel besitzende beifügen: *Blechnum spicant*, *Aspidium Filix femina*, *Polypodium vulgare*, *Osmunda regalis* (im Rhizom sehr häufig verästelte Treppenzellen), *Asplenium Ruta muraria*, *Asplenium Trichomanes*, *Woodsia hyperborea*; *Lycopodium clavatum*, *complanatum*, *Selago, inundatum*. So in Nebenwurzel, Rhizom, Wedel.

Merkwürdig ist, dass *Pteris aquilina* in allen Theilen leiterförmig durchbrochene Treppengefässe besitzt; wogegen *Pteris flabellata* und *tremula* (wenigstens im Wedel) Zellen haben.

tes über, welches aus langen, gewöhnlich rundlich vierseitigen, an den Enden mehr oder weniger hammer- oder kopfartig angeschwollenen Zellen besteht (Fig. 7). Auf Ober- und Unterseite sind sie reihenweise mit schiefgestellten ovalen oder spaltenartigen Poren besetzt; vor- und rückwärts bleiben grosse Luftlücken, betreffs welcher ganz das beim Querparenchym des Chlorophyllgewebes Gesagte zu wiederholen ist. — Nach oben geht dies Gewebe schroff oder allmählig in das Chlorophyllgewebe über, ist aber fast stets chlorophyllleer, mit wässerigem Inhalt. Das chemische Verhalten ist dem der Markzellen gleich.

Ich glaube nicht, dass diese Zellen mit den chlorophyllführenden Zellen identificirt werden dürfen, wie Thomas gethan; einmal wegen des mangelnden Chlorophyllgehaltes, dann wegen ihres Ursprungs aus dem Markgewebe; sie scheinen fast dazu bestimmt zu sein, die fehlenden Secundärnerven zu ersetzen.

Der Markstrang von *Stangeria* hat dieselbe Form und besteht aus gleichgestalteten Zellen, wie bei *Cycas*. Doch ist sein Porensystem siebähnlich und fehlt die flügelartig ausgebreitete Quermodification.

Bei beiden Gattungen laufen in diesen Strängen lange Bastzellen dem Gefässbündel parallel. In ihrem feineren Bau den Hypodermzellen gleich, übertreffen sie dieselben an Länge um das Mehrfache und sind bei *Cycas* oft mit 20 und mehr Fächern versehen. Ihre Länge, das Ancinanderlegen ihrer Enden, ihr Inhalt, der eigenthümliche Ansatz der Chlorophyllzellen an dieselben bei anderen Gattungen scheint sie als „leitende“ Elemente zu charakterisiren.

#### Cycas L.

Untersucht wurden *Cycas revoluta* L., *inermis* Lour., *circinalis* L., *Ruminiana*.

Der einfach gefiederte Wedel trägt sehr zahlreiche, lineare, ganzrandige Fiedern, die nach oben zugespitzt, oft stachelspitzig, an der Basis etwas zusammengezogen sind und, mit einer schmal-elliptischen Schwiele unten herablaufend, in einer Rinne der Spindel festsitzen. Ihr einziger, kräftiger Mittelnerv liegt auf der glänzenden Oberseite vertieft, und springt hier wie auf der matten Unterseite gewöhnlich halbstiellrund vor.

Im Innern der Fieder liegt zwischen der charakteristischen, nur unterseits mit Stomaten versehenen Epidermis, entweder ein Hypoderm, oder es folgt sogleich ein einreihiges, gegen Basis, Spitze und

Rand unkenntlich werdendes Pallisadenparenchym, unterseits ein ähnlich gebautes, lückenreiches Schwammparenchym. Zwischen beide letztgenannte Gewebe ist der Mittelnerv in einem markähnlichen Gewebe eingeschlossen; dieses sendet beiderseits, flügelartig, ein eigenthümlich construirtes Querparenchym (Fig. 11). Man kann mit Miquel (a. a. O. S. 6) die Arten dieser Gattung in zwei Abtheilungen stellen, deren jede auch im anatomischen Bau des Blattes harmonirt.

1) Cycasarten mit schmäleren, am Rande eingerollten steifen Fiedern (*Cycas revoluta* und *inermis*), complicirteren Baues: dicke Cuticula und Cuticularschicht, ein zusammenhängendes oberes Hypoderm, dickwandiges Parenchym — wesentliche Factoren der Steifigkeit der Pinnen. — Complicirterer Bau der Spaltöffnungen (Fig. 3—6, 11).

2) Cycasarten mit breiteren, laxen, planen Fiedern (*Cycas circinalis*, *Ruminiana*) — einfacheren Baues: dünnere Cuticula und Cuticularlage; Hypoderm nur an Rand, Spitze und Basis; dünnwandiges Parenchym — einfacherer Spaltöffnungsbau.

Die Epidermis der Oberseite besteht in der ersten Gruppe aus 3—6eckigen, gewöhnlich 4eckig rhomboidischen Zellen, deren Längsdurchmesser meist in die Quere des Blattes gestellt ist (Bornemann a. a. O. Taf. XI, Fig. 3). In der zweiten Gruppe sind die Zellen öfter ebenso, rechteckig, mit rasch wechselnder Stellung des grossen Durchmessers (a. a. O. Taf. XI, Fig. 5 von *C. glauca*). Beiden gemeinsam sind die gegen die Cuticula gerichteten Poren, die, gern dem Zellrand entlang laufend, queroval, mit grösserem Durchmesser in der Zellquere sind. Bei der zweiten Gruppe sind die Poren wesentlich grösser. — Fig. 1, 2 und 10.

Ueber den Nerven sind die Zellen von der Form der Spindelepidermiszellen, weniger deutlich am Rande; scharf ausgesprochen findet eine ansehnliche Streckung der Zellen nach der Richtung des Nerven nur in der zweiten Gruppe statt, wo die Poren zugleich grösser werden und fast die ganze Zellbreite einnehmen.

Die untere Epidermis ist beim ersten Typus mehr isodiametrisch (Bornemann Taf. XI, Fig. 4), 4—6eckig; die nach aussen gerichteten Poren spärlicher und kleiner, die äussere Wand etwas dicker als in der Oberseite.

Um die Spaltöffnungen sind sie, 10—12 an der Zahl, von oben gesehen isodiametrisch-polygonal, kleiner, im Querschnitt aber schief nach oben zapfenartig ausgezogen, und bilden so einen Kegel, der

von der Spaltöffnung kraterähnlich durchbrochen wird<sup>1)</sup>. Bornemann bildet a. a. O. Taf. XI, Fig. 5 die Spaltöffnungshöhlen nicht genau, oder von der Unterseite ab; auch ist seine Angabe, dass der Spaltöffnungswall nur von einer gestreiften Cuticula gebildet werde (a. a. O. S. 34 u. 42) nicht richtig, wie schon aus den Abbildungen Mohl's (Verm. Schr. Taf. VII, Fig. 12) und Schacht's (Anat. u. Phys. I, Taf. IV, Fig. 5) hervorgeht. Nur von Cuticula gebildete Wälle kommen sonst vor (*Rhopala Pohlilii*); vgl. Mohl a. a. O.

Im zweiten Typus ist die untere Epidermis von der oberen kaum verschieden, doch auch hier dem Isodiametrischen näher, je näher die Zellen den Spaltöffnungen liegen. Die letztere umgebenden Zellen sind concentrisch geordnet, etwas gebogen, nach der Spaltöffnung hin aber nicht zapfenartig verlängert, sondern nur wenig vorgezogen, ohne einen Wall zu bilden. Die Spaltöffnung ist grösser als bei den vorigen, oval oder stumpf breitrechteckig.

Beiden gemeinsam liegen die Spaltöffnungen (Fig. 4—6) nicht unmittelbar unter der Epidermis; dazwischen ist eine Schicht dünnwandiger Zellen eingeschaltet, die, gegen die Athemhöhle weiter vorgeschoben, bei der Hinwegnahme der Epidermiszellen über jeder Spaltöffnungszelle zu 3—4 gesehen werden. Die letzteren selbst sind halbmondförmig von oben und im Längsschnitt gesehen, im Querschnitt oval, an den beiden Enden emporgezogen und dreieckig. Die obere Wand verdickt und verholzt<sup>2)</sup>.

Unter der Epidermis der Oberseite liegt in der ersten Gruppe eine einreihige, über und unter dem Nerven, an Rand und Basis 2 bis 3reihige Blattrinde (*Hypoderm*); bei der zweiten Gruppe nur an den letztgenannten Stellen.

Die Zellen derselben sind bastähnlich, mit starken, fein geschichteten Secundärablagerungen und durch Tochterzellbildungen in 4—9 Fächer abgetheilt. Diese fachbildende Tertiärmembran besitzt die bereits oben erwähnten Eigenschaften.

Das Chlorophyllgewebe ist bei den beiden Gruppen differenziert in ein grosses und kleines Pallisadenparenchym, letzteres an Stelle des sonst vorkommenden Schwammparenchyms.

Ersteres besteht aus polygonalen, nach unten verschmälerten

1) Diese Löcher sieht man bei guter Beleuchtung schon mit einer scharfen Lupe; die Ansicht Meyen's, dass diese „Wärzchen“ nicht durchbrochen seien (*Phytotomie* S. 107) verdient kaum noch der Erwähnung.

2) Die Ansicht Schacht's, dass die Spaltöffnungszellen „wohl niemals verholzen“ (*Anat. u. Phys. I*, 278), bestätigt sich demnach nicht.

Säulen, die mit ihren oberen platten Enden an die Blattrinde stossen, unter einander durch Interzellularräume getrennt sind, die nach unten hin sich erweitern und mit dem Interzellularnetz des Blattes anastomosiren. Die verschmälerten Enden sitzen unmittelbar oder durch kurze Zellen verbunden an dem Querparenchym an.

Das kurze (untere) Pallisadenparenchym, von der halben Höhe des oberen, ausserdem aber desselben Baues, ist durch ein ein- oder zweireihiges Gewebe unregelmässiger Zellen an das Querparenchym geknüpft.

Der Unterschied im Chlorophyllgewebe beider Gruppen liegt darin, dass in der ersten die Zellen in jeder Längskante eine dreiseitig prismatische Verdickungsmasse besitzen, die nach unten an Stärke abnimmt und hier sich allmählig verliert, gegen oben plötzlich absetzt; in der zweiten dagegen die Zellen ohne solche Verdickungsmassen sind.

Ueber das Gefässbündel, das Mark- und Quergewebe ist den obigen Auseinandersetzungen nur Weniges beizufügen.

Das Markgewebe ist selbstverständlich unten am stärksten entwickelt und nimmt nach oben an Stärke stetig ab; an der Basis entwickelt es allmählig das mit der Blattbreite erstarkende Querparenchym. Dies verschwindet an der Spitze und am Rand in das aus dem Pallisaden- und Schwammparenchym dort hervorgehende indifferente Gewebe. — Der Unterschied in den beiden Artengruppen ist gering und fast ausschliesslich in der geringeren Dickwandigkeit der Zellen der zweiten Gruppe gelegen.

Die Schutzscheidezellen enthalten meist grosse, klinorhombische Säulen von oxalsaurem Kalk (vergl. Holzner, Flora 1864 S. 289, Taf. II, Fig. 5, 9, 10 u. 11), ohne jedoch gefächert zu sein<sup>1)</sup>.

Die Cambiformzellen sind durch ihre bedeutende Länge ausgezeichnet. — Die übrigen Elemente bieten nichts Bemerkenswerthes.

#### **Encephalartos** Lehm.

Besitzt einfach gefiederte Wedel mit sehr dicken, steifen, lanzettförmigen, zugespitzt stachelspitzigen, ganzrandigen oder beiderseits scharfdornigen, oder endlich einerseits dornig-gelappten Fiedern. Die Nerven parallel; die in den Lappen eintretenden sind Abzweigungen des Hauptnerven, ihre Undeutlichkeit wird durch das sehr dicke Hypoderm verursacht.

Auf die eigenthümliche Epidermis folgt ein 2—3schichtiges bast-

1) Solche hat Caspary nachgewiesen. Pringsh., Jahrb. IV, Taf. IX, Fig. 13.

ähnliches, unten in den Spaltöffnungsbahnen anders gebautes, einreihiges Hypoderm; das dünnwandige Chlorophyllgewebe ist in ein Pallisaden- und Schwammparenchym differenziert; in ihm die meist schutzscheidelosen Gefässbündel, mit Gummigängen abwechselnd (Fig. 16).

Die Form der Epidermiszellen ist bei allen untersuchten Arten (*E. Lehmanni* Eckl., *longifolius* Lehm., *horridus* Lehm., *Altensteinii* Lehm.) gleich, 3—4eckig, die Vierecke gewöhnlich Rhomboide mit schiefer Stellung gegen die Längsachse des Blattes. Die Dicke der äusseren Zellwand ist mässig; äussere Porenkanäle fehlen, seitliche sind vorhanden. Der Inhalt ist feinkörnig, manchmal öltropfenähnlich. — Am Rande werden die Zellen dickwandiger, kleiner.

Die Epidermis der Unterseite ist in den Gefässbündelbahnen der oberen gleich, aber etwas dickwandiger und die Zellen gerne rhomboidisch. — Die Epidermiszellen der Spaltöffnungsbahnen etwas dickwandiger, mehr isodiametrisch, polygonal, oder etwas gestreckt. Die umgebenden Zellen der Spaltöffnungen sind gewöhnlich 4, etwas concentrisch geordnet; die Spaltöffnung selbst ist oval-rundlich, durch die leichten Einziehungen zwischen je 2 Zellen etwas wellig begrenzt.

Die Cuticula der Zellen ist nicht so stark, als die mächtige Cuticularlage — vgl. Fig. 12—14.

Die Spaltöffnungszellen sind der gewöhnlichen Form und unter die Epidermis selbst gelagert (nur an der Basis tiefer gelegen, vgl. Fig. 15); Bornemann's Abbildung (Taf. XII, Fig. 15) gibt die Spaltöffnungszellen nicht gut wieder.

Vom Hypoderm, welches für gewöhnlich aus den bastzellähnlichen, gefächerten Fasern besteht, sei das in den Spaltöffnungsbahnen gelegene als dünnwandiger, vier-vieleckig, isodiametrisch erwähnt; wo eine Zelle etwas gestreckt ist, wird sie septirt.

Vom Pallisadenparenchym der übrigen, welches unverdickt ist, unterscheidet sich das von *E. Altensteinii* durch leistenartige Verdickungen.

Das Gefässbündel von *E. Lehmanni* hat eine Schutzscheide, welche bei den übrigen Arten nicht gesehen wurde.

### ***Stangeria paradoxa* Th. Moore.**

Die Fiedern sind opponirt, länglich-lanzettförmig, an der Basis zusammengezogen, an der Spitze gezähnt; eine kräftige Mittelrippe sendet beiderseits bogig, fast unter rechtem Winkel, Gabelnerven, die, schief verlaufend, an den umgekrämpften Knorpelrand anlegen;

oben strahlt sie radienartig aus. Abbildung bei Bornemann a. a. O. Taf. X, Fig. 15 u. 16.

Die farnkrautähnliche Epidermis umschliesst ein kaum differenziertes, dünnwandiges Chlorophyllgewebe; in einem siebporigen markähnlichen Gewebe laufen Gummigänge und 6—8 Gefässbündel — mit ihm die Mittelrippe darstellend. Die gabeligen Secundärnerven legen mit den letzten Bastzellen an das Randhypoderm an (Fig. 28—29).

Epidermis. Vor allen übrigen der Cycadeen ausgezeichnet durch geschlängelte Wandcontouren (von oben gesehen). Die Form und Grösse der Zelle ist etwa der von *Cycas* nahe, im Allgemeinen 3—4eckig, unter- und oberseits ziemlich gleich. Aenderungen derselben treten ein: Ueber dem Haupt- und Seitennerven, über letzteren nur eine mässige Streckung der Zelle in der Richtung derselben, über ersterem stärkere Streckung zu prosenchymatischen Zellen und Ausgleichung der Schlängelung der Wände (oben und unten). Der Uebergang zu dieser Form geschieht in der Vertiefung zwischen der Blattfläche und dem erhabenen Nerven ziemlich rasch, so dass oft die nervwärts gelegene Wand einer Zelle bedeutend geringere Schlängelung zeigt als die randwärts gelegene; — am Rand, wo die Zellen eine mehr rechteckige, kurze, ungeschlängelte Gestalt annehmen; — in der unmittelbaren Spaltöffnungsnähe, worüber unten.

Die Schlängelung der Wandcontour erstreckt sich nicht auf die ganze Tiefe der senkrecht (zur Blattfläche) stehenden Seite in derselben Intensität, sondern gleicht sich nach unten mehrweniger aus; daher erscheinen die Zellen von unten gesehen sanft- und grosswellig oder gerad-contourirt. Ein Aehnliches ist für die Spaltöffnungszellen der *Equiseten* von Sanio gefunden worden (*Linnæa*, Bd. XXIX, S. 392).

Diese Buchten der Zellwände sind schon in der primären Membran angelegt, werden aber mit jeder folgenden Membranschicht vergrössert, dadurch, dass sich dieselbe nicht gleich dick, sondern über jedem einspringenden Winkel sichelförmig anlagert. Sichtbar zu machen durch quellende Medien: Kali, Schwefelsäure, Chromsäure, Cuoxam. Letzteres färbt (an mazerirtem Material) die Zellwände blau, die primäre Membran bräunlich. Diese sichelförmigen Verdickungen sind als ungleiche Anlagerungen in einer continuirlichen Membran zu betrachten, wie man sich durch obige Reagentien leicht überzeugen kann. Man kann auch durch Chromsäure oder nach der Methode von Kabsch (*Pringsh.*, Jahrb. III, 381—384) die innerste Membran isoliren.

Die Spaltöffnungen, nur unterseits gelegen, sind umgeben von einer oder zwei Reihen sehr dünnwandiger, geradbegrenzter, drusenführender Zellen. Häufig sind dieselben von einer feinen Membran septirt und führen jederseits eine Krystalldruse. Naheliegende Spaltöffnungen werden oft durch einen Zug solcher Zellen verbunden. Die Spaltöffnungszellen selbst bilden, von der Fläche gesehen, eine elliptische, an den Polen gestutzte oder etwas eingekerbte Gesamtfigur; 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 angeschlossen oder von ihnen etwas gedeckt. Er rundet sich allmählig in die untere, dünne Wand ab. — Im Längsschnitt erscheint die Zelle ebenfalls halbmondförmig, die beiden Enden wie abgeschnitten und spitz aufwärts gezogen.

Die Cuticula der Epidermis ist mässig und zeigt kräftige Streifen, der Zelllänge nach zu 1 oder 2, seltener mehr, parallel laufend über die Zellgrenzen hinweg. Auf der Oberseite und in der Bahn des Hauptnerven sind sie besonders stark entwickelt. Auf die Basis der Haarnarben laufen dieselben radiär zu, wie dies auch sonst der Fall ist (vgl. Fig. 29). Im Querschnitt überzeugt man sich von ihrer Entstehung durch Falten.

Das Hypoderm findet sich nur an der Basis der Fieder, im Laufe von Haupt- und Nebennerven, ein-, selten zweireihig; am knorpeligen Rande zwei- bis dreireihig; stets fehlend in der Umgebung der Spaltöffnungen.

Die Zellen desselben sind bastähnlich, stark verdickt, mit deutlichen Schichten; die Enden spitz neben-, oder stumpf aufeinander sitzend; alle ungefächert. Von den Bastzellen der Rippe unterscheiden sie sich wesentlich durch ihre geringere Grösse (manchmal nur den sechsten bis achten Theil derselben betragend).

Das Chlorophyllgewebe besteht aus dünnwandigen, kaum differenzirtés Gewebe bildenden Zellen; sie lösen sich in Cuoxam gleichmässig, Siebporen fand ich nicht. Um die Bastzellen und das Siebparenchym der Gefässbündel legen sie sich mit erweiterten, platten Enden an; auch hier habe ich die Siebporen vermisst.

Gefässbündel. Die Mittelrippe („costa valida“ Miquel, „Hauptnerv“ Bornemann) ist nur äusserlich eine Einheit; für die innere

Untersuchung zerfällt sie in einen Complex von 6—8 neben einander liegender Nerven (Gefässbündel), die in eine gemeinschaftliche Zellhülle mit zerstreuten Bastfasern und Gummigängen eingelagert sind <sup>1)</sup>. — Die Secundärnerven habe ich zu 10 als Aeste eines einzigen Mittelnervens gefunden.

Hülle der Gefässbündel. Von einer eigenthümlich gebauten, auf der Unterseite der Fieder der Spaltöffnungen nicht entbehrenden Epidermis und einem ein-, seltener zweischichtigen Hypoderm bedeckt, besteht diese Hülle aus kurzgestreckten, polygonal-prismatischen, ziemlich dünnwandigen Elementen, die dreieckige Interzellularräume umschliessen. Zerstreut darin finden sich sehr lange (bei 10 Mm. Länge zeigten viele noch nicht ihre Enden) Bastzellen, gegen aussen gewöhnlich gedrängter liegend und fast zu einem Ringe zusammenschliessend.

Ueber den Bau dieser Elemente zeigt Cuoxam Folgendes:

Die Parenchymzellen insgesamt, namentlich aber die engeren, den (isolirten) Bastzellen unmittelbar anliegenden, die das Gefässbündel umgebenden und den Epidermiszellen nahen, zeigen beim Aufquellen sehr schöne, kleine, bald runde, bald ovale, zerstreute oder gruppirte Poren mit feinen, nadelstichähnlichen Punkten. Die Bastzellen zeigen die merkwürdige, von Schacht schon längst beschriebene <sup>2)</sup> und von Nägeli jüngst erst gedeutete <sup>3)</sup> Quellungserscheinung: alle Schichten färben sich blau, verbreitern sich, das Zellvolum schwillt; man unterscheidet eine dünne primäre, zartgeschichtete dicke secundäre, und eine unmessbar feine, öfter spiralig-gerillte tertiäre Membran, den „Innenschlauch“ umschliessend. In dem Maasse, als die äussere Membran quillt, treten an ihr deutlicher hervor spiralige Zeichnungen, von dem Aussehen, als ob ein ungleich breites Spiralband aus ihr geschnitten wäre: es sind nicht-aufquellende Partien derselben. Die breiten, dazwischen liegenden Streifen lösen sich, durch die drängenden Secundärschichten gesprengt, ab, und schlagen sich

1) Es unterscheidet sich dadurch *Stangeria* wesentlich von *Angiopteris* (*Teysmanniana* Miq.), die mit ihr die Secundärnervatur gleich hat; hier sind die secundären Nerven alle Abzweigungen eines (im Querschnitt) hufeisenförmigen Mittelnervens. *Polybotrya* (*Meyeriana*) hat dagegen wie *Stangeria* einen vielbündeligen Mittelnerv. — Bei den *Acrostichum*arten (*Lechleri*, *hybridum*) findet sich Aehnliches; die Mittelrippe läuft aber vor der Spitze nicht radienartig aus, sondern bleibt einfach.

2) Zelle S. 214—21; Taf. IX, Fig. 10—11, 13—15. — Lehrbuch der Anat. u. Phys. I, 252 u. 261, Taf. V, Fig. 1—2.

3) Sitzungsber. d. kgl. bayr. Acad. d. Wiss. zu München 1864, II, Heft II, 151—167, Taf. III, Fig. 47—59.

zurück. Häufig, aber nicht immer, sieht man daran feine Siebporen, die alten Communicationen der jugendlichen Bastzelle gegen das Parenchym. Nach und nach verfallen die Schichten von aussen nach innen der Lösung.

In dem ebenbeschriebenen Gewebe liegen die Gefässbündel der Mittelrippe in einem nach unten convexen Bogen. Das einzelne Bündel ist rund, umgeben von einem oder zwei Kreisen engerer Siebparenchymzellen, in welche sich hin und wieder kurze Bastzellen einlegen. Der obere (centripetale) halbmond- oder sichelförmige Theil besteht aus weiteren, sehr langen, im Querschnitt polygonalen, vom Blattrand her gedrückt erscheinenden Zellen, mit Treppen- und Tüpfelbildungen. In ihrer Mitte, gegen unten, liegen einige enge, abrollbare Spiralfaserzellen. Von ihnen durch langgestreckte Leitzellen (Cambiformzellen Nägeli) getrennt der centrifugale, untere Holztheil, bestehend aus abrollbaren Spiral- und Ringfaserzellen, die manchmal gruppirt sind. Alle Theile verlieren im weiteren Laufe an Grösse und Zahl; der centrifugale Theil schwindet zuerst (vgl. Mettenius a. a. O. S. 580). Die letzten Endigungen am Blattrande sind kurze, stumpfe Spiralfaserzellen, über welche hinaus die letzten Bastfaserzellen an die Randhypodermzellen sich anlegen.

Die Gummigänge liegen im Allgemeinen mit den Gefässbündeln der Rippe abwechselnd, treten seitlich nicht aus; ihre Auskleidung sind die bekannten schmalen, zartwandigen Zellen; eine zweite Schicht breiter Zellen fehlt.

#### **Ceratozamia** Brongn.

Fiedern, lanzett- bis breitlanzettförmig, an der Basis zusammengezogen und gegliedert, oben in eine Stachelspitze ausgezogen, fest, lederartig, von zahlreichen am Grunde dichotomirenden, ausserdem parallelen Nerven durchzogen, die sämmtlich Aeste eines einzigen Spindelnerven sind.

Die ausserordentlich feste, aus prosenchymatischen Zellen gebildete Epidermis umschliesst beiderseitig ein niederes, rippig verdicktes Pallisadenparenchym; in der Mitte liegen, vom Querparenchym gehalten, die Gefässbündel und isolirte Bastzellen. — An Basis und Rand Hypoderm.

Die Epidermiszellen (Fig. 17, 18, 19, 20) sind ausgezeichnet durch ihre prosenchymatische Form: öfter bis zum Verschwinden des Lumens, immer aber stark und allseitig gleich verdickte, meist mit spitzen Enden zwischen einander geschobene Zellen — dazwischen zu

Faserform zusammengelagerte kurze, rhomboidische Zellen — oberseits; unterseits zeigen nur die Spaltöffnungsbahnen eine Abweichung, so, dass die Zellen um die Hälfte und mehr kürzer, oft fast isodiametrisch werden, und in der unmittelbaren Spaltöffnungsnähe zu 4 bis 6 concentrisch gelagert, eine rundlich-ovale, in der Blattlänge oder etwas schief dazu stehende Oeffnung lassend.

So bei *Ceratozamia longifolia* Miq., *mexicana* Brongn. und *robusta* Miq. — Bei *Ceratozamia Küsteriana* Rgl. sind die Zellen dünnwandiger, gefächert, die kurzen länger als bei den vorigen, zu 4 die Spaltöffnung umgebend, von denen 2 halbmondförmig gekrümmt zu beiden Seiten, 2 mit spitzen Enden zwischen diese eingeschoben an den Polen der Spaltöffnungszellen liegen.

Die Spaltöffnungszellen haben die gewöhnliche Form und sind scheinbar durch eine eingeschobene Zellreihe von der Epidermis getrennt. (Fig. 20.) — Ueber das Pallisaden- und Querparenchym ist oben das Nöthige angegeben; insbesondere über letzteres gilt alles allgemein Gesagte.

**Gefässbündel.** Es ist schutzscheidelos, aber von einem Kreis wechselnder Bast- und Siebparenchymzellen umgeben. Innerhalb dieses mehrere Reihen Siebzellen, an welche auf der Oberseite ein halbrundes Bündel Treppenzellen anschliesst. An dessen innerer Seite, in der Mitte, einige enge Spiralfaserzellen, und durch Cambiform getrennt einige Bündelchen Spiral- und Netzfaserzellen (letztere sehr kurz). Der untere Theil wird von Cambiform eingenommen.

Die isolirten Bastzellen erreichen die bedeutende Länge von 10 bis 20 Mm. und mehr, und sind gefächert.

### Dioon Lindl.

Die Fiedern sind sehr steif, an der Basis am breitesten und hinter die vorhergehende herablaufend, nach oben allmählich spitz, dornig. Die Nerven parallel, zahlreich (zu 11 — 15), auf der Unterseite sichtbar, enden auf die angegebene Weise.

Eine der Gattung charakteristische, in den unteren Spaltöffnungsbahnen ganz anders gebaute Epidermis ist oberseits von einem zusammenhängenden mehrschichtigen, unten den Gefässbündeln opponirtes Hypoderm unterlagert. Dazwischen das in Pallisaden- und Schwammparenchym wohl differenzirte Chlorophyllgewebe, in welchem die schutzscheidelosen Gefässbündel mit ihren überlagernden Gummigängen und isolirte Bastzellen laufen. (Fig. 21, 22, 23.)

Von den drei untersuchten Arten *Dioon edule*, *aculeatum* und

angustifolium unterscheiden sich die beiden letzteren von der ersten durch dünnwandige, fast gleichartige Epidermiszellen, dünnwandiges Parenchym, überhaupt grössere Dünnwandigkeit der Elemente.

Die Epidermis (Fig. 21—22) stimmt, wie Bornemann angibt (a. a. O. S. 45), am meisten mit *Ceratozamia*. Diese Uebereinstimmung liegt aber nur darin, dass beide eine ungleichartige Epidermis besitzen (vergl. oben): dickwandige Faserzellen, und weniger dicke, kurze, 3—4eckige zu Fasern zusammengestellte Zellen. Während aber bei *Ceratozamia* die Faserzellen an Zahl weit überwiegen über die in der Richtung der Blattlänge wohl 2—3mal länger als breiten kurzen Zellen, so ist bei *Dioon* die Epidermis aus einer Mehrzahl kurzer, fast quadratischer Zellen zusammengesetzt, die nur selten und in der Regel nur in den unterseitigen Gefässbündelbahnen mit gestreckten dickwandigen Zellen wechseln. Die von Bornemann Taf. XII, Fig. 13 gegebene Abbildung halte ich nach Vergleich einer grossen Zahl von Schnitten aus allen Blattregionen nicht für normal. — Die Zellen der Oberseite und ein Theil der der Gefässbündelbahnen der Unterseite sind 3—4eckig, immer so gelagert, dass sie (6—8) zu einer Faser vereinigt gedacht werden können. Ein Versuch, sie als Tochterzellen einer Faser nachzuweisen, wofür die Dünnwandigkeit der Querwände spricht, ist nicht gelungen, was eigentlich nicht auffallend sein kann, da die äusseren Membranen der Epidermiszellen in Cuticula übergehen. Die längsgestellten Wände dieser kurzen Zellen sind sämmtlich etwas gebogen. — Eine hin und wieder dünnwandig gebliebene Zelle führt eine Krystalldruse.

In den Reihen der Spaltöffnungen sind die Zellen alle dickwandig, fast isodiametrisch, polygonal oder rundlich; auffallend ist ihre bedeutendere Höhe gegenüber den Zellen der Gefässbündelbahnen (das Doppelte und mehr).

Um die richtungslosen, vier- oder vieleckigen Spaltöffnungen liegen etwa 6—8 kleinere, etwas in die Höhe gewölbte Zellen, unter denen senkrecht 2—3 ebenfalls dickwandige Zellen liegen, eine flaschenförmige, äussere Athemböhle bildend. An diese schliessen sich die nach oben dickwandigen wie sonst gestalteten Spaltöffnungszellen. — Die oberen der zwischen Spaltöffnungszellen und Epidermis gelegenen Zellen sind gewöhnlich stark verdickt, epidermiszellähnlich, und können wohl als eingeschlagene Epidermis betrachtet werden, während die unteren, dünnwandiger, ein Analogon der bei der Gattung *Cycas* vorkommenden Zwischenzellen sind.

Alle Epidermiszellen haben eine dicke, geschichtete Cuticula, eine

ansehnliche Cuticularlage und eine aus Cellulose bestehende, nach aussen stärkere, innere Membran.

Das Hypoderm ist gewöhnlich 2—3 reihig, an Rand und Basis mächtiger, unter den Nerven im Allgemeinen dickwandiger, ausserordentlich schön geschichtet. Gefächert, mit Ausnahme der dickwandigeren Zellen.

Das Chlorophyllgewebe besteht oben aus langen, ansehnlichen, ziemlich weiten Pallisadenzellen, die in den Ecken, nach oben zunehmend, verdickt sind (einreihig). Sie schliessen sich an das polygonale, mit Intercellulargängen versehene Mittelgewebe, in welchem die isolirten Bastzellen und Gefässbündel liegen. Unterseits ein in den Ecken ebenfalls verdicktes Schwammparenchym; zwischen den Gefässbündeln und Bastzellen eine Art Querparenchym.

Alle Zellen mit den oben beschriebenen Poren.

Das Gefässbündel hat keine Schutzscheide; in seinem Umkreise stehen Bastzellen mit Siebparenchym abwechselnd. Innerhalb dieser mehrere Reihen, nach innen enger werdender Zellen, aus kurzen, vierseitig prismatischen Zellen bestehend, die auf den Längswänden mit einzelnen oder gruppirtten Siebporen bedeckt sind; an der Oberseite poröse und Treppenzellen, die innen einige Spiralzellen zeigen. Der centrifugale Theil ist schon an der Fiederbasis gänzlich geschwunden.

Der Bau der Elemente und Gummigänge wie sonst.

### Zamia L.

Untersucht wurden: *Z. Skinneri* Warsz., *muricata* Willd. mit der schmalblättrigen und behaarten Varietät, *Loddigesii* Miq., *integri-  
folia* Ait., *Fischeri* Miq., *Otonis* Miq., *Leiboldti*, *tenuis* Willd. und *pygmaea*.

Die laxen lanzett-breitlanzettförmigen Fiedern sind an der Basis zusammengezogen und gegliedert, ganzrandig oder oben gezähnt, stumpf. Die Nerven verhalten sich wie bei *Ceratozamia* und laufen in die Zähne aus.

Die charakteristische, manchmal gefächerte Epidermis umschliesst, gewöhnlich ohne Hypoderm, das wenig differenzirte dünnwandige Chlorophyllgewebe, in welchem die schutzscheidelosen Gefässbündel verlaufen.

Die Epidermis (Fig. 24—26), im Wesentlichen bei allen Arten gleich, besteht aus gestreckten, an den Enden schief gestutzten, seltener prosenchymatisch zulaufenden Zellen, die sehr dünnwandig bei

*Z. Ottonis* und *Fischeri*, etwas dickwandiger bei *Z. integrifolia* und *muricata*, dickwandig bei *Z. Leiboldti*, *Loddigesii*, *Skinneri* und *tenuis* sind; bei letzterer die Zellen mitunter dickwandig und gefächert.

Die Unterseite gleicht der oberen in den Nervenbahnen; in den Spaltöffnungsreihen dagegen sind die Zellen kürzer, mehr isodiametrisch, polygonal oder 3—4eckig. Um die Spaltöffnungen selbst, welche rundlich und etwas schief gestellt sind, liegen die Zellen concentrisch in einer oder zwei Reihen, zu innerst gewöhnlich sechs, in der Anordnung von *Ceratozamia*. Die Spaltöffnungszellen unmittelbar unter der Epidermis. — Fig. 27.

Das Hypoderm findet sich nur an Rand und Basis bei *Z. Fischeri*, *Ottonis*, *pygmaea*, auch sonst bündelweise zerstreut bei *Z. muricata*, als zusammenhängende obere Membran bei *Z. Loddigesii*, *tenuis*, *integrifolia*.

Seine Zellen sind des gewöhnlichen Baues, meist gefächert.

Das Chlorophyllgewebe dünnwandig, siebporig, mit deutlichem Querparenchym.

Die Gefässbündel sind meist sehr schwach, gewöhnlich nur an der Basis reichlich von Bastzellen umgeben; isolirte Bastzellen finden sich nur bei *Z. Skinneri* bis in die Mitte der Fieder. — Die übrigen Verhältnisse bieten nichts Bemerkenswerthes.

Würzburg, 1. März 1865.

## Erklärung der Tafeln.

Sämmtliche Bilder sind mit der Camera lucida bei gleichem Abstände und, wo nicht das Gegentheil angegeben ist, mit 230maliger Vergrößerung (Ocular 2 und Objectiv 7 von Hartnack) entworfen.

## Taf. XIX.

Fig. 1. *Cycas inermis* Lour. Epidermiszellen der Oberseite des Blattes.

Fig. 2—6. *Cycas revoluta* L.

Fig. 2. Epidermis der Unterseite.

Fig. 3. Oeffnung der äusseren Athemhöhle mit umgebenden Wallzellspitzen.

Fig. 4. Die Spaltöffnungszellen nach abgetragener äusserer Athemhöhle; w die Wallzellen, schief durchschnitten; z die unter diesen liegenden, gegen die Spaltöffnungszellen (s) vorgeschobenen Zwischenzellen.

Fig. 5. Querschnitt der Spaltöffnung: a äussere, i innere Athemhöhle, e Epidermiszellen, die übrigen Bezeichnungen wie vorher.

Fig. 6. Die Spaltöffnung im Längsschnitt mit denselben Bezeichnungen. Die Zwischenzellen nicht sichtbar, weil der Schnitt durch die Mitte der Oeffnung geht, und hier die emporgewölbten Spaltöffnungszellen bis an die Epidermiszellen selbst reichen.

Fig. 7. *Cycas Ruminiana*. Zwei Querparenchymzellen, isolirt (a), b deren Querschnitt.

Fig. 8—9. *Cycas revoluta* L.

Fig. 8. Pallisadenparenchymzelle, a Längsansicht, b Ansicht von oben.

## Taf. XX.

Fig. 9. Hypodermiszelle, a Längsansicht, b die netzfaserigen Fachwände.

Fig. 10. Oberseite der Epidermis von *Cycas Ruminiana*.

Fig. 11. Querschnitt der Fieder von *Cycas revoluta* Lour. (60fache Vergr.)

Fig. 12—15. *Encephalartos Altensteini* Lehm.

Fig. 12. Oberseitige Epidermis.

Fig. 13. Unterseitige in den Gefässbündelbahnen.

Fig. 14. Unterseitige zwischen den Spaltöffnungen (s).

Fig. 15. Spaltöffnung an der Fiederbasis; die Ebene der Epidermis ist verschoben.

## Taf. XXI.

Fig. 16. Querschnitt durch die Fieder von *Encephalartos horridus* Lehm. (60fache Vergr.)

Fig. 17—20. *Ceratozamia mexicana* Brongn.

Fig. 17. Epidermis der Oberseite.

Fig. 18. Dieselbe der Unterseite. s Spaltöffnung.

Fig. 19 u. 20. Erstere Quer-, letztere Längsschnitt der Spaltöffnung

### Taf. XXII.

Fig. 21—23. *Dioon edule* Lindl.

Fig. 21. Obere, Fig. 22 untere Epidermis.

Fig. 23. Querschnitt der Spaltöffnung.

Fig. 24—25. *Zamia Skinneri* Warsz. Obere und untere Epidermis.

Fig. 26—27. *Zamia Fischeri* Miquel. Untere Epidermis (Fig. 26) und Querschnitt der Spaltöffnung (Fig. 27).

### Taf. XXIII.

Fig. 28—29. *Stangeria paradoxa* Th. Moore. Obere und untere Epidermis der Fieder.

Fig. 30. Das Porensystem des Chlorophyllgewebes von *Encephalartos Altensteini* Lehm.

Fig. 31. Chlorophyllgewebe zwischen zwei Faserzellen ausgespannt von *Encephalartos Lehmanni* Eckl.

Fig. 32—33. Querschnitt eines Gummiganges von *Encephalartos Altensteini* Lehm. (Fig. 32); Fig. 33 a eine äussere, b eine innere Zelle des Ganges in der Längsansicht.

Fig. 1.

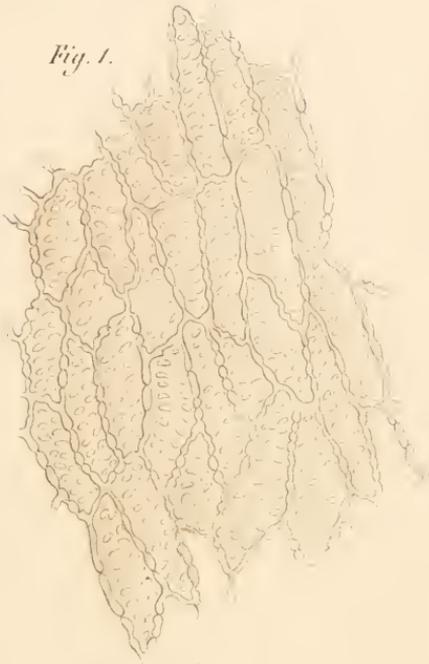


Fig. 2.



Fig. 3.



Fig. 4.



Fig. 5.



Fig. 6.



Fig. 8 a



Fig. 8 b.



Fig. 7.

Fig. 7 b.





Fig. 10.



Fig. 11.

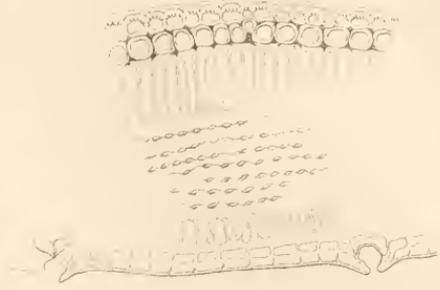


Fig. 12.



Fig. 13.



Fig. 9a.



Fig. 9b.



Fig. 14.

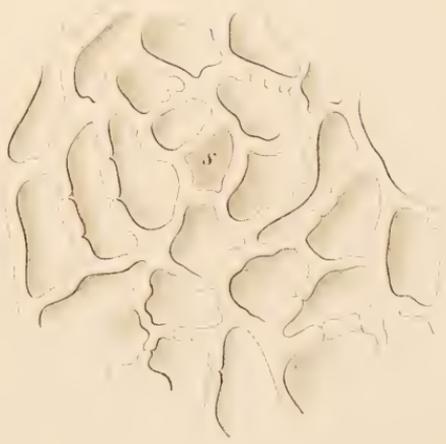


Fig. 15.





Fig. 16

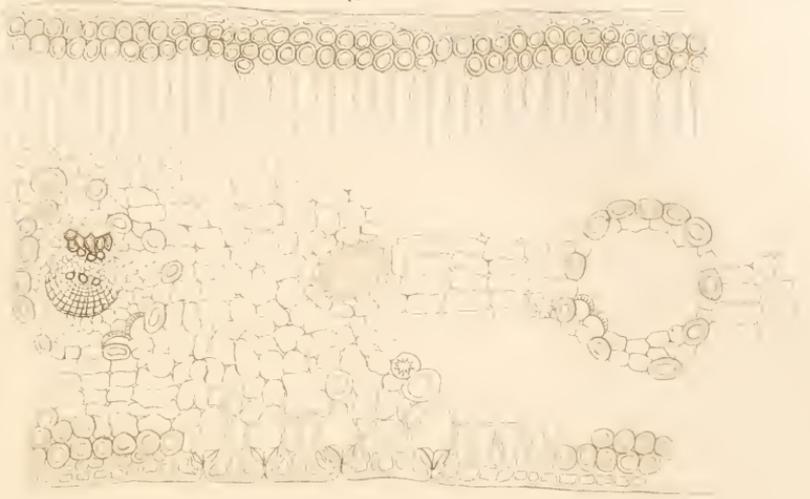


Fig. 17.

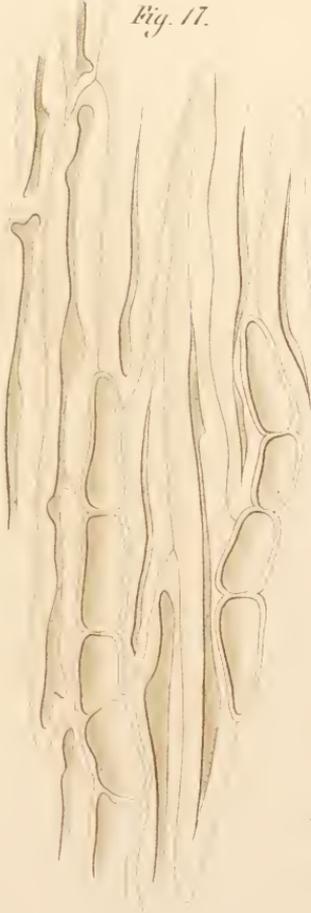


Fig. 18.



Fig. 20.



Fig. 19





Fig. 21.

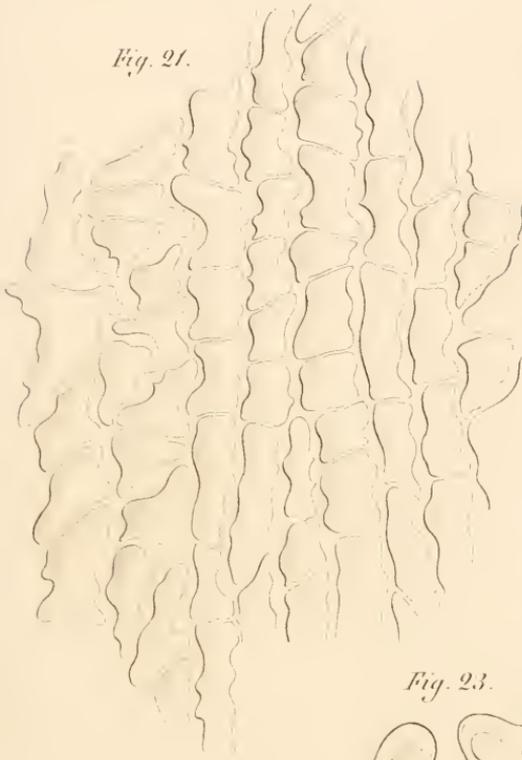


Fig. 22.

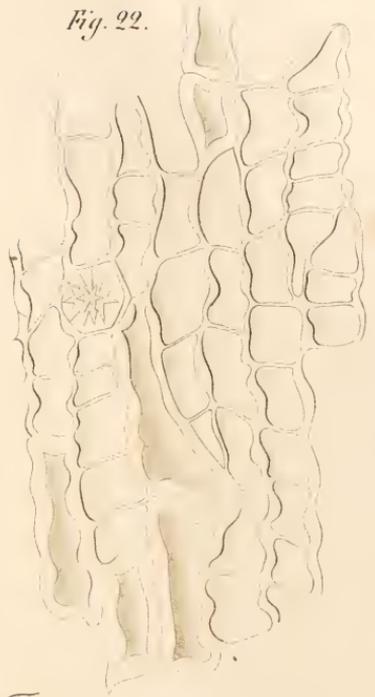


Fig. 23.



Fig. 24.



Fig. 26.

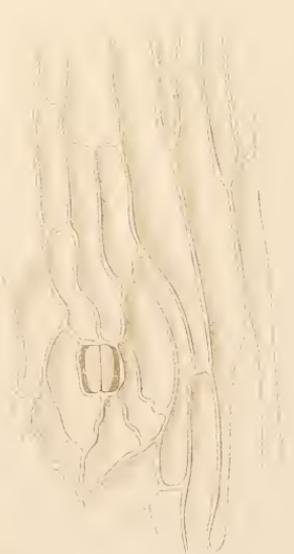


Fig. 25.



Fig. 27.





Fig. 28.



Fig. 30.



Fig. 29.



Fig. 31.

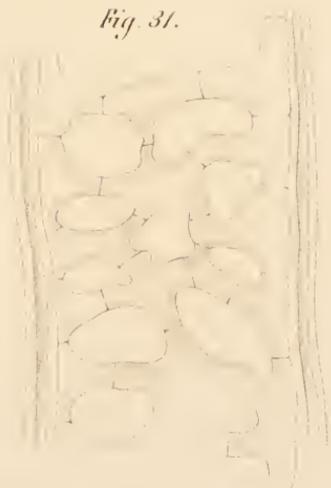


Fig. 32.



Fig. 33 a.



Fig. 33 b.



# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik](#)

Jahr/Year: 1865-1866

Band/Volume: [4](#)

Autor(en)/Author(s): Kraus Gregor Konrad Michael

Artikel/Article: [Ueber den Bau der Cycadeenfiedern 305-348](#)