

XII.

Die Beziehung zwischen dem Spaltöffnungs- system und dem Stereom bei den Blattstielen der Filicineen.

Von

Henry Potonié,

Zweiter Assistent am königl. botanischen Garten.

Da die Spreite der mit einem Blattstiel versehenen Farnkräuter noch nicht assimilirt, wenn der Stiel bereits eine ansehnliche Länge erreicht hat, sondern sich erst später, zuweilen erst nach mehreren Jahren, entfaltet, so übernimmt der in der Jugend immer grüne Blattstiel gleich mit seinem Erscheinen diese Function. Es ist daher an jungen Stielen der zur Arbeit der Assimilation nothwendige Apparat besonders ausgebildet, während er, sobald die Blattfläche sich zu entfalten beginnt, nicht mehr so intensiv funktionirt als ehemals. Denn es findet sich in älteren Blattstielen bedeutend weniger Chlorophyll als früher; dasselbe verschwindet oft ganz. Ausserdem rücken bei Verlängerung der Stiele die Stomata weiter auseinander, wodurch die Intensität des Gasaustausches offenbar vermindert wird.

Bei gewissen *Filicineen* bleibt vom Assimilationsapparat im Alter überhaupt gar nichts übrig, und hier geben daher die Spaltöffnungen, wo sie vorkommen, offenbar ihre Funktion ganz auf. Dieser Fall findet sich z. B. bei *Gleichenia dicarpa* Br.¹⁾, *Hymenophyllum demissum* Sw. und *Lygodium japonicum* Sw. Hier wird das ganze Assimilationsparenchym schliesslich in mechanisches Gewebe, Stereom, umgewandelt, so dass der Blattstiel nur aus Epidermis, Stereom und dem Bündel besteht.

Der für die Assimilation und Athmung nothwendige Gasaustausch zwischen der äusseren Atmosphäre und dem Assimilationsparenchym wird nun entweder, wie bei den *Hymenophyllelen*, und, wie es scheint,

1) Die gewählte Nomenclatur ist diejenige, welche Hooker und Baker in ihrer Synopsis Filicum, 2. Aufl., London 1874, geben.

auch bei anderen *Filicineen*, z. B. *Gleichenia dicarpa*, *Lomaria Spicant* Desv., *Onclea germanica* W., *Scolopendrium vulgare* Sm., ohne Vermittelung von Spaltöffnungen bewerkstelligt, oder er wird bei den meisten *Filicineen* durch solche erleichtert¹⁾

Nach Analogie des Vorkommens der Spaltöffnungen, namentlich auf der Unterseite der Blätter und Blattstiele bei den nicht aquatischen *Phanerogamen*, könnte man vermuthen, dass sie auch bei den *Filicineen* die Unterseite bevorzugen; jedoch ergibt die Untersuchung ein anderes Resultat.

Nur bei den untersuchten *Marattiaceen* fanden sich die in kleine Gruppen vereinigten Spaltöffnungen vorzugsweise an den Seiten- und Unterflächen der Blattstiele. Bei anderen *Filicineen*, besitzen die Blattstiele am ganzen Umfang Spaltöffnungen; dieselben sind gleichmässig vertheilt, so bei *Botrychium* (untersucht wurde *B. Lunaria* Sw.), *Ophioglossum (vulgatum* L.), *Osmunda (regalis* L.), *Todea (barbara* Moore), *Marsilia (quadrifolia* L.) etc.

Der bei weitem grösste Theil der *Farnkräuter* jedoch zeigt am Blattstiel zwei seitlich verlaufende Spaltöffnungszeilen, die in den meisten Fällen, wenn nämlich die Spaltöffnungen verhältnissmässig dicht stehen, durch hellere Färbung, wegen des grösseren Luftgehaltes, sich deutlich dem blossen Auge markiren.

Aeusserst spärlich sind die Spaltöffnungen an den bezeichneten Stellen bei *Adiantum (cuneatum* Langsd. et Fisch). Hier findet sich auf jeder Seite nur eine einzige Reihe derselben, die durch das Längenwachsthum des Blattstieles obendrein oft um mehrere Millimeter auseinander gerückt werden. Ebenso verhält sich *Pteris (cretica* L). Auch diese Pflanze besitzt an den angegebenen Stellen nur sehr wenige Spaltöffnungen, die später weit auseinander rücken. — Bei *Cystopteris (fragilis* Bernh.), wo sonst ebenfalls nur eine einzige Reihe von Spaltöffnungen auf jeder Seite vorkommt, fanden sich zuweilen zwei unmittelbar neben einander. Hier beträgt die gegenseitige Entfernung schliesslich 1 bis 2 Centimeter, so dass die Spaltöffnungen dann leicht zu übersehen sind.

Bei *Alsophila (australis* Br.) sind die Spaltöffnungen zu vielen in lange, schmale Gruppen angeordnet, die auf jeder Seite eine unterbrochene Zeile darstellen. Die Unterbrechungen sind meist länger als die Gruppen selbst. — *Dicksonia (antarctica* Labill.) unterscheidet sich von *Alsophila* durch weit kürzere Unterbrechungen der Spaltöffnungsreihen.

1) Die Herren Dr. A. Nagel und Cand. phil. O. Reinhardt haben an den Blattstielen von *Scolopendrium* ebenfalls vergeblich nach Spaltöffnungen gesucht. Herr Dr. Nagel hat mit demselben Erfolg *Onclea* und *Lomaria* untersucht. Jedoch sind sie trotzdem vielleicht nur übersehen; ebenso bei *Gleichenia*. Wenn Spaltöffnungen vorkommen, so sind sie gewiss äusserst spärlich vertheilt, und dann haben sie höchst wahrscheinlich die weiterhin beschriebene zweizeilige Anordnung.

Bei gewissen Farnkräutern, z. B. bei einem als *Cibotium princeps* im hiesigen Königlichen botanischen Garten bezeichneten Farn, sind die Spaltöffnungsgruppen in den Zeilen nicht nur dicht über einander, sondern auch neben einander geordnet.

In den allermeisten Fällen befinden sich die bald zahlreichen, bald schwächer vertretenen Spaltöffnungen auf einer continuirlichen Leiste an jeder Seite des Blattstiels. Sie sind gewöhnlich wie auch in den vorhergenannten Fällen der Oberseite des Stieles genähert, zuweilen so stark, dass die Leisten an der Grenze der oberen und der seitlichen Flächen des Stieles liegen. — Diese Anordnung fand sich bei *Aneimia* (*Phyllitidis* Sw.), *Asplenium* (*bulbiferum* Forst.), *Cyathea* (*insignis* Eat.), *Davallia* (*dissecta* J. Sm., *majuscula* Lowe, *strigosa* Sw.), *Gymnogramme sulphurea* Desv.), *Lygodium* (*japonicum*), *Nephrodium* (*macrophyllum* Baker, *molle* Baker), *Nephrolepis* (*exaltata* Schott.), *Onoclea* (*sensibilis* L.), *Pellaea* (*cordata* J. Sm.), *Polypodium* (*subauriculatum* Blume, *vulgare* L.), *Pteris* (*aquilina* L., *arguta* Aiton) und noch vielen anderen. —

Diese Beispiele werden genügen, um zu zeigen, dass im Wesentlichen zwei Arten der Anordnung der Spaltöffnungen am Blattstiel der *Filicineen* anzutreffen sind; nämlich einerseits am ganzen Stielumfang und andererseits in zwei an den beiden seitlichen Flächen des Stieles verlaufenden Zeilen. —

Wenn wir uns nach einer Erklärung dieser Erscheinung umsehen, so drängt sich eine bestimmte Ansicht auf, sobald wir die Anordnungsverhältnisse der mechanischen Elemente, des Stereoms, auf ihre Zweckmässigkeit prüfen und mit der Anordnung der Spaltöffnungen vergleichen.

Ueberall da, wo, abgesehen von den zuweilen vorhandenen Localbelegen der Bündel, ein specifisch mechanisches Gewebe entwickelt wird, ist dasselbe peripherisch angeordnet, und zwar befindet sich dasselbe entweder unmittelbar unter der Epidermis (z. B. *Adiantum*, *Aneimia*, *Cyathea*, *Cystopteris*, *Davallia*, *Dicksonia*, *Gleichenia*, *Gymnogramme*, *Lomaria*, *Hymenophyllum* (*demissum* Sw.), *Lygodium*, *Nephrodium*, *Nephrolepis*, *Onoclea*, *Pellaea*, *Polypodium*, *Pteris*, *Trichomanes* (*radicans* Sw.) etc., oder man beobachtet eine bei den verschiedenen Arten abweichend dicke Lage von einfachem oder zuweilen etwas collenchymatischem Assimilationsparenchym zwischen der Epidermis und dem Stereom (z. B. *Alsophila*, *Asplenium*, (*bulbiferum* Forst.), die untersuchten *Marattiaceen*, *Marsilia* (*quadrifolia* L., *Drummondii* A. Br.), *Todea* (hier geht später dieses Parenchym ebenfalls in Stereom über) etc. Immer jedoch, wo das Stereom subepidermal angeordnet ist, und die Blattrichtung entschieden von der Verticalen abweicht (wir werden später sehen, warum letzteres mit zu berücksichtigen ist), finden sich die Spaltöffnungen in zwei seitlichen Zeilen, während dort, wo

sich zwischen Epidermis und Stereom Assimilationsparenchym vorfindet, die Spaltöffnungen gewöhnlich am ganzen Stielumfang vertheilt sind. Der Stereom-Cylinder ist unterhalb der Zeilen, wenn die Spaltöffnungen in denselben dicht stehen, bis in das höchste Alter des betreffenden Farnkrautes hinein überall insofern unterbrochen, als hier das Stereom immer grössere Intercellularräume behält und dünnwandiger bleibt; während bei den Pflanzen, wo nur wenige Spaltöffnungen vorhanden sind, auch nur unter den einzelnen Stomata der Stereomcylinder ein lockeres Gefüge zeigt. Die Unterbrechung des subepidermalen Stereomcylinders ist also nur abhängig von dem Vorhandensein von Spaltöffnungen. Dass nun aber wo die Unterbrechungen vorhanden sind, diese immer an ganz bestimmten Stellen gefunden werden, oder, wie man auch sagen kann, dass in diesen Fällen immer die Spaltöffnungen an denselben Stellen auftreten, da das eine von dem anderen abhängig ist — dies hat seinen besonderen Grund, den wir im Folgenden darzulegen suchen wollen.

Bei den *Filicineen*, welche zwei Spaltöffnungsleisten besitzen, liegen sämtliche Theile der Spreite nahezu in derselben Ebene, die schief gegen den Horizont geneigt ist, und in der sich ebenfalls der Blattstiel befindet. Wirkt der Wind, so geschieht dies vorzugsweise senkrecht zur Spreite, da ihm hier die meiste Fläche geboten wird. Es hat daher der Blattstiel nicht nur das Gewicht des Blattes zu tragen, sondern er hat ausserdem äusserlich einwirkenden Kräften möglichst Widerstand zu leisten, die, wie wir sehen, vorzugsweise in der gleichen Richtung auf den Blattstiel wirken, nämlich ebenfalls senkrecht zu der erwähnten Ebene. Theile, die in dieser Weise in Anspruch genommen werden, müssen biegungsfest gebaut sein¹⁾, wenn sie widerstehen sollen, und zwar ist die zweckmässigste Construction eines wie beschrieben vorzugsweise einseitig angegriffenen Organs, bei Anwendung eines specifisch mechanischen Systemes, die Anordnung desselben in Gurtungen in den Stielen, d. h. aus genügend festem Material bestehenden Strängen, die durch Material (einer „Füllung“) von weniger Widerstandsfähigkeit mit einander verbunden sein können, und welche zur Richtung der einwirkenden Kraft gerade die Lage einnehmen müssen, wie eben die mechanischen Gewebeplatten auf der Ober- und Unterseite des Blattstiels bei der Farngruppe mit zwei Spaltöffnungszeilen. Es bleiben daher für diejenigen Organe, welche ebenfalls aussen liegen müssen, die von dem mechanischen System weniger nothwendig beanspruchten Orte der Aussenfläche übrig: nämlich die Seitenflächen, wo sich denn auch in der That die Spaltöffnungen fast immer vorfinden. Es sind also die Ober- und Unterflächen der Stiele als die zweckmässigsten Orte für

1) Schwendener „Das mechanische Princip im anatomischen Bau der Monocotylen etc.“ Leipzig 1874. 2. Capitel: Einige Sätze aus der Festigkeitslehre. Vergl. auch das über *Farnkräuter* und *Rhizocarpeen* auf p. 161—162 und 163—164 Gesagte.

die mechanischen Elemente nicht geeignet zur Aufnahme der Spaltöffnungen, die unmittelbar unter sich lockeres, mit Interstitien versehenes Gewebe erfordern. Dagegen verlangen die Seitenflächen der Stiele weniger nothwendig eine feste Construction, da senkrecht zu ihnen nicht in dem Maasse Kräfte thätig sind, wie aus den angegebenen Gründen senkrecht zur Ober- und Unterseite.

Diese Auffassung, dass die Anordnung der Spaltöffnungen bei Farnkräutern mit subepidermalem Stereom von der vortheilhaftesten Vertheilung des mechanischen Gewebes abhängig ist und nicht etwa umgekehrt, wird obendrein durch die Thatsache unterstützt, dass dort, wo ein specifisch mechanisches Gewebe überhaupt fehlt, wie bei *Botrychium* und *Ophioglossum*, oder wo sich zwischen Epidermis und Stereom Assimilationsparenchym vorfindet, wie bei den *Marattien* und *Marsilieen*, die Spaltöffnungen am ganzen Stielumfang vorkommen. Weitaus bei den meisten Arten sind nun die Blätter wie angegeben gerichtet, und daher findet sich denn auch das mechanische Gewebe in der bezeichneten Weise angeordnet. Die Gurtungen sind seitlich durch lockeres assimilirendes Stereom, oder dort wo, wie bei *Adiantum* nur spärliche Spaltöffnungen vorhanden sind, an den Stellen, wo sie auf der Zeile fehlen, durch solche Stereomzellen verbunden, aus denen die Gurtungen selbst bestehen, so dass mehr oder minder überhaupt immer die Construction nach dem Princip des hohlen Cylinders erreicht wird. Bei *Adiantum* würde man übrigens schon a priori — da mechanisches Gewebe vorhanden ist — wegen der nach allen Richtungen hin gewendeten baumkronenförmigen Blattspreitentheile und wegen des aufrechten Wuchses, die Anordnung des Stereoms in Form eines hohlen Cylinders fordern. Verhältnissmässig selten stehen wie bei dem erwähnten *Adiantum* die Blattstiele nahezu oder ganz aufrecht. Diese Beschaffenheit bedingt also eine allseitig gleichmässige Inanspruchnahme des Blattstieles und daher, wo ein mechanisches Gewebe vorkommt, die Anordnung desselben in Form eines allseitig gleichfesten Cylinders. Es darf daher, weil die Blätter nach keiner Richtung hin vorzugsweise einer Biegung ausgesetzt sind, der Cylinder auch keine schwächeren Längsstreifen haben. Hieraus ergiebt sich die gleichmässige Vertheilung der Spaltöffnungen am ganzen Stielumfang bei aufrechten Farnkräutern. Wie soeben beschrieben verhalten sich die *Osmundaceen* und *Marsiliaceen*, von denen die letzten immer, die ersteren meist mehr oder minder vertical gerichtete Blätter besitzen. In den Fällen aber, wo, wie bei der *Osmundacee Todea barbara* z. B. die Blätter dennoch fast horizontal gerichtet sind, findet sich, wenigstens in der Jugend und überhaupt längere Zeit hindurch, Assimilationsparenchym gerade wie bei den *Marattien* und *Marsilieen* zwischen Epidermis und Stereom.

Dort, wo nun die Festigkeit der Blattstiele ausreicht, ohne dass die Bildung eines specifisch mechanischen Systemes nothwendig wird,

wie dies *Botrychium* und *Ophioglossum* zeigen, liegt kein Grund vor, der die Anordnung der Spaltöffnungen in Zeilen als zweckmässiger erscheinen liesse, und sie finden sich denn auch daher, wie wir bereits sahen, am ganzen Stielumfang. —

Wie erwähnt wurde, liegen gewöhnlich die Stomatazeilen der Oberseite der Blattstiele genähert. Hierdurch erhält die untere, d. h. die Druckgurtung mehr Material als die obere, die Zuggurtung, und die Form der Druckgurtung ist aus diesem Grunde halbkreis- bis hufeisenförmig auf dem Querschnitt; während die Zuggurtung gewöhnlich mehr eine einfache Lamelle darstellt. Auch dies ist in mechanischer Hinsicht von Vortheil für die Pflanze. Es ist nämlich eine wesentliche Bedingung für die Festigkeit der Druckgurtungen, dass dieselben eine Querschnittsform besitzen, welche die Biegefestigkeit derselben erhöht, während für die Zuggurtungen einzig die Grösse des Querschnitts und nicht die Form in Betracht kommt¹⁾. Die Querschnittsform der Druckgurtung entspricht nun in der That dieser Anforderung bei allen *Filicineen* mit schief gegen den Horizont gerichteten Blättern (z. B. *Alsophila*, *Aneimia*, *Asplenium*, *Cyathea*, *Davallia*, *Dicksonia*, *Gymnogramme*, *Nephrodium*, *Nephrolepis*, *Onoclea*, *Polypodium*, *Pteris*), und überdies bestätigen die Gurtungsformen bei manchen aufrechten *Filicineen* (z. B. *Pellaea*), woselbst beide Gurtungen gleichartig, halbkreisförmig ausgebildet sind, da hier weder Zug- noch Druckgurtung unterschieden werden kann, dass der angeführte mechanische Grund für die Erklärung der Anordnung der Spaltöffnungszeilen mehr nach der Oberseite hin ausreicht. Allerdings kommt es nun vor, dass die Stomatazeilen der oberen Stielseite genähert sind, ohne dass dies für die Pflanze, soweit wir darüber urtheilen können, einen Vortheil hätte, wie z. B. bei dem windenden *Lygodium*, wo sich desshalb ebenfalls von einer Zug- und Druckgurtung nicht sprechen lässt; aber da diese Anordnung in solchen Fällen auch keinen Nachtheil hat, so kann sie getrost auf Rechnung der Verwandtschaft gesetzt werden. —

Vergleichen wir überhaupt die Vertheilung der Spaltöffnungen bei den verschiedenen systematischen Gruppen mit der gegenseitigen Verwandtschaft derselben, so ergibt sich, dass bei den untersuchten *Polydodieen*, *Cyatheen*, *Schizaeen* die Spaltöffnungen in zwei Zeilen angeordnet sind, hingegen bei den *Osmundeen*, *Marattieen*, *Ophioglosse*n, *Marsilieen* am ganzen Stielumfang. Die zuerst genannten Gruppen werden nach dem von Eichler gegebenen System²⁾ nebeneinander aufgezählt, ebenso die der zweiten Abtheilung. Es erhellt hieraus, dass die Eichler'sche Classification auch dann zutreffend ist, wenn man die Anordnungsverhältnisse der Spaltöffnungen zu Grunde legt. Aus der folgenden Zusammenstellung wird dies deutlicher.

1) Schwendener: l. c. p. 21, 22.

2) „Syllabus der Vorlesungen über specielle und medicinisch-pharmaceutische Botanik.“ Berlin, 1880, p. 17—18.

Filices.

1. Ohne Spaltöffnungen.

Hymenophylleae.

2. Mit zweizeilig angeordneten Spaltöffnungen.

Polypodieae.

Cyatheeae.

Schizaeae.

3. Spaltöffnungen am ganzen Blattstielumfang.

Osmundae.

Marattiae.

Ophioglosseae.

Rhizocarpeae.

Marsilieae.

Es übt daher unzweifelhaft ausser dem angeführten mechanischen Grunde die Verwandtschaft einen Einfluss auf die Anordnung der Spaltöffnungen aus. Niemals aber widerspricht dieselbe der dargelegten Beziehung zu dem Stereom. Die Abweichungen, die hier vorkommen bei Arten, die gleiche Richtungsverhältnisse der Blattstiele zeigen, sind immer derart, dass die eine Construction kaum weniger zweckmässig sein wird als die andere — wie denn überhaupt auch hier, wie so oft in der organischen Natur, der gleiche Zweck auf verschiedene Weise erreicht wird. — Wenn z. B. eine Art aus der Gruppe mit Spaltöffnungen am ganzen Blattstiel ein mechanisches Gewebe entwickelt, so tritt dies, weil eben die Spaltöffnungen am ganzen Stielumfang vorkommen, etwas innerhalb im Stiele auf, so dass zwischen Epidermis und Stereom Assimilationsparenchym bleibt (*Marattien*, *Marsiliaceen*), und erst später in manchen Fällen, wenn die Spreite bereits assimilirt, (*Todea*) wird auch dieses Assimilationsparenchym zum Stereom geschlagen. Tritt jedoch hin und wieder einmal bei einer oder der anderen Art aus der Gruppe mit zwei Spaltöffnungsleisten (*Asplenium bulbiferum* z. B.) zwischen der Epidermis und dem Stereom assimilirendes Parenchym auf, so verbleiben die Spaltöffnungen auf den beiden Zeilen, ohne sich am ganzen Stiel zu verbreiten. Haben schliesslich die Arten derselben Gruppe wegen der Stiel- und Spreitenrichtung einen ausgesprochen continuirlichen Cylinder von Stereom (*Adiantum*), so bleiben die Spaltöffnungen, wie bei den Verwandten, ebenfalls in den Zeilen, da hier die Anordnung ebenfalls gleichgültig wäre, und sie ausserdem so spärlich vorkommen, dass sie der Festigkeit des Cylinders keinen Abbruch thun.

Es streben also sowohl das Stereom — aus mechanischen Gründen — als auch der Assimilationsapparat — weil er des Lichtes bedarf — so weit als möglich an die äusserste Peripherie heranzukommen; für

beide Systeme ist es aus verschiedenen Gründen vortheilhaft, möglichst weit peripherisch angeordnet zu sein, und wie wir sahen gewinnt bald das eine, bald das andere System die Oberhand. Hat nun das Stereom für sich die günstigste, nämlich unmittelbar subepidermale Lage, so erreicht das Assimilationsparenchym mit seinem Spaltöffnungsapparat wenigstens in den allermeisten Fällen die aus mechanischen Gründen weniger nothwendig vom Stereom beanspruchten peripherischen Orte.

Nach dieser Ausführung könnte man erwarten, dass bei den Blattstielen der *Phanerogamen*, da dieselben sich der Horizontalen meist nähern, oder oft geradezu horizontal abstehen, ebenfalls die Spaltöffnungen in zwei seitlichen Zeilen sich vorfinden; aber wir haben Eingangs bereits gesehen, dass sie die Seiten- und Unterflächen der Blattstiele bevorzugen. Es liegt dies daran, dass auch hier, wie bei den *Marattieen*, bei welchen die phanerogamische Anordnung der Spaltöffnungen statt hat, die Hauptmasse des Stereoms sich zwar peripherisch, jedoch nicht unmittelbar subepidermal, sondern erst etwas tiefer entwickelt. Es bleibt daher zwischen Epidermis und Stereom Assimilationsparenchym.

Die tiefer liegenden das Leptom¹⁾ aussen begleitenden Stereomstränge bilden zusammengenommen wieder einen Cylinder, da diese Theile der Bündel sich fast berühren und im Kreise angeordnet sind. Subepidermal sieht man allerdings oftmals mehr oder weniger Chlorophyll führendes Collenchym, oder collenchymatisches Assimilationsparenchym. Auf alle Fälle jedoch findet sich die Hauptmasse des mechanischen Gewebes nicht unmittelbar unter der Epidermis, wodurch auch bei den *Phanerogamen* die Anordnung der Spaltöffnungen am ganzen Stielumfang verständlich wird.

Aus dem Mitgetheilten ergibt sich, dass die mechanische Inanspruchnahme den Bau der in Rede stehenden Pflanzentheile wesentlich beeinflusst, und zwar erstreckt sich dieser Einfluss nicht bloss auf das mechanische System selbst, sondern er macht sich in hervortretender Weise geltend in dem Bau des Assimilations- und Durchlüftungssystems²⁾.

1) Die Definition dieses Begriffes findet sich in Haberlandt: „Die Entwicklungsgeschichte des mechanischen Gewebesystems der Pflanzen.“ Leipzig 1879, p. 5 Leptom ist der Eiweiss leitende Theil des Bündels: Siebröhren und Cambiform.

2) Es ist mir eine angenehme Pflicht mich bei Herrn Dr. M. Westermaier bestens zu bedanken, dass er sich der Mühe unterzogen hat, vorliegende Arbeit vor dem Druck mit mir zu besprechen.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Jahrbuch des Königlichen botanischen Gartens und des botanischen Museums zu Berlin](#)

Jahr/Year: 1881

Band/Volume: [1](#)

Autor(en)/Author(s): Potonié Henry

Artikel/Article: [XII. Die Beziehung zwischen dem Spaltöffnungssystem und dem Stereom bei den Blattstielen der Filicineen. 310-317](#)