

FLORA.

69. Jahrgang.

Nº 31. Regensburg, 1. November 1886.

Inhalt. Erich Goebeler: Die Schutzvorrichtungen am Stammscheitel der Farne. (Schluss.) — Literatur. — Einläufe zur Bibliothek und zum Herbar.

Die Schutzvorrichtungen am Stammscheitel der Farne.

Von Erich Goebeler.

(Schluss.)

Cap. 3.

Physiologische Aufgaben der Trichomgebilde.

Vermöge ihrer Gestaltung, Stellung und chemischen Beschaffenheit, ihrer Ausrüstung mit seitlichen Fadenanhängen, Drüsen und scharfen Spitzen dienen die den Stammscheitel der Farne umgebenden Trichome gleichzeitig mehreren Funktionen, welche alle darauf hinauslaufen, den Stammscheitel zu schützen gegen schädliche Einflüsse der Aussenwelt. Unterstützt werden darin die Trichome durch die Form und Stellung der jungen Wedel, indem dieselben besonders durch ihren knospenförmigen Zusammenschluss die Dichtigkeit des Trichomschopfes erhöhen.

Die schädlichen Einflüsse der Aussenwelt, vor welchen die jugendlichen Gewebe des Stammscheitels zu schützen sind, können sein:

1. mechanische Verletzungen,
2. Mangel an Wasserzufuhr und übermässige Erhöhung der Transpiration,
3. übermässige Temperaturschwankungen.

§. 1. Mechanischer Schutz.

Mechanischen Schutzes bedarf der Stammscheitel sowohl gegen Hindernisse, welche sein Wachstum beeinträchtigen könnten, als auch gegen die Angriffe tierischer Feinde.

Erstere Gefährdung droht besonders den unter- oder oberirdisch kriechenden Stämmen. Dieselben haben den mechanischen Widerstand zu überwinden, welchen entgegenstehende Erdpartikel etc. dem Wachstum bereiten. Dementsprechend ist der Stamm meist dick und gedrungen und die Scheitelzelle unter dem Trichomschopfe in eine trichterförmige Vertiefung des Stammendes eingesenkt. Seltener ragen einige eingerrollte Wedel über den Scheitel hinüber. (conf. pag. 17.) Beim Vorrücken auf oder unter der Erdoberfläche bahnt sich der Stamm den Weg, indem entgegenstehende Hindernisse durch den überragenden Wall des Stammgewebes oder durch die vorausdringenden Wedelanlagen zur Seite geschoben werden. Stamm und Wedel selbst werden dabei geschützt durch den allseitig umhüllenden Trichomschopf. Dieser verleiht ausserdem Schutz gegen die Angriffe von Schnecken und sonstigem Ungeziefer. Denselben wird der Weg zu dem saftigen Bildungsgewebe versperrt durch das dichte Aneinanderschliessen der Trichome, durch ihre korkartige Beschaffenheit im Alter, durch den Gehalt an Gerbstoff sowohl in den lebenden wie in den toten Zellen, gelegentlich auch an Kalkoxalat. (*Adiantum capillus Veneris*, *Struthiopteris Germanicá*). In Treibhäusern kann man leicht die Beobachtung machen, dass die Wedel der Farne oft, die Stammknospen sehr selten von Schnecken beschädigt werden. Als besondere Vorrichtungen gegen Ungeziefer sind vielleicht anzusehen die Zusitzung der Haare von *Lygodium Japonicum* und der *Marsileen* und die Bildung scharfer, nach vorn gerichteter Zacken am Rande und an der Spitze der Paleae von *Alsophila Australis* und *Cyathea Beyrichiana*.

Bei den aufrecht wachsenden Stämmen ist die mechanische Verletzung durch Ungeziefer wohl die hauptsächlich drohende, während mechanische Hindernisse das Wachstum nur selten beeinträchtigen dürften. Durch den engen Zusammenschluss der Wedel und Trichome entsteht ein undurchdringlicher Schutzapparat. Allerdings wird dabei, wie wir sehen werden, in viel höherem Grade auf andere Effekte als auf die mechanische Sicherung hingezielt.

Durch verschiedene Einrichtungen kann dem Trichomenschopfe eine grössere, mechanische Festigkeit verliehen werden. Darauf gehört die Verdickung der Zellwände und die gegenseitige Verschlingung der an den Rändern der Spreuschuppen sitzenden, mehrzelligen Fadenanhänge, welche die Schlauchdrüsen tragen (besonders bei *Acrostichum brevipes*, *Asplenium nidus*, *Platycerium alcicorne*, *Scolopendrium officinale*). Die höckerige Struktur der Zellwände an den Haaren der *Marsileen* vergrössert die Oberfläche der einzelnen Haare. Dieselben berühren einander inniger und können sich infolge der Zunahme der Reibung weniger leicht zu einander verschieben. Die Faltung der Querwände in den Haaren von *Balanitium antarcticum* und der *Marsileen* vergrössert die Festigkeit des einzelnen Haares. In allen Fällen können wohl die flächenförmigen Trichome in Bezug auf mechanische Widerstandsfähigkeit mehr in Anspruch genommen werden als die haarförmigen. Letztere sind dementsprechend überhaupt seltener.

Besondere, zum mechanischen Schutz dienende Organe erscheinen bei den *Marattiaceen* in den Stipulis. Dieselben sind ausführlich von Hofmeister und Anderen beschrieben worden. „Die in der Knospenlage nach vorn spiraling eingerollten Blätter sind von den Stipulis bis zu der Zeit, wo die Streckung des Stiels und die Entfaltung der Lamina beginnt, ganz umhüllt. Jedes, zu einem Blattstiel gehörige Stipulapaar bildet nämlich eine vordere und eine hintere Kammer, die durch eine Commissur von einander getrennt sind; in der hinteren Kammer liegt das eingerollte Blatt, dem die Stipula selbst gehört, deren beide hintere Flügel über ihm zusammengeschlagen sind; die von den vorderen Flügeln der Stipula gebildete Kammer dagegen umhüllt den Komplex aller jüngeren Blätter.“¹⁾ Die seitlichen Flügel an der Basis der Blattstiele von *Osmunda regalis* und die Blattscheiden der *Ophioglossen* bringen ebenfalls den Effekt des mechanischen Schutzes hervor.

§. 2. Schutz vor übermässiger Transpiration. Beförderung der Wasserzufuhr.

In weit höherem Grade als vor mechanischen Verletzungen schützen die Trichome vor Austrocknung. Sie dienen dazu,

¹⁾ Goebel, Morphologie, 1882. p. 282.

1. die Transpiration zu vermindern.
2. Wasser aufzusaugen und entweder zu speichern oder sofort den jungen Geweben zuzuführen.

Diese Leistungen kommen zustande

1. durch die gedrängte Stellung der Trichome,
2. durch die Verkorkung und Verdickung ihrer Wände,
3. durch die Ausbildung von Drüsen, welche Schleim oder Wachs- oder Harzartige Stoffe absondern,
4. durch den Gehalt der lebenden und toten Trichomzellen an Gerbstoff.

Verkorkte Zellwände sind schwer durchdringbar für Wasser und Gase. Indem die verkorkten, abgestorbenen Trichome in vielfacher Schichtung und lückenlos den Stammscheitel und die jüngeren, lebenden Trichome überlagern, wird der Austritt von Wasserdampf aus den darunter liegenden Geweben in hohem Grade beschränkt. Zur Vervollkommenung dieses Effektes tritt oft noch eine Verdickung der Trichomwände ein, oder es erscheinen Drüsen an den Trichomen. Die von denselben abgeschiedenen, wachs- und harzhähnlichen Stoffe werden frei, indem sie sich ablösen (Wachs bei *Gymnogramme Láucheana*) oder indem die Drüsen platzen (Harz bei *Aspidium filix mas* und *A. Sieboldii*), und verstopfen die Lücken zwischen den Trichomen.

Umgekehrt wird durch die Trichome das Wasser sowohl in flüssigem, als in gasförmigem Zustande aufgesogen, festgehalten und bei Bedarf den jugendlichen Geweben dargeboten. Tau und Regenwasser rinnen von den in der Regel rosettenförmig ausgebreiteten Wedeln auf die Stammknospe herab. Es dringt zwischen die Trichome ein und bleibt hier zum Teil in den engen Zwischenräumen kapillar haften. Anderenteils sickert es an den Trichomen herab, bis es die lebenden, dünnwandigen Zellen im unteren Teile derselben oder den Staminkörper selbst erreicht. Hier wird es aufgesogen. In zahlreichen Fällen ist, wie wir gesehen haben, durch die Breite der Insertion und durch die konkave Krümmung der Spreuschuppen nach der Scheitelzelle hin eine kleine Einsenkung gebildet, in welcher der herabgeronnene Wassertropfen bis zur Resorption festhängen bleibt. Auf diese Verschiedenheit der Funktion der toten und lebenden Trichomteile deutet die an frischen Präparaten sehr oft zu machende Beobachtung, dass zwischen den lebenden Teilen der Trichome Luft adhäriert, infolge ihrer Resorptionsfähigkeit für Wasser, dagegen nicht

zwischen den abgestorbenen Teilen. Da Verdickungen der Zellwände erst kurz vor dem Absterben eintreten, so ist bei mangelnder Wasserzufuhr und bei Abnahme des Turgors ein Zusammensinken der lebenden Trichomteile ermöglicht, wodurch wiederum der Zusammenschluss der Trichome vermehrt, mithin die Transpiration herabgesetzt wird.

Aber die Transpiration wird nur selten kontinuierlich herabgesetzt, dadurch, dass die abgestorbenen Trichome über den jüngeren stets einen geschlossenen Schopf bilden. Vielmehr wird bei den Lebensbedingungen der Farne dieses Schutzmittel häufig entbehrlich, sogar nachteilig und fällt dann fort. So ist bei vielen kriechenden Formen (z. B. *Davallia Canariensis*, *Polypodium aureum*, *vulgare*) im Frühjahr das Wachstum des Stammes so intensiv, dass die Stamm spitze den Schopf der älteren Trichome durchbricht, bekleidet mit einem frei hervorragenden, neuen, buschigen Schopf jüngerer, lebender Trichome. Ebenso sind bei den meisten, sowohl aufrechten als kriechenden Farnen die im Frühjahr sich schnell erhebenden, jungen Wedel dicht mit lebenden Trichomen bedeckt. Ein Experiment zeigte, in welcher Weise ein derartiges Trichomkleid funktioniert. Zwei Stammenden von *Polypodium aureum* wurden dicht mit Lack überzogen, mit Ausnahme des endständigen Schopfes. Nachdem der Lack getrocknet, wurden von dem einen Exemplare die Spreuschuppen behutsam entfernt, dann wurden beide neben einer Schale voll konzentrierter Schwefelsäure unter einer Glaskugel dem Vertrocknen ausgesetzt. *Polypodium aureum* ist besonders zu diesem Versuche geeignet, weil seine Spreuschuppen auf dünnen Stielen sitzen, also bei dem Abkratzen derselben nur ganz minimale Wundflächen entstehen. Tägliche Wägungen zeigten das Verhältnis der Gewichtsabnahme infolge von Wasserverlust. a ist das Gewicht des unversehrten Stammendes in Gramm, b das Gewicht des von den Spreuschuppen entblößten Stammendes.

		a	Differenz	b	Differenz
22	Januar	2,89	0,66	2,23	0,35
25		2,23	0,17	2,88	0,14
26		2,06	0,13	2,74	0,14
27		1,93	0,09	2,60	0,12
28		1,84	0,08	2,48	0,12
29		1,76	0,05	2,36	0,10
30		1,71	0,05	2,26	0,08
31		1,66	0,04	2,18	0,08
1	Februar	1,62	0,04	2,10	0,08
2		1,58	0,04	8,02	0,07
3		1,54	0,04	1,95	0,07
4		1,50	0,03	1,88	0,07
5		1,47	0,03	1,81	0,06
6		1,44	0,03	1,74	0,05
7		1,41	0,03	1,68	0,05
8		1,39	0,02	1,63	0,05
9		1,37	0,02	1,58	0,05
10		1,35	0,02	1,53	0,05
11		1,33	0,02	1,48	0,05
12		1,31	0,02	1,43	0,05

Obgleich die verschiedene Grösse der transpirierenden Stammoberfläche nicht berücksichtigt werden konnte, so geht doch aus der Tabelle hervor, dass im allgemeinen die Transpiration durch eine Bedeckung mit lebenden Trichomen wesentlich erhöht, nach dem Absterben derselben wesentlich vermindert wird.

Im flüssigen und gasförmigen Zustande wird Wasser aufgenommen von den an den Trichomen sitzenden Schlauchdrüsen. Der Inhalt derselben erwies sich bei *Osmunda regalis*, nachdem durch Behandlung mit absolutem Alkohol der Wassergehalt entzogen war, als hygroskopisch. Der im Alkohol zusammengeschrumpfte, eine konzentrische Schichtung zeigende Schleim quoll in feuchter Luft allmählich wieder zu einer strukturlosen Masse auf. In Wasser sind die Schlauchdrüsen direkt quellbar. Sie saugen also das ihnen gebotene Wasser auf, und vermindern dadurch einerseits die Transpiration der jungen Gewebe, andererseits teilen sie denselben bei Bedürfnis durch die Epidermis und durch die lebenden Trichomzellen

das Wasser mit. Mit dem Absterben der ableitenden Trichomzellen und mit der Verdickung der Epidermis hört die Möglichkeit dieser Funktion auf. Häufig aber wird schon vor diesem Zeitpunkt in einem gewissen Entwicklungsstadium der Schlauchdrüsen die Imbibitionsfähigkeit des Schleimes für Wasser so gross, dass die Membran zersprengt wird und der Schleim austritt. Er ergiesst sich zwischen die Trichome und über den Stammscheitel und bildet um denselben eine wasseraufsaugende Hülle.

Auch der Gerbstoffgehalt sowohl in den lebenden, als in den toten Trichomzellen scheint der Wasserspeicherung zu dienen. Die von Westermeier und Volkens acceptierte Hypothese Warmings, dass der Gerbstoff „infolge der Hygro-skopicität der Säuren ein Schutzmittel gegen Austrocknung sei und für die Wiederherstellung verloren gegangenen Turgors eine bedeutsame Rolle spiele“ scheint hier eine neue Bestätigung zu finden. Auch den abgestorbenen Trichomen ist stets ein gewisser Grad von Feuchtigkeit eigen, auch wenn sie nicht mit Schleimorganen versehen sind; nur in sehr trockner Luft vertrocknen sie gänzlich. Die Aufgabe, Fäulnis zu verhindern, fällt dagegen dem Gerbstoffe wohl kaum zu; denn sehr oft haben sich Pilzhypfen und Algenfäden zwischen den Trichomen angesiedelt.

Der Inhalt der Schlauchdrüsen dient, wie es scheint, neben der Wasseraufnahme noch einer anderen Funktion. Ein sogleich zu erwähnender Versuch zeigt die geringe Permeabilität des aus den Schlauchdrüsen ausgetretenen Schleimes. Bei *Aspidium filix mas* ergiesst sich derselbe über die Scheitelzelle und über die jüngsten Blattanlagen, trocknet allmählich ein, erleidet dabei eine chemische Umwandlung und bildet über den Teilungsmeristemen regelmässig eine solide Kappe. Diese Bildung ist schon von Hofmeister beschrieben, abgebildet und erklärt worden. Die oberen, gebräunten Schichten der Kappe verhalten sich gegen konzentrierte Schwefelsäure und Jod, gegen erstere allein und gegen Kali passiv, ebenso, wie kutikularisierte und verkorkte Membranen. Die unteren Schichten dagegen quollen noch in Kali und Schwefelsäure, sind daher durch die oberen vor dem gänzlichen Vertrocknen und „Verkorken“ bewahrt worden. Die Kappe schützt daher den Stammscheitel sowohl vor Transpirationsverlusten als vor übermässiger Feuchtigkeit.

Letztere Funktion fällt wohl auch dem Inhalte der Rosenkranzhaare von *Osmunda regalis* zu. Die flügelartigen Verbreiterungen der Blattstiele der *Osmunda* umhüllen einander schalenförmig. Die eingerollten jungen Wedel greifen hakenförmig gebogen über einander hinweg. Ihre eingerollten Enden werden von einem dichten Filz langer, fadenförmiger, lebender Haare umhüllt, welche keinen Schleim enthalten und das Wasser nur kapillar festhalten und aufsaugen. Dagegen auf dem Rücken und Bauch der Wedel und auf den Flügeln der Blattstiele, also überall, wo die Ränder eines Wedels und seiner Blattstielflügel sich auf die jüngeren Knospenteile auflegen, stehen dicht gedrängt und verflochten die hygrokopischen Rosenkranzhaare. Ihre oberen, schleimhaltigen Zellen platzen beim Zutritt von Wasser und der ergossene Schleim verschliesst dem Wasser alle Zugänge zu den tieferen Teilen der Knospe. Ein Versuch erwies dies. Ein Stamm von *Osmunda* wurde entblösst von allen nicht mehr fest anliegenden Wedeln und dann in Wasser gelegt. Nach achtundvierzig Stunden war das Wasser unter enormer Schleimbildung erst bis unter das fünfte Blatt von aussen durchgedrungen; die darunter befindlichen, jüngeren Blattanlagen mit ihrem Haarsfilz waren trocken geblieben. Umgekehrt speichert der ausgetretene Schleim das aufgesaugte Wasser für den Bedarf der Pflanze eine Zeit lang auf und die Rosenkranzhaare regenerieren sich inzwischen wieder. Es scheinen also die Schleimorgane bisweilen als Regulatoren des Wasserzutrittes zu wirken.

In dem Grade, in welchem die Trichome den Stammscheitel vor übermässiger Transpiration schützen, ist oft eine Anpassung bemerkbar an die Erfordernisse des Klimas und Standortes, und eine Uebereinstimmung mit denjenigen Anpassungen, welche man bisher in der Ausbildung anderer Schutzmittel gegen Wasserverlust bei den verschiedenen Farnen beobachtet hat.

Zunächst ist die schon beschriebene, differente Ausbildung eines aus lebenden Trichomen bestehenden Schopfes im Frühjahr eine derartige Anpassung. Die einzelnen Stadien des oben dargestellten Versuches werden von der Natur in den verschiedenen Jahreszeiten wiederholt. Im Frühjahr ist bei der Fülle der gebotenen Feuchtigkeit die Gefahr des Vertrocknens kaum vorhanden und der Haarschopf darf dem Bedürfnis des gesteigerten Saftverkehres angepasst werden: er transpiriert. Dagegen beim Eintritt der trocknen Jahreszeit sterben die inzwischen gealterten,

äusseren Schuppen ganz oder im oberen Teile ab und bilden den gewöhnlichen, schützenden Mantel.

Wichtiger ist die specielle Anpassung an trockne Perioden. Farne, welche einen kontinuierlich feuchten Standort lieben, bedürfen einer solchen Anpassung nicht, z. B. *Hymenophyllum tunbridgense*, *H. peltatum* und *Adiantum capillus Veneris*. Diese wachsen an absolut feuchten Stellen.¹⁾ Sie tragen dementsprechend nur einen schwachen Trichomschopf ohne Schleimorgane. Bei *Hymenophyllum tunbridgense* und *peltatum* besteht derselbe aus langen, im Alter schwach gebräunten Haaren, bei *Adiantum capillus Veneris* aus langgestreckten Schuppen mit minimaler Wandverdickung. An weniger feuchten, gelegentlich trocknen Standorten finden sich *Aspidium aculeatum*, *A. flix mas*, *Struthiopteris Germanica*, *Cyrtomium falcatum* und *Aspidium Sieboldi*. Die ersten drei bewohnen die schattigen Wälder Mitteleuropas, *Aspidium Sieboldi* gedeiht auf Japan, wo im Sommer feuchte Monsune, im Winter trockene Landwinde wehen²⁾, *Cyrtomium falcatum*³⁾ ebendort, ferner in Natal und British Caffraria, wo im Sommer die vorherrschenden Südostpassate an den Gebirgen beträchtliche Regenmengen niederschlagen.⁴⁾ An allen diesen Standorten ist, ausser bei den ersten drei, die trocknere Jahreszeit durch niedrigere Temperaturen ausgezeichnet; nirgends fehlen in dieser Zeit die Niederschläge ganz. Dementsprechend sind bei den genannten Arten die Spreuschuppen zahlreich und dicht entwickelt, aber dünnwandig oder nur schwach verdickt. Wasserspeichernde Schlauchdrüsen fehlen ganz (*Aspidium aculeatum*) oder sitzen nur an der Spitze der Spreuschuppen (*Aspidium flix mas*, *Struthiopteris Germanica*) oder sind an der Spitze und am Rande derselben nur mässig entwickelt. (*Cyrtomium falcatum*, *Aspidium Sieboldi*).

Die Anpassung an längere, periodische Trockenheit ist in doppelter Weise ausgeprägt: entweder durch enorme Ausbildung des Trichomschopfes, dessen einzelne Glieder dünnwandig sein können, oder durch starke Wandverdickung in den Trichomen. Für den ersten Fall bilden Beispiele die aufrechten *Alsophila Australis*, *Balantium antarcticum*, *Cyathea Beyrichiana*,

¹⁾ Lürssen l. c. p. 35, p. 83. — Hooker. Species filicum II. p. 36.

²⁾ Wagner. Geographie. I, p. 513.

³⁾ Hooker. Filices exoticae.

⁴⁾ Wagner. l. c. I. p. 368.

Blechnum Brasiliense und *B. Patersoni*, ferner die kriechenden *Polypodium aureum*, *P. vulgare*, *Notochlaena Marantae*, *Marsilia Drummondii*, *hirsuta*, *macra* und *salvatrix*. *Alsophila* und *Balantium* haben als „Charakterpflanzen¹⁾“ der australischen Baumfarnwälder mehrmonatliche Dürre zu ertragen; auch wo sie an den Küsten erscheinen, fehlt ihnen die gleichmässige Verteilung der Wasserzufuhr, weil grosse Unbeständigkeit der Witterung der allgemeine Charakter des australischen Küstenklimas ist.²⁾ Dasselbe gilt von *Blechnum Patersoni*, einem Bewohner von Süd-Australien und Victoria.³⁾ *Cyathea Beyrichiana* und *Blechnum Brasiliense* wachsen an der Ostküste Süd-Amerikas innerhalb der Wendekreise⁴⁾, wo die Regenzeiten dem Stande der Sonne folgen.⁵⁾ Die Baumfarne sind ausserdem der vollen Bestrahlung durch die tropische Sonne ausgesetzt, weil sie, das Laubdach des Waldes bildend, frei in die Lüfte ragen. — *Polypodium vulgare* wächst bei uns auf Wurzeln, Felsen und Mauern⁶⁾ *Polypodium aureum* ist ein Epiphyt in den Wäldern Jamaikas⁷⁾, und alle Epiphyten sind wohl zeitweise der Dürre ausgesetzt. *Notochlaena Marantae* findet sich im Süden unseres heimischen Florengebietes an heissen, dürren Abhängen und Felsen⁸⁾. Die *Marsilien* sind Anwohner der periodisch trocknen, australischen Creeks und Sümpfe. Bei fast allen aufgeführten Species sind die Trichome dünnwandig, ein Mangel, welcher ersetzt wird, indem sie in enormer Anzahl alle jugendlichen Organe buschig umhüllen; nur bei *Balantium* erscheinen Haare mit verdickten Wänden. Bei *Alsophila* sind Stammscheitel und Wedelanlagen von dickwandigen Spreuschuppen bedeckt; darüber liegt ein oberflächliches Kleid grösserer, dünnwandiger Schuppen, welche bezüglich des Schutzes vor Transpiration weniger in Anspruch genommen werden. Hygroskopische Schlauchdrüsen fehlen der *Cyathea Beyrichiana*, den *Marsileen* und *Notochlaena Marantae* gänzlich. Schwach ausgebildet sind sie bei *Polypodium aureum* und *vulgare* an Spitze und Rand der Paleae. Grosse Schlauchdrüsen, aber

¹⁾ Just. Botanischer Jahresbericht 1876. p. 346.

²⁾ Wagner. I. c. I. p. 183.

³⁾ Hooker, Filices exoticae.

⁴⁾ Hooker. Species filicum I. p. 21.

⁵⁾ Wagner. I. c. I. 276.

⁶⁾ Lürssen. I. c. p. 53.

⁷⁾ Griesebach. Die Vegetation der Erde. II. 345.

⁸⁾ Lürssen. I. c. p. 67.

nur an der Spitze der Trichome, erscheinen bei *Alsophila Australis*, *Blechnum Patersoni*, *B. Brasiliense* und *Balanantium antarcticum*.

Durch Wandverdickungen der Trichome, bei geringerer Grösse und Anzahl derselben sind einer trocknen Periode angepasst: z. B. unsere einheimischen *Asplenien*, ferner *Asplenium nidus*, *Scolopendrium officinale*, *Ceterach officinarum*, *Polypodium musaeifolium*, *Polypodium pustulatum*, *Pellaea falcata*, *Elaphoglossum Guatemalense*. Unsere einheimischen *Asplenien* und *Ceterach off.* lieben trockne, sonnige Standorte an Mauern, und Felsen¹⁾, *Scolopendrium off.* wächst in Felsspalten und steinigen Wäldern²⁾, *Epiphyten* sind *Polypodium musaeifolium* auf Java³⁾, *Asplenium nidus* im indischen Monsungebiet⁴⁾, *Polypodium pustulatum* in den Wäldern des tropischen Australiens⁵⁾. Ebendorf lebt *Pellaea falcata*⁶⁾. Allen diesen ist gemeinsam eine Verdickung der Spreuschuppen, und zwar vorwiegend eine Verdickung der Radialwände durch ein medianes Band. Bei mehreren *Asplenien* verläuft außerdem in der Mitte ein längsgerichteter undurchsichtiger Scheinnerv, welcher bei *Asplenium trichomanes* mehrschichtig und durch Verdickung der gesamten radialen Wände entstanden ist. Den Bau der Scheinnerven bei anderen *Asplenien* zu untersuchen, war an dem vorliegenden Herbarmaterial nicht möglich. Die Art der Wandverdickung bei *Pellaea falcata* ist oben dargestellt. Allgemein sitzen an der Spitze und an den Seiten der Spreuschuppen mehrere bis zahlreiche, mehr oder weniger grosse Schlauchdrüsen.

Im höchsten Grade wird dem Bedürfnisse des Schutzes gegen Wasserverlust genügt bei *Platycerium alcicorne*, welches auf Java, in Neu-Süd-Wales und Ost-Peru epiphytisch lebt⁷⁾. Die jungen Blattanlagen stehen stark seitlich vom Stammscheitel und gewähren demselben keinen Schutz. Dagegen die Spreuschuppen, welche Stammscheitel und Blattanlagen in zahlreichen Schichten überlagern, bedecken einander dachziegelförmig, schliessen fest aneinander und tragen zahlreiche Schlauchdrüsen auf mehrzelligen Stielen. Durch gegenseitige Verschlingung

¹⁾ Lürssen. l. c. p. 282 ff.

²⁾ ibid. p. 119.

³⁾ Blume. Flora Javae, Filices, p. 171.

⁴⁾ Griesebach. l. c. I. p. 34.

⁵⁾ Hooker. Species filicum V. 80.

⁶⁾ Just. Botan. Jahresber. 1876. p. 346.

⁷⁾ Hooker. Spec. fil. V. p. 283. — Blume. Flora Javae, Filices, p. 171.

dieser Stiele wird der Zusammenschluss der Paleae noch erhöht. Die Art der Wandverdickung ist oben beschrieben. Unter diesem Dache entwickelt sich in geringer Entfernung vom Scheitel des Stammes und der jungen Blattanlagen ein dichter Filz, bestehend aus den bekannten Sternhaaren, deren Zellen lebend und dünnwandig sind. Durch das Zusammenwirken von Spreuschuppen und Sternhaaren entsteht gleichzeitig ein doppelter Schutz vor Transpirationsverlusten und eine doppelte Vorrichtung, dargebotenes Wasser aufzusaugen.

Der Ausbildung des Schutzes durch die Trichome entsprechen andere, den Wasserverlust herabsetzende Anpassungsvorrichtungen. So der Grad der Verstärkung der Schutzscheiden. Von den untersuchten Formen haben eine starke Scheidenverdickung *Asplenium ruta muraria*, *Notochlaena Marantae*, *Polypodium vulgare* und *Scolopendrium officinale*, eine schwache Scheidenverdickung: *Aspidium thelypteris*, die *Marsileen*, *Osmunda regalis* und *Struthiopteris Germanica*. Die untersuchten *Marsileen* und *Balantium antarcticum* sind ausgezeichnet durch spezielle Schutzvorrichtungen für den Spaltöffnungsapparat²⁾, die *Marsileen* ferner durch eine enorme Bekleidung der Blattunterseite mit Trichomen. Ein ähnlicher, dachziegelförmig geordneter Ueberzug mit Spreuschuppen findet sich am Blattstiel, Blattspindel und auf der Unterseite der Blätter von *Notochlaena Marantae*³⁾ und *Ceterach officinarum*. Die Blattunterseite von *Platycerium alcicorne* ist mit einem Filz von Sternhaaren bedeckt. Es wäre zu ermitteln, ob diese Trichombekleidungen nur dem Schutz von Transpirationsverlusten, oder ob sie auch zeitweilig — und wann — der Vermehrung der Wasserzufuhr und der Erhöhung der Transpiration dienen.

Ein Beispiel, dass die Anpassungen an Trockenheit auch in ganz anderer Weise als durch Haarbekleidung zu stande kommen können, liefert *Pteris aquilina*, welche bei uns, in Spanien und Sicilien⁴⁾ und anderwärts auf sonnigen Abhängen und Heiderücken wächst. Der Stammscheitel ist durch kurze, schwach

¹⁾ Schwendener. Die Schutzscheiden und ihre Verstärkungen. 1882.
p. 53.

²⁾ Tschirch. Beziehungen des Baues der Assimilationsorgane zu Klima und Standort. 1881.

³⁾ Lürssen. l. c. p. 107.

⁴⁾ Griesebach. l. c. I p. 324.

verdickte, eine mässige Schlauchdrüse tragende Haare uur wenig geschützt. Zum Ersatze besitzt der Stamm eine sehr stark verdickte Epidermis, darunter eine starke Lage mechanischer Zellen¹⁾ und kriecht umso tiefer (bis 1 Fuss) unter der Erdoberfläche hin, je trockener der Standort ist.

§. 3. Schutz vor übermässigen Temperaturschwankungen.

Die Notwendigkeit des Schutzes vor plötzlichen, grossen Temperaturschwankungen tritt besonders klar hervor bei den tropischen Baumfarnen, deren Kronen das Laubdach der Wälder bilden, und bei denjenigen Formen, welche trockne, sonnige Standorte lieben. Beide haben am Tage die stärkste Insolation, in der Nacht die stärkste Wärmeausstrahlung zu ertragen. Sie sind in der That diesen Temperaturschwankungen deutlich angepasst. Durch die Erfüllung der abgestorbenen Trichomzellen mit Luft kommt der erforderliche Schutz zu stande. Indem zahlreiche Zellhaut- und Luftsichten in dem deckenden Haarschopf mit einander abwechseln, wird die Wärmeleitung ebenso beschränkt, wie in allen porösen Körpern, deren Kapillaren mit Luft erfüllt sind, z. B. Filzplatten. Dazu kommt noch das geringe Wärmeleitungsvermögen der verkorkten Zellwände der Trichome. Je regelmässiger in den Zellräumen der Trichome Luft enthalten ist, um so sicherer wird die Wärmeabgabe verhindert. Die dünnwandigen Trichome sind daher weniger als die dickwandigen geeignet, die Wirkung äusserer Temperaturschwankungen abzuschwächen; denn nach dem Absterben der Zellen falten sich im ersten Falle oft die Radialwände, und die Tangentialwände sinken soweit zusammen, dass das Zelllumen grossenteils oder gänzlich schwindet. Zum Ersatze sind bei *Cyathea Beyrichiana* und *Alsophila Australis* die dünnwandigen Schuppen ausserordentlich zahlreich und dicht gestellt. Sobald dagegen die tangentiauen Wände der Trichome durch eine allgemeine Verdickung oder durch partielle Verdickung der Radialwände am Zusammenfallen verhindert werden, ist regelmässig in den abgestorbenen Zellen Luft enthalten. Es bedarf daher, um den erstrebten Effekt zu erreichen, weder eines so stark ausgebildeten Trichomschopfes, noch eines so engen Zusammen-

¹⁾ Terletzky. Pringsheims Jahrbücher XV. p. 491, 484.

schlusses der jungen Wedel, wie im ersten Fall. Als Beispiele mögen dienen unsere einheimischen Bewohner von Felsen und Mauern, wie die *Asplenien* und *Ceterach officinarum*. *Balantium antarcticum* und *Alsophila Australis* sind doppelt bewehrt, durch eine enorme Bekleidung mit Trichomen, welche bei *Balantium* insgesamt, bei *Alsophila* in den centralen Teilen der Stammknospe im Alter dickwandig und mit Luft erfüllt sind.

Bei den Bewohnern gemässigter Klimate wird durch die Abwechslung von Luft- und Zellwandschichten in dem Trichomschopfe auch den schädlichen Wirkungen der Kälte vorgebeugt, besonders dem plötzlichen Auftauen der gefrorenen Organe, wodurch bekanntlich lebende Pflanzenteile sehr leicht getötet werden können.

Dass endlich den jugendlichen Geweben durch den engen Zusammenschluss der Trichome und jungen Wedel ein vorzülicher Schutz zu teil wird vor etwa schädlichen Lichtwirkungen, bedarf wohl keiner weiteren Erläuterung.

Erklärung der Figuren.

1. *Pteris serrulata*. Junge, noch fadenförmige Trichome, in verschiedenen Entwicklungsstadien. v. 145.
2. *Pteris aquilina*. Junge Trichome mit intercalaren Teilungen. v. 95.
3. *Osmunda regalis*. Junges, rosenkranzförmiges Trichom; bei a Anlage einer seitlichen Verzweigung. v. 52.
4. *Marsilea salvatrix*. a junges, b ausgewachsenes Trichom. v. 52.
5. *Balantium antarcticum* Querwand in einem Haare. v. 145. Die punktierte Linie deutet die mittlere Wölbung der Querwand an.
6. *Struthiopteris Germanica*. Junge Entwickelungsstadien einer Palea. v. 145.
7. *Polypodium vulgare*. Junge Palea mit intercalaren Teilungen. v. 145.
8. *Aspidium Sieboldi*. Endzellen einer Palea. v. 145.
9. *Aspidium Sieboldi*. Drüse vom Rande einer Palea. v. 145.
10. *Acrostichum brevipes*. Junge Palea. v. 52.
11. *Aspidium aculeatum*. Palea. v. 11.

12. *Cyathea Beyrichiana*. Spitze einer erwachsenen Palea. v. 38.
 13. *Adiantum Veitschii*. Randzacken einer Palea. v. 145.
 14. *Aspidium aculeatum*. Randzacken einer Palea. v. 154.
 15. *Pteris serrulata*. Erwachsene Palea. v. 145.
 16. Senkrechter Längsschnitt durch dieselbe. v. 145.
 17. *Asplenium bulbiferum*. Verdickte Zellen am Rande einer Palea. v. 230.
 18. Querschnitt durch zwei dieser Zellen. v. 230.
 19. *Aspidium thelypteris*. Radialer Längsschnitt durch den Stammscheitel.
 20. *Lygodium Japonicum*. Radialer Längsschnitt durch den Stammscheitel.
-

Literatur.

Forstliche Flora von Deutschland und Oesterreich, von Moritz Willkomm. Zweite Auflage. Leipzig 1886.

Wenn wir hiemit die Aufmerksamkeit des Lesers auf die eben in Lieferungen erscheinende zweite Auflage eines Werkes lenken, welches jedem Botaniker und strebsamen Forstmannen wohl bekannt und als zuverlässiges Hilfsmittel hochgeschätzt ist, so kann es nur unsere Aufgabe sein, auf jene Theile des Inhalts hinzuweisen, welche diese Auflage zu einer „vielfach vermehrten, verbesserten und wesentlich veränderten“ machen. Zunächst ist die Anzahl der besprochenen Holzarten eine namhaftere; es sind ausländische Arten, die sich in neuerer Zeit eines ausgedehnten Anbaues im Garten, wie auch theilweise im Walde erfreuen, nicht nur in grösserer Zahl aufgenommen, sondern auch ausführlicher geschildert; beispielsweise sei auf die in der ersten Auflage (aus naheliegenden Gründen) unerwähnte Douglastanne hingewiesen. Vielleicht hätte der Verf. an manchen Stellen z. B. bei den *Cupressineen* und *Taxodieen* in der Ausführlichkeit noch etwas weiter gehen dürfen, ohne sich dem Vorwurf des Zuviel auszusetzen; denn das Interesse gewisser forstlicher Kreise an ausländischen Holzarten ist zur

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Flora oder Allgemeine Botanische Zeitung](#)

Jahr/Year: 1886

Band/Volume: [69](#)

Autor(en)/Author(s): Goebeler Erich

Artikel/Article: [Die Schutzvorrichtungen am Stammscheitel der Farne 483-497](#)