

Den Blütenverschluss zu öffnen und regelrechte Bestäubung herbeizuführen sind nur Bienen im Stande. Indem sie mit ihrem Kopfe in die 4 mm weite Blütenöffnung eindringen und den Rüssel zum Honig vorschieben, streifen sie erst die etwas vorstehende Narbe und bedecken dann die Oberseite ihres Rüssels oder ihre Stirn mit dem Pollen erst der längeren, dann der kürzeren Staubblätter, führen also schon beim Besuche der zweiten Blüte Fremdbestäubung herbei. Bleibt Insectenbesuch aus, so erfolgt durch den in der wolligen Behaarung der Innenseite der Unterlippe haftenden Pollen spontane Selbstbestäubung.

Als Besucher und Befruchter sah ich am 8. August auf Aeckern bei Kiel mehrere Exemplare von *Apis mellifica* L. ♀ welche stetig von Blüte zu Blüte flogen und so Kreuzung herbeiführten. Der etwa 6 mm lange Rüssel der Honigbiene entspricht der Tiefe der Honigbergung in der Blüte. Am 12. August beobachtete ich auch ausserdem zwei Hummeln, *Bombus terrester* ♀ und *B. lapidarius* L. ♂, die Blüten besuchen und ebenso verfahren wie die Honigbiene; die 7—8, bzw. 8—10 mm langen Rüssel dieser Hummeln sind zur Ausbeutung des Honigs reichlich lang genug. Als sonstige Blütengäste, die aber niemals Fremdbestäubung bewirkten, bemerkte ich zahlreiche Thrips.

Kiel, den 12. August 1897.

Ueber die Parenchymscheiden in den Blättern der *Dicotylen*.

Von

Bruno Schubert

in Berlin.

Mit einer Tafel*).

(Fortsetzung.)

Ausser bei *Dianthus* werden die Scheiden bei einer Reihe von *Papilionaten* von krystallführenden Zellen unterbrochen, z. B. bei *Lathyrus*, *Trifolium*, *Caragana*; doch führen die betreffenden Zellen keine Drusen, sondern Einzelkrystalle. Die kleinern Bündel in den Blättern dieser Pflanzen sind Mestombündel; ihre Scheiden enthalten daher keine Krystalle. Bei den mittleren Bündeln tritt zu dem Mestom Bast, und dann finden sich auch Krystalle. Macht man z. B. einen Querschnitt durch einen Fibrovasalstrang von *Lathyrus tuberosus* (Fig. 13), so bemerkt man auf der Ober- und Unterseite des Bündels mehrere Reihen von Stereiden. Die Scheide, welche an den Seiten aus ziemlich weiten Zellen besteht, geht nach dem Querschnittsbilde auch um die Bastgruppen herum; die Zellen sind aber enger und enthalten ausser Chloro-

*) Die Tafel liegt einer der nächsten Nummern bei.

phyll noch Krystalle. Aus dem Flächenschnitt geht hervor, dass sie im Gegensatz zu den seitlichen Scheidenzellen nicht longitudinal gestreckt, sondern ungefähr isodiametrisch sind. Die Krystallzellen bilden hier zusammenhängende Reihen, die je nach der Dicke des Bündels und der dadurch bedingten Breite des Bastes zu wenigen oder zu mehreren neben einander liegen. Die Seiten der Bündel sind frei von ihnen; sie kommen also nur in der unmittelbaren Nachbarschaft der mechanischen Zellen vor.

Aus der Form der Krystallzellen, mögen sie nun Drusen oder Einzelkrystalle enthalten, geht hervor, dass sie zur Leitung in der Längsrichtung des Bündels nicht geeignet sind. Diese Aufgabe bleibt den normalen Scheidenzellen des Bündels. Dieselben enthalten niemals Krystalle. Man darf also annehmen, dass das Vorkommen derartiger Inhaltkörper mit der Function der Scheiden nicht vereinbar ist. Die Nervenparenchymzellen verhalten sich anders; wenn Krystalle in einem Blatte vorkommen, so finden sie sich sicher auch im Parenchym der Nerven. Erwähnt werden mag noch, dass die eventuell in Blättern vorkommenden Drusen sich manchmal an der Aussenseite der typischen Scheiden zu Drusenzellreihen ordnen, welche namentlich die grösseren Scheiden fast ohne Unterbrechung begleiten. Besonders regelmässig war dies bei *Fagopyrum* der Fall.

4.

Chlorophyllgehalt der Scheiden.

Die in den Scheiden enthaltenen Chlorophyllkörner weichen in Bezug auf Aussehen und Gestalt nicht von denen des übrigen Mesophylls ab. Sind die des letzteren stark grün wie bei den *Oleaceen* oder *Papaveraceen*, so sind es die Körner der Scheiden auch; bei den *Chenopodiaceen* sind sie wie die des Mesophylls klein und blass.

Ein Unterschied in dem Chlorophyllgehalt der Scheiden und ihrer Umgebung wird vielfach durch die Menge der Körner und deren Lagerung in den Scheidenzellen begründet.

Was den ersteren Factor anbetrifft, so kann man verschiedene Gruppen zusammenstellen; die bei diesen angeführten Familien haben nur den Werth von Beispielen.

Ein Blatt, in dem sämtliche Scheidenzellen, von denen der grössten Bündel bis zu den kleinsten, völlig frei von Chlorophyllkörnern gewesen wären, ist mir nicht entgegengetreten. Der Chlorophylllosigkeit am nächsten kamen *Seseli gummiferum* und die *Chenopodiacee Corispermum hyssopifolium*, bei denen nur die dem Blattrande am nächsten gelegenen Scheidenzellen einige Körnchen aufwiesen.

Zu einer kleineren Gruppe vereinigen sich viele *Caryophyllaceen* und krystalllose *Papilionaten*, deren Hauptbündelscheiden frei von Körnern sind, während die kleinen und Randbündelscheiden deren deutlich, wenn auch wenig, besitzen. Ihnen schliessen sich *Armeria* und *Plantago* an.

Die übrigen untersuchten Species lassen sich in zwei grössere Gruppen unterbringen. Die einen enthalten in allen Scheiden schwach, aber deutlich Chlorophyll, was meistens schon aus dem Querschnitt festzustellen ist. Hierher gehören die *Polygonaceen*, die *Chenopodiaceen* mit den ihnen in der Scheidenausbildung gleichenden Familien, die meisten *Caryophyllaceen* in verschiedenen Abstufungen, die *Cistaceen*, *Oenotheraceen*, *Gentianaceen*, viele *Umbelliferen*, die *Compositen*. Bei den zur letzten Gruppe gehörigen Species entsprechen die Scheiden im Chlorophyllgehalt der Umgebung, d. h. meistens dem Schwammparenchym. Dies ist der Fall bei den krystallführenden *Papilionaten*, den *Rosaceen*, den übrigen *Umbelliferen*, den *Borraginaceen*, *Verbenaceen*, *Violaceen*, *Asclepiadaceen* und besonders auffällig bei den *Cruciferen*, *Papaveraceen* und *Oleaceen*.

Für das Blatt besteht der Werth des Scheidenchlorophylls offenbar darin, dass es den Assimilationsprocess verstärkt. Weshalb dies in dem einen Fall mehr als in dem andern geschehen muss, ist schwer einzusehen. Man könnte an den Einfluss verschiedener Besonnung denken; aber die Gruppen vereinigen Pflanzen mit sehr ungleicher und trennen solche mit gleicher Insolation. *Genista* und *Fraxinus* sind beide starker Beleuchtung ausgesetzt; die erstere Species ist arm, die letztere reich an Chlorophyll. In manchen Fällen bildet der Chlorophyllgehalt einen Gruppen- oder Familiencharakter, so bei den *Papilionaten*, *Caryophyllaceen*, *Oleaceen* und *Cruciferen*. Man hat daher hier den Eindruck, ein von den äusseren Lebensbedingungen unabhängiges Merkmal vor sich zu haben.

Das Chlorophyll der Scheiden ist vielfach durch seine Lagerung auffallend. Die Körner sind durchweg möglichst an die äussere Tangentialwand gelagert; wo dieselbe keinen Platz mehr bietet, da werden die peripherischen Theile der Radial- und Transversalwände besetzt. Diese eigenartige Anordnung lässt sich besonders gut bei den chlorophyllarmen Scheiden beobachten. Nach dem Querschnitt würde man öfter auf Chlorophylllosigkeit schliessen, da die sich im mikroskopischen Bilde darbietende Transversalwand völlig hell ist. Erst aus dem Flächenschnitt erkennt man das Vorhandensein von Körnchen und sieht sowohl bei frischen Schnitten als auch bei plasmolysirten Zellen, dass dieselben der äussern Zellwand anliegen. Diese Beobachtung wiederholt sich bei den etwas stärker chlorophyllhaltigen Scheiden. Selbst bei denjenigen, welche der Umgebung an Chlorophyllgehalt gleichkommen, hat man manchmal sowohl auf Quer- als auch auf Flächenschnitten Gelegenheit, zu beobachten, dass an der innern Tangentialwand ein schmaler, heller Streifen vorhanden ist, der offenbar kein oder wenig Chlorophyll trägt. Die peripherisch gelegenen Theile der Zellwände sind dichter mit Körnern besetzt, als die Wände der anstossenden Mesophyllzellen. Dies ist der Grund, weshalb die Scheiden der *Oleaceen* oder *Papaveraceen* manchmal chlorophyllhaltiger zu sein scheinen, als die Zellen der Umgebung.

Der Grund für die Anordnung des Chlorophylls in den Scheiden ist offenbar das Bedürfniss der Körner nach Luft, um die für den Assimilationsprocess nöthige Kohlensäure zu bekommen. Da die meisten Scheiden dicht geschlossene Zellzüge darstellen, so ist der Luft der Zutritt zwischen die Zellen verwehrt. Die Körner können mit ihr nur an der äussern Tangentialwand in Berührung kommen; daher die Bevorzugung derselben bei der Lagerung.

Eine allgemeine Erscheinung ist das Zunehmen an Chlorophyllgehalt, je kleiner die Scheiden werden. Die Hüllen der Enden unterscheiden sich selbst bei Pflanzen, deren stärkere Scheiden sehr chlorophyllarm sind, nicht von der Umgebung und umgekehrt werden die Scheiden der grossen Bündel bei den Pflanzen, deren mittlere Scheiden gut chlorophyllhaltig sind, hell.

Menge und Lagerung der Chlorophyllkörner sind von grossem Einfluss auf die Deutlichkeit der Scheiden, namentlich im Querschnitt. Helle Scheiden heben sich sehr klar vom Mesophyll ab, grüne Scheiden sehr wenig.

5.

Die Scheiden der Gefässbündelenden.

Die Form der Scheidenenden richtet sich nach der Gestalt der Bündelendigung. Dieselbe kann von der gewöhnlichen Breite des Stranges oder verdickt sein. Im ersteren Falle ist das Ende gewöhnlich mehr oder weniger schräg abgeschnitten; dann setzt sich auf die schräge Fläche eine Zelle kappenförmig auf, an die sich die übrigen reihen (Fig. 14). Es kommt auch vor, dass das Ende von zwei Seiten abgeschrägt ist, so dass die Spitze in der Mitte des Bündels liegt; alsdann sitzen beiden abgeschrägten Endflächen kappenförmige Zellen auf. Besonders lange Endzellen fanden sich mehrfach bei *Alchemilla fissa*. Sie erstreckten sich weit in das Schwammparenchym hinein, so dass sich in einem Falle im Flächenschnittsbilde an die Zelle, abgesehen von den angrenzenden Scheidenzellen, neun Zellen der Umgebung ansetzten. In manchen Fällen kommt es vor, dass die Bündelenden keulenförmig anschwellen, so bei *Genista*, *Alsine peploides*, *Iberis sempervirens* u. s. w., dann umgibt eine Gruppe von strahlig gestellten Scheidenzellen das Ende.

Veranlasst durch Haberlandt's Bemerkung*) von einer verbindenden Scheidenzelle zwischen zwei Endigungen von *Ficus elastica* untersuchte ich mehrere durchsichtig gemachte, unversehrte Blätter auf die Verhältnisse der Scheidenenden hin.

Besonders interessant erwiesen sich die Blätter von *Genista tinctoria*. Die Bündelendigungen bestehen hier aus kurzen Tracheiden, die sich zu Anschwellungen vereinigen; meist sind sie spiral- oder ringfaserig verdickt; in manchen Fällen, namentlich am Blattrande und an der Blattspitze, zeigen einige

*) Haberlandt, Vergl. Anat. des assim. Gewebesystems. (Pringsheim's Jahrbücher. Bd. XIII. p. 139.)

Tracheiden querspaltenförmige Tüpfel. Das Anschwellen der Enden und die Engmaschigkeit des Gefässnetzes deuten an, dass das Blatt sich an eine durch Besonnung und trockenen Standort beeinflusste Transpiration hat anpassen müssen. Die Endigungen sind von deutlichen Scheidenzellen umgeben. Endigte nun ein Bündel in der Nähe eines stärkeren Stranges, so war in mehreren Fällen zu bemerken, dass an dem Bündelende zwei gestreckte Zellen, welche mit ihrem Basaltheile sich an die seitlichen Scheidenzellen anschlossen, die unmittelbare Verbindung zwischen dem Ende und der Scheide des grossen Bündels herstellten (Fig. 7). Sie schlossen interstitienlos zusammen. Gleiche Vor-kommnisse fand ich bei *Astragalus Cicer*.

Das Blatt von *Genista tinctoria* zeigte noch eine andere Eigen-thümlichkeit. An einer Stelle in der Nähe des Randes bemerkte ich zwei verdickte Enden, die einander gegenüber lagen und aus ziemlich kurzen Tracheiden bestanden (Fig. 5). Zwischen ihnen spannte sich wie eine Brücke eine verbindende Zelle aus. Auf der Randseite war sie von zwei gestreckten Zellen, den Fortsetzungen der Scheidenzellen der Enden, begleitet. Auf der Innenseite setzten sich drei Zellen an, von denen die beiden äussern gestreckt waren; die mittlere stand durch einen kurzen Arm mit einer Schwammparenchymzelle in Verbindung. Es scheint, als hätte diese eigenartige Zelle den Wasserverkehr zwischen den Endtracheiden vermittelt. Etwas Aehnliches fand sich bei einem durchsichtig gemachten Blatte von *Polygonum amphibium*. Die Endigungen gingen in diesem Falle nicht genau auf einander zu, sondern die eine Endtracheide kehrte die Längswand der schräg abgeschnittenen Endfläche der andern zu, so dass beide Wände ungefähr parallele Richtung hatten. Sie waren durch eine lang gestreckte Zelle verbunden, deren freie Seiten von längsgestreckten Zellen, den Fortsetzungen der Scheiden der Endigungen, begleitet waren.

Das Vorhandensein dieser Fälle zeigt, dass die von Haberlandt bei *Ficus elastica* nachgewiesenen Verbindungen zwischen Bündelendigungen auch bei andern Pflanzen, namentlich solchen mit vielen Anastomosen und Gefässenden, vorkommen. Eine nur aus Scheidenzellen gebildete Anastomose zwischen zwei normalen Strängen*), der demnach Hadrom und Leptom fehlen müssten, habe ich nicht bemerkt.

6.

Die Scheiden der Randbündel.

Die am Blattrande verlaufenden Bündel haben bekanntlich die mechanische Aufgabe, die Schubfestigkeit des Blattes herzustellen, d. h., es gegen scheerende und zerreissende Kräfte zu schützen.

*) Vgl. Haberlandt, Vgl. Anatomie etc.² (Pringsheim's Jahrbücher. Bd. XIII. p. 140. Tafel VII. Figur 10.)

Nach den grundlegenden Untersuchungen von Schwendener*) in dieser Richtung hat Hintz**) in seiner Abhandlung „Ueber den mechanischen Bau des Blattrandes“ zahlreiche Beispiele für die mechanische Bedeutung der Nervatur des Blattes beigebracht.

Bei vielen Blättern werden die Randbündel von mittleren Strängen gebildet, deren Scheiden nichts Besonderes aufweisen. In einigen Fällen finden sich aber Veränderungen der Scheide, so bei *Symphytum* und *Anchusa*, bei denen die Randbündel nach dem anatomischen Befunde grössere mechanische Functionen zu leisten haben müssen. Es verlaufen nämlich zwei Bündel dicht neben einander, von denen das äussere durch merkwürdig weite und kräftige Spiral- und Ringfasergefässe ausgezeichnet ist. Diese Bündel sind schon makroskopisch zu bemerken, indem sie als derber Strang auf der Unterseite hervortreten.

Die Scheiden dieser Bündel sind nun zu einer gemeinsamen Scheide verschmolzen. Jedoch bemerkt man vielfach, dass sich von der obern und untern Mitte längsgestreckte Zellen zwischen die Bündel zu drängen trachten. An einigen Stellen kommt es vor, dass sich beide Bündel etwas von einander entfernen; dann erkennt man zwischen ihnen eine oder einige gemeinsame Zellen, die sich durch die longitudinale Streckung als Scheidenzellen erweisen. Besonders breite Randbündel, die durch die Vereinigung von mehr als zwei Bündeln entstanden sind, finden sich bei *Verbena officinalis*.

An dieser Stelle mögen noch metamorphosirte Parenchymscheidenzellen erwähnt werden, die man als wasserspeichernde Elemente ansieht; es sind die von J. Vesque***) „reservoirs fasiformes“ und von Heinricher†) „Speichertracheiden“ genannten Zellen. Der erstere fand sie in den nadelförmigen Blättern von *Reaumuria*, einer *Tamariscinee* und bei *Capparis*-Arten als umgewandelte Palissaden- und Schwammparenchymzellen isolirt im Mesophyll.

Heinricher wies an der Papilionate *Astrolobium repandum* und mehreren *Centaureen*-Arten nach, dass die Speichertracheiden in vielen Fällen umgewandelte Scheidenelemente sind, welche namentlich die Randnerven und die Verzweigungen an der Blattspitze begleiten. Aus den Standortsangaben, der ausserordentlich verzweigten Nervatur, der Anhäufung der speichernden Elemente am Rande und an der Spitze des Blattes, sowie ihrer innigen Verbindung mit dem Xylem des Bündels schliesst er, dass ihre Function darin bestehe, der erhöhten Transpiration gegenüber als Wasserbehälter für das Mesophyll zu dienen. Ich fand

*) Das mechanische Princip im anatomischen Bau der *Monocotylen*. Leipzig 1874. p. 133.

**) Nova Acta Acad. C. L. C. G. Nat. Cur. Vol. LIV. 1889.

***) L'espèce végétale etc. und Essai d'une monographie anat. et descr. de la trib. des Capparées. (Annales des Sciences naturelles. Botanique. Série VI. T. XIII. 1882.)

†) Ueber einige im Laube dic. Pfl. trock. Standorts aufr. Einricht. (Bot. Centralbl. Bd. XXIII. 1885.)

Speichertracheiden in sehr reichlicher Zahl bei *Polygonum aviculare*, *Linaria minor*, *Linum usitatissimum*, in geringerer Menge bei *Medicago sativa* und *Astragalus Cicer*. Sie bieten nach der erschöpfenden Behandlung der anatomischen Verhältnisse durch Heinricher nichts Neues. Wie aus der Lagerung hervorgeht, sind die bei den genannten Species beobachteten Speicherelemente umgewandelte Scheidenzellen. Die Wände sind verholzt und mit quergestellten Poren versehen. An den Enden, welche dicht von ihnen eingehüllt werden, haben viele aufgeblasene oder birnförmige Gestalt; weiter am Bündel hinauf gleichen sie mehr den typischen Scheidenzellen; so sind sie bei *Polygonum aviculare* longitudinal gestreckt, bei *Linaria minor* mehr rundlich, wie dies bei den übrigen Scheidenzellen der Fall ist. Bei allen Species war der Gefässtheil gut entwickelt. Bei dem Hauptbündel von *Linum* war er besonders stark, so dass er das Leptom um das Vierfache an Volumen übertraf. Diese Ausbildung des Xylems beweist, eine wie starke Wasserzufuhr nöthig ist, um das Blatt in allen seinen Theilen damit zu versehen.

In den verdickten Leitbündelenden von *Genista* bemerkt man — wie schon erwähnt — ebenfalls Speichertracheiden, die aber zum Unterschied von den obigen die kugeligen Endtracheiden des Leitbündels selbst sind; bei ihnen ist eine wohl erhaltene Scheide vorhanden.

7.

Die Scheiden der starken bezw. Haupt-Bündel.

Wir haben gesehen, dass mit der Stärke der Bündel die Scheidenzellen an Volumen zunehmen und verschiedentlich sich durch Einschieben von Tangentialwänden verdoppeln. Die Erscheinungen wiesen darauf hin, dass in den Scheiden sich von der Spitze nach dem Blattgrunde ein Strom bewegte, und dass sie demnach als Anpassungsmerkmale der erhöhten Leitungsforderung aufzufassen waren. Man könnte sich nun vorstellen, jene in einzelnen Zellen auftretenden Theilungen durch tangentiale Wände setzten sich mit der zunehmenden Stärke der Scheide auf alle Zellen derselben fort, so dass schliesslich ein vollständiger, mehrschichtiger Scheidenzellkranz im Querschnitt entstände. Ein solcher kommt nirgends vor. Statt dessen weisen die starken Bündel sehr vieler Pflanzen ober- und unterhalb des Bündels ein helles Gewebe auf, für welches die Bezeichnung Nervenparenchym gebräuchlich ist. — Da dasselbe von grossem Einfluss auf den anatomischen Charakter der Scheiden ist, so möge es an einem bestimmten Beispiel, und zwar an der Hauptrippe von *Genista tinctoria* (Fig. 6), zur Darstellung gelangen.

Wir sehen, dass die Palissaden, welche bei den kleinen Bündel ober- und unterhalb der Scheiden ansetzen, verschwunden sind; sie werden durch ein helles Gewebe ersetzt. Dasselbe reicht von der obern bis zur untern Epidermis, deren Zellen, mit denen der Spreite verglichen, verändert worden sind. Die über dem Bündel liegende Epidermiszelle ist im Querschnitt tangential

verkürzt und etwas in das Blatt hineingesenkt, so dass auf der Oberseite des Blattes an dieser Stelle eine flache Längsrinne entsteht. Die seitlich von ihr liegenden Zellen sind ihr zugeneigt und berühren sie mit verbreiteter Wand. Unter der obern Epidermis liegen drei Reihen senkrechter, daher paralleler, heller Zellen, deren äussere Reihen sich an die der mittleren Epidermiszelle zugeneigten Zellen ansetzen. Nach unten schliessen sich an die äusseren Reihen die seitlichen typischen Scheidenzellen des Bündels. Dieselben begleiten auch noch den Bast, der sich in mehreren Schichten an das Leptom legt und wegen seiner Ausdehnung wohl nicht nur local-mechanischen Zwecken dient, sondern auch zur Erhöhung der Biegefestigkeit des Blattes beizutragen hat. An den Bast und die seitlichen Scheidenzellen schliessen sich Elemente von derselben Beschaffenheit wie über dem Bündel; sie sind aber nicht parallel gestellt, sondern alterniren in radialer Richtung mit einander, und die Zellenzahl der Reihen nimmt zu mit der Entfernung vom Bündel; die äussersten Zellen dieses untern Nervenparenchyms sind keine deutliche Fortsetzung der typischen seitlichen Scheidenzellen, wie nach oben hin. Dem obern und untern Nervenparenchym gemeinsam sind aber die derben Zellwände, die an den innern Ecken der Zellen meist abgerundet sind, so dass ein kreisförmiges oder ovales Lumen entsteht. Die Verstärkung der Zellwände nimmt zu mit der Entfernung vom Bündel. Die Tangentialwand zwischen der untern Epidermis und dem Nervenparenchym ist besonders stark. Diese Epidermis selbst setzt sich aus rundlichen, also auch tangential verkürzten, ziemlich weiten Zellen zusammen, deren cuticularisirte Aussenwand sehr stark ist und einen bräunlichen Schimmer im Gegensatz zu der helleren Farbe der inneren Wände hat.

Je näher man der Blattbasis kommt, desto mehr nehmen die obern und untern Partien des Nervenparenchyms zu. Aus dem radialen Flächenschnitt geht hervor, dass die eben beschriebenen Zellen in der Längsrichtung wie die Scheidenzellen gestreckt sind. Die Längswände laufen nicht so streng parallel, sondern convergiren etwas nach den Enden, und zwar um so mehr, je näher sie der Epidermis liegen, d. h. je stärker verdickt sie sind.

Die das Nervenparenchym begrenzenden Epidermiszellen sind auch in der Längsrichtung des Bündels gestreckt, während die der Spreite mehr isodiametrische Gestalt haben.

Der Unterschied von den Scheiden der kleineren Bündel besteht also darin, dass die Scheide der Hauptbündel oben und unten als besondere Zellschicht geschwunden und als solche nur noch an den Seiten des Bündels erhalten ist. Oben treten an ihre Stelle parallele, helle Zellreihen, deren äussere an die seitlichen Scheidenzellen anschliessen. Unten setzen sich an das Bündel strahlig gestellte Reihen an, die mit der Entfernung vom Bündel an Zahl zunehmen. In die Veränderung werden auch die über und unter dem Nervenparenchym liegenden Epidermiszellen hineingezogen.

Die Veränderungen, welche die Scheide der Hauptrippe von *Genista* erfährt, finden sich in ihren allgemeinen Zügen in allen Blättern, die stärkere Nerven besitzen.

Haberlandt sieht im Nervenparenchym in physiologischer Beziehung eine Verstärkung der typischen Scheiden und spricht es demnach als Leitungsgewebe für die Assimilate an. Er sagt: „Die Parenchymscheide gelit allmählich unter Verlust ihres anatomischen Charakters als Gefässbündelscheide in das sog. „Nervenparenchym“ über, aus welchem die grösseren Blattnerven oder Blattrippen der Hauptsache nach bestehen.“ „So sehen wir, dass in dem Masse, als die abzuleitenden Stoffe immer reichlicher werden, auch die Querschnittsgrössen der Leitungsbahnen continuirlich zunehmen; ein reichverzweigtes Fluss- und Stromnetz bietet mit seinen zahllosen Zuflüssen ein ganz ähnliches Bild dar.“*) Die Nothwendigkeit einer Erweiterung des ableitenden Gewebes in der Nähe der Bündel liegt auf der Hand. Diese Erwägung, unterstützt durch die Beobachtung der engen Verbindung des Nervenparenchyms mit den seitlichen Scheidenzellen, sowie durch die Thatsache seiner Längsstreckung und seiner Zunahme nach dem Blattgrunde zu sind beweiskräftige Stützen der Ansicht Haberlandt's.

Auf welche Umstände ist aber die von den typischen Scheiden abweichende, eigenartige Lagerung des Nervenparenchyms zurückzuführen? Zu diesem Zweck ist es nöthig, sich zu erinnern, welche Anforderungen an die Haupt- bzw. stärkeren Rippen in mechanischer Beziehung gestellt werden. Aus den Untersuchungen von Schwendener wissen wir, dass die kleinen, netzartig anastomosirenden Nerven des Blattes die Festigkeit gegen Abscheeren und Zerreißen bedingen, dass dagegen die Hauptnerven auf Zug und Druck in Anspruch genommen werden, also biegungsfest gebaut sein müssen. Um dem zu genügen, müssen die Trägerebenen senkrecht zur Oberfläche des Blattes stehen. Dies aber ist bei den typischen Scheidenelementen nicht der Fall; sie orientiren vielmehr ihre Elemente ohne Rücksicht auf die Organoberfläche nur nach dem Bündel, indem sie ihre Wände senkrecht zu demselben stellen. So entsteht ein Conflict zwischen den Anforderungen, welche die Biegungsfestigkeit an den Hauptnerven und seine Umgebung stellt, und der Lagerung der obern und untern Scheidenelemente. Die letzteren sind da, wo Nervenparenchym vorkommt, offenbar unterlegen. Die über dem Bündel liegenden Zellen ordnen sich aus mechanischen Gründen senkrecht zur obern Epidermis in parallelen Reihen. Dieselbe Richtung nimmt das untere Nervenparenchym zur Epidermis; da aber der Nerv als Rundung mehr oder weniger nach unten vorspringt, so sind die Reihen nicht parallel, sondern laufen fächerförmig nach dem Bündel hin zusammen. Man könnte erwarten, dass in diesem Falle die dem Bündel anliegende Zellschicht eine Fortsetzung der seitlichen typischen Scheidenzellen wäre. Das ist indessen nicht der Fall; einmal sind die Radialwände trotz der fächerförmigen

*) Haberlandt, Physiologische Pflanzenanatomie. 1896. p. 248.

Anordnung doch nicht gleichmässig senkrecht zum Bündel gestellt, wie bei jenen, und dann setzen die Zellen in einer unregelmässig verlaufenden Zellreihe an das Bündel an, indem vielleicht aus Gründen der mechanischen Festigung bald die eine, bald die andere mehr in's Bündel einspringt.

Die charakteristische Veränderung der Ober- und Unterseite der Scheiden bei den starken Bündeln ist also auf den Einfluss der mechanischen Anforderungen an das Blatt zurückzuführen.

Dies kommt auch zum Ausdruck in der Beschaffenheit der Elemente des Nervenparenchyms. Da die peripherischen Theile mehr in Anspruch genommen werden, als die inneren, so nehmen die Zellwände, besonders die tangentialen, an Dicke nach der Epidermis hin zu. Aber nicht blos die Elemente des typischen Nervenparenchyms haben sich den mechanischen Anforderungen angepasst, sondern auch die Zellen der zugehörigen Epidermen; sie werden ebenfalls zu mechanischen Leistungen herangezogen. Die dadurch bedingten Veränderungen gleichen durchaus den Verhältnissen, wie sie Hintz*) für die Epidermis des Blattrandes in ausführlicher Weise dargestellt hat. In beiden Fällen wird die Epidermis auf longitudinalen Zug in Anspruch genommen. Da es hierbei auf die Querschnittsgrösse der widerstandsfähigen Bestandtheile ankommt, so sehen wir, dass die Blattrand-, als auch die Nervenepidermis dieselbe zu vermehren trachten. Dies wird einmal erreicht durch Ein- und Auflagern von Cellulosemengen auf die vorhandenen Zellwände. Die Aussenwände nehmen gegenüber denen der Spreite bedeutend an Dicke zu, und auch die übrigen Wände erfahren Wandverstärkungen. Bei den Radialwänden nehmen dieselben nach der Mitte zu ab; dies steht in Zusammenhang mit der Function der Epidermis als „Wassergewebemantel“*). Ferner wird die Querschnittsgrösse der Wände in der Nervenepidermis vermehrt durch Einschalten von Radialwänden; die Zellen verkürzen sich im Querschnitt oft um das zwei- bis dreifache; dazu kommt, dass die eingeschobenen Wände ebenfalls verstärkt werden. Eine andere Einrichtung der Nervenepidermis zur Erhöhung der Festigkeit gegen longitudinalen Zug ist aus den Flächenansichten zu erkennen; die Zellen haben eine bedeutende Längsstreckung erfahren, und die Radialwände verlaufen mehr oder weniger parallel; sie sind dadurch — namentlich im Hinblick auf die erwähnte Wandvermehrung — gegen Zug und Druck bedeutend widerstandsfähiger als die mehr isodiametrischen Zellen der Spreitenepidermis.

Dazu kommt, dass zwischen den Nervenepidermiszellen sich keine Spaltöffnungen befinden; die durch dieselben bedingte Unterbrechung im Zusammenhang der Zellen könnte bei der mechanischen Inanspruchnahme nur ungünstig wirken.

*) Hintz, Ueber den mechanischen Bau des Blattrandes etc. (Nova Acta der Kaiserl. Leop.-Carol. Deutschen Academie der Naturwissenschaften. Bd. LIV. No. 2. 1889. p. 139 etc.)

**) Vergl. Westermaier, Bau und Function des pflanzlichen Hautgewebes. (Pringsheim's Jahrbücher. Bd. XIV. 1884.)

So sehen wir, dass nicht bloß die Anordnung des Nervenparenchyms, sondern auch die Ausbildung seiner Elemente — im weiteren Sinne — nach den mechanischen Forderungen geschehen ist.

(Fortsetzung folgt.)

Berichtigung und Ergänzung zu meinen Bemerkungen zu Levier's Artikel.

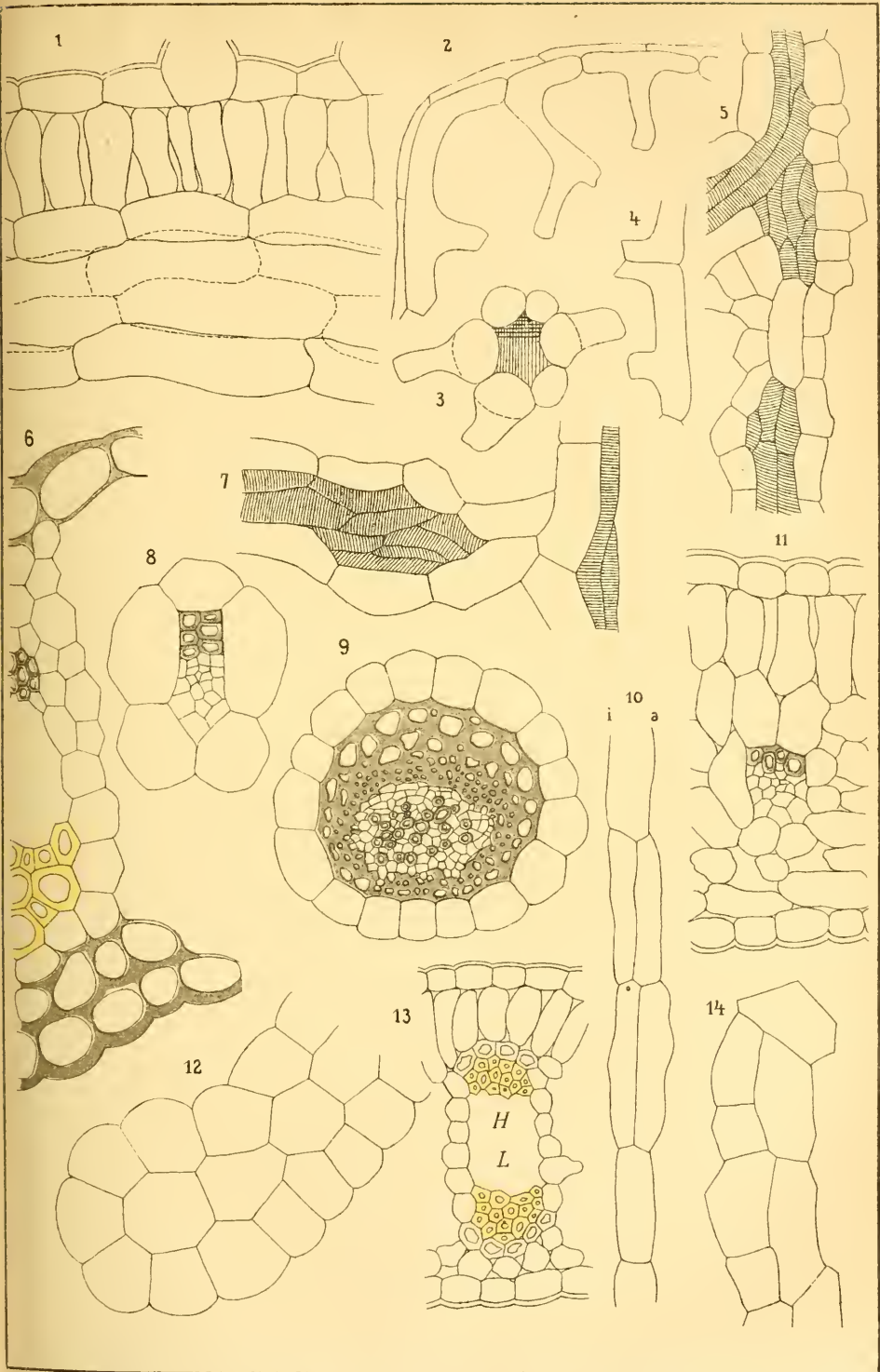
Von
Dr. Otto Kuntze.

Die Redaktion des Botanischen Centralblattes sandte mir und Herrn Levier gleichzeitig Correcturabzug von dessen Artikel, worin Herr Levier dann in seiner bekannten gewaltsamen „Logik“ seine Sch...kopfperiode in . . . Schäferperiode umgeändert hatte. In Folge dessen glaubte die Redaktion den betreffenden Passus meiner Bemerkungen streichen zu sollen. Da jedoch dadurch mein Nachsatz zum Theil sinnlos ward, auch die treffliche Selbstkritik von Levier verloren ging und ich selbst noch etwas zu corrigiren habe, um den Gegner nicht Unrecht zu thun, so bitte ich, den Passus „die Erlaubniss . . . hinstellt“ dahin zu berichtigen: seine Sache einmal als „Falle“, wenn er ferner seine „sachlichen Einwürfe“ (Argumentationen) als mir unangenehm hinstellt und mir gleichwohl erlaubte, ihn für diese „mir unangenehmen sachlichen Einwürfe“ Sch...kopf — jetzt also Schäfer — zu nennen, so halte dies für loyal und logisch, wer es kann.

Ich hatte den Correcturabzug des Levier'schen Artikels nur unmittelbar vor meiner Abreise nach Kopenhagen zu lesen bekommen und meine Bemerkungen dazu dann entgegen meiner ersten Absicht, gar nicht auf diese Schmähschrift zu antworten, von unterwegs der Redaktion zugesandt. Nun zurückgekehrt, seien in Ruhe mir noch folgende Bemerkungen erlaubt, womit für mich diese Discussion geschlossen ist.

§ 49 macht nur die Citation des „Auteur primitif“ obligatorisch und erlaubt Emendationen. Mithin darf man nebenbei den „Auteur amendant“ facultativ citiren. Wenn Herr Levier § 49 anders interpretirt, so steht er damit vollständig isolirt da und seine Interpretation wird auch nicht besser, wenn er die, welche seine Dogma nicht annehmen, mit Falschmünzer-Priorität (vergl. seine citirte Rectification), Unfehlbarkeitswahn und anderen Invectiven tractirt. Ausserdem kennt Herr Levier offenbar die officiellen Commentare zu § 49 gar nicht.

Nicht seine „sachlichen Einwürfe“ oder vielmehr phrasenreichen Argumentationen haben mich unangenehm berührt, denn das waren fast nur alte Bekannte aus unserer Correspondenz, sondern seine in Folge seiner unwahren „Rectification“ von mir p. 200 bewiesene contractwidrige Extraction unserer Correspondenz, wo-



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Botanisches Centralblatt](#)

Jahr/Year: 1897

Band/Volume: [71](#)

Autor(en)/Author(s): Schubert Bruno

Artikel/Article: [Ueber die Parenchymscheiden in den Blättern der Dicotylen. \(Fortsetzung.\) 435-445](#)