

# Bemerkungen über die Schutzscheide und die Bildung des Stammes und der Wurzel

v o n

**Robert Caspary.**

Hierzu Tafel VIII und IX.

---

In mehreren früheren Arbeiten (Pringsh., Jahrb. 1858 I 442; Schrift. d. phys.-ökon. Ges. zu Königsberg 1860 I 77; Amtlicher Bericht üb. die 35. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte in Königsberg im Septbr. 1860. 1861 302) habe ich einen dunklen Fleck, der sich auf den Seitenwänden zwischen je 2 Zellen des parenchymatischen, dicht geschlossenen, bloss eine Zelle dicken Gewebstheiles in Stämmen, Wurzeln und Blättern, den ich Schutzscheide nannte, auf dem Querschnitt zeigte, als verursacht durch eine Reihe von linealen Poren dargestellt, welche auf der Seitenwand dicht unter einander liegen und wegen Brechung und Reflexion der von unten durchgehenden Lichtstrahlen weniger Licht dem Beobachter zugehen liessen, also dunkler erschienen, als der nicht poröse Theil der Zellwand, und ich habe diese Porenreihen von *Bullarda aquatica* DC. (Schriften der phys.-ökon. Ges. l. c. Taf. 7 Fig. 30) und *Hydrilla verticillata* (Amtlicher Bericht l. c. Botanik Taf. VI Fig. 50) abgebildet. Die Zeichnungen sind richtig, aber ich habe mich überzeugt, dass die Deutung unrichtig ist. Jene dunklen linealen Stellen, welche die Seitenwand der Schutzscheide auf etwas schiefen Querschnitten zeigt, sind nicht Poren, sondern werden durch Wellung der Seitenwand verursacht, die ich schon früher einmal in andern parenchymatischen Gewebstheilen auf allen Wänden der Zellen (Botan. Zeitg. 1853 S. 801. Pringsh., Jahrb. l. c. 386) nachwies, und die vielfach die Veranlassung gewesen ist, von gestreiften oder punktirten Gefässen oder von Verdickungen der Wand da zu reden,

stens von Streifung nichts zu sehen, öfters aber sieht man sie doch (Fig. 2) ähnlich wie auf dem schiefen Querschnitt, aber etwas weniger deutlich. Dagegen sieht man auf dem radialen Schnitt oft, dass auch die obern und untern Wände der Schutzscheide einige Streifen zeigen. Behandelt man den queren oder radialen Schnitt zuerst mit Jod, das ich in verschiedenen Graden der Concentration in Jodkaliumlösung anwende, und nach Entfernung des überflüssigen mittelst Wasser und Löschblatt, mit wenig verdünnter Schwefelsäure, so werden alle Gewebstheile blau. Nur die zwei äussersten Schichten der Rinde, die verholzten Gefässe und die Schutzscheide sind braun, obgleich auch in den Wurzelhaaren und in den Gefässen sich theilweise im Innern Blaufärbung zeigt; auch in der Schutzscheide meinte ich hie und da schwache Blaufärbung in ihren innern Wandtheilen zu sehen. Setzt man dann concentrirte Schwefelsäure zu, so wird alles Gewebe verzehrt, selbst die Gefässe lassen bloss Reste zurück; nur die 2 äussersten Schichten der Rinde und die Schutzscheide bleiben braun gefärbt übrig<sup>1)</sup>. In Wasser untersucht zeigen die Wände der Zellen der Schutzscheide bei *Ficaria* überall eine gleiche Dicke, ungefähr  $0,0004—0,0006^{\text{mm}}$  d. h. die Wand der einzelnen Zelle; zwei aneinandergrenzende Wände zweier benachbarter Zellen, die meist keine Trennungslinie zeigen, sind also doppelt so dick. Dagegen nach der Behandlung mit Jod und concentrirter Schwefelsäure ist die Aussen- und Innenwand ausserordentlich dünn geworden, indem ihre innern Schichten verzehrt sind, dagegen die Seiten-, Ober- und Unterwand erscheinen so dick wie früher und fast noch etwas dicker. Dabei ist die Aussen- und Innenwand höchst blassbräunlich, die Seiten-, Ober- und Unterwand dagegen braun von mässiger Färbungstiefe. Jedoch ist nicht die ganze Seiten-, Ober- und Unterwand braun, sondern nur ein mittleres Band in ihr, das die Wellung trägt. Unter Wasser ist die Seitenwand einschliesslich der Kanten  $0,0076$  bis  $0,01146^{\text{mm}}$  breit und die Breite der gewellten Fläche bezüglich:  $0,0057—0,0095$ . Auf den mit Jod und concentrirter Schwefelsäure behandelten Schnitten ist nach Verzehrung der innern Schichten der Aussen- und Innenwand und der Kanten der Seitenwand, welche Kanten selten noch kenntlich sind, das Verhältniss zwischen der Breite der Seitenwand und des braunen gewellten Bandes auf ihr, wie zuvor unter Wasser. Ich fand die Seitenwand in einer mit Jod

1) Dass die Schutzscheide der concentrirten Schwefelsäure längere Zeit widerstehe, giebt Sachs (Bot. Zeitg. 1859, 188) bei einigen Keimlingen (*Ricinus comm.*, *Helianthus ann.*, *Xanthium strumar.* u. a.) an.

und concentrirter Schwefelsäure behandelten Zelle der Schutzscheide  $0,0115^{\text{mm}}$ , das braune Wellenband  $0,0057—0,0076^{\text{mm}}$  breit, in einer andern Zelle die Seitenwand zwischen den deutlichen, scharfeckigen Kanten  $0,0067^{\text{mm}}$  und das braune gewellte Band  $0,0038—0,0048$  breit.

Unter Wasser sah ich in sehr seltenen Fällen auf dem radialen Schnitt flache, rundliche zahlreiche Poren auf der Seitenwand der Schutzscheidezellen (Fig. 6), in bei Weitem den meisten derselben ist sie gleichmässig verdickt.

Nach Behandlung mit Jod und concentrirter Schwefelsäure finden sich immer einige Zellen der Schutzscheide, die sehr tief braun auf allen Wänden sind und sich dadurch vor den andern auszeichnen. Sie haben keine bestimmte Lage unter den übrigen.

Bei *Elodea canadensis* Mich., deren Stamm von mir (Pringsh., Jahrb. I 439 ff.) beschrieben ist, bietet die Schutzscheide ungefähr dieselben Verhältnisse, wie bei *Ficar. ranunc.*; ihre Zellen sind auf dem tangentialen Schnitte auch fast rechteckig, jedoch viel länger; bei *Ficar. ranunc.* sind sie von  $0,0267—0,0897^{\text{mm}}$  lang, bei *Elodea* (Fig. 8) dagegen  $0,176—0,182^{\text{mm}}$  und noch länger. Der Querschnitt zeigt die Seitenwand von einer Kante zur andern  $0,0057—0,0076^{\text{mm}}$  breit; der dunkle Fleck der Seitenwand nimmt auf ihr eine Breite von  $0,0038^{\text{mm}}$  ein und ist gestaltet, wie bei *Ficar. ranunc.* Auf dem radialen Schnitt konnte ich Streifung nie sehen; auf dem tangentialen sieht man unter Wasser die Wellen auch gar nicht, oder nur sehr schwach, da sie ohne Zweifel von den Kanten verdeckt werden; aber nach Zuthun von wenig verdünnter Schwefelsäure oder Kalilauge tritt sie sehr deutlich auf den seitlichen Wänden hervor (Fig. 8). Behandelt man einen Stammquerschnitt mit Jod und verdünnter Schwefelsäure, so wird alles Gewebe gebläut. Die einfachen Leitzellen in des Stammes Mitte zeigen ein etwas schmutziges Blau, das Parenchym der Rinde ein reines, schönes, dagegen die Schutzscheide wird gebräunt, nur der innerste Wandtheil wird blau und zeigt sich mit schwachem, bläulichem Schimmer neben dem Braun des äussern. Zieht man die verdünnte Schwefelsäure durch Löschblatt ab und setzt concentrirte hinzu, so werden alle Gewebstheile verzehrt, bloss die Cuticula des Stammes und die Schutzscheide bleiben braun gefärbt zurück. Unter Wasser sind alle Wände der Zellen der Schutzscheide (und zwar die einzelne, nicht die doppelte Wand), etwa  $0,00047^{\text{mm}}$  dick; nach Behandlung mit Jod und concentrirter Schwefelsäure dagegen ist die Aussen- und Innenwand unmessbar dünn geworden und

ebenso der Rand der Seiten-, Ober- und Unterwand, jedoch der wellentragende, bandartige Mitteltheil von  $0,0038\text{ mm}$  Breite hat auf der Seiten-, Ober- und Unterwand die frühere Dicke von  $0,00047$  behalten. Wie die Zellen der Schutzscheide stets, hängen auch hier alle nach Behandlung mit concentrirter Schwefelsäure aufs Festeste als ein Ring oder Rohr zusammen. Die Aussen- und Innenwand sind in den mit concentrirter Schwefelsäure getränkten Zellen so sehr dünn und selbst nach vorgängiger Behandlung mit Jod so schwach gebräunt, dass man an ihrem Dasein zweifeln könnte; aber da die Zellen der Schutzscheide selbst auf dünnen Querschnitten an Stellen zusammenhängen, wo keine horizontale Querwand ist, — man gewinne durch Andrücken des Deckglases und schwaches Hin- und Herschieben desselben ihre Längsansicht nach Behandlung mit Jod und concentrirter Schwefelsäure, — wird schon hiedurch bewiesen, dass die Vorder- und Hinterwand, oder wenigstens eine von beiden, auch hier noch, obgleich dem Auge nicht deutlich, da sein müsse. Behandelt man jedoch nach Abziehen der concentrirten Schwefelsäure durch Löschblatt und Abspülen mit Wasser, noch einmal die Schutzscheide mit Jod, so wird nun die bis dahin ganz undeutliche oder gar nicht sichtbare Vorder- und Hinterwand oft mit sehr bestimmter Begrenzung als braungelbe, höchst dünne Haut erscheinen. Ich bemerke, dass ich jetzt (15. März) die derberen, überwinterten Stämme untersuchte. In jugendlichen, jetzt schon wachsenden Trieben zerstört dagegen die Schwefelsäure die Schutzscheide, welche erst Anfänge von Wellung zeigte, ganz. Nicht weit unter der Spitze des treibenden Stammes sind alle Zellen der Rinde, auch die der Schutzscheide, dicht mit Stärke erfüllt, während das centrale Leitzellenbündel in den einfachen Leitzellen trübe, durch Jod bräunlichgelb gefärbte, körnige Stoffe enthält. Die Stärkekörner der Schutzscheide sind kleiner als die der übrigen Rinde, sonst ist die Stärke, obgleich ich von mehreren Stämmen in verschiedener Höhe unter der Spitze Schnitte machte, nicht reichlicher und dichter in der Schutzscheide als in den übrigen Rindenzellen. Endlich mit Hervortreten der Wellung der Schutzscheide bei beträchtlicher Dehnung der Zellen in die Länge erscheint die Stärke in allen Zellen der Rinde spärlicher, aber ihre Körner sind viel grösser als dicht unter der Spitze und oft mit Chlorophyll durchzogen, aber aus der Schutzscheide ist dann alle Stärke für immer verschwunden<sup>1)</sup>.

1) Als ich 6 Wochen später, als die oben angegebene Untersuchung der vorjährigen Knollenwurzeln von *Ficaria ranunc.* gemacht wurde, in der 2. Hälfte des April in

Etwas abweichende Verhältnisse bietet die Schutzscheide derjenigen Wurzeln und Stämme, bei welchen sie bei ihrer völligen Aus-

diesem Jahre gebildete Knollenwurzeln des Stengels zur Zeit der besten Blüthe der Pflanze untersuchte, zeigte die Schutzscheide in Betreff des Inhalts folgende Verhältnisse. Die Schutzscheide hatte  $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$  Linie über der Spitze der Wurzel keine Stärke, sondern wenigen, trüben, grauen Körnerstoff, der keinen Unterschied von dem Inhalt der jugendlichen parenchymatischen Zellen zwischen den sich bildenden Gefässbündelsträngen zeigte und durch Jod gelblich wurde. Die 5—6 Stellen, wo die einfachen Leitzellen zwischen den Gefässsträngen später auftreten, haben nach Anwendung von Jod kaum eine tiefere gelbliche Farbe. Dagegen in der Mitte der Wurzel, 2— $2\frac{1}{2}$  über der Spitze hat die Schutzscheide vor den 5—6 Gefässbündelgruppen etwas Stärke, die feinkörniger als die der Rinde ist und nie so dick als im Parenchym der Rinde liegt, das ganz damit angefüllt ist; bisweilen ist die Stärke sogar sehr spärlich in den Zellen der Schutzscheide enthalten. Auch das Parenchym des Systems der Gefässbündel, welches rechts und links von den Gefässsträngen und nach Aussen vor ihnen liegt, zeigt Stärke. Dagegen entbehren die Schutzscheidezellen vor den 5—6 Strängen der einfachen Leitzellen, die mit den Gefässbündelsträngen abwechseln, der Stärke und ihr trüber, zartkörniger Inhalt wird durch Jod schwach gelblich gefärbt. Im obersten, ältesten Theil der Wurzel, dicht unter der Ansatzstelle war die Stärke im Parenchym des Systems der Gefässbündel vor den Gefässsträngen und rechts und links von ihnen sehr vermindert und in der Schutzscheide bereits für immer ganz verschwunden. Das Mark führt nie Stärke. Bei *Charlwoodia rubra* Pl., deren Schutzscheide ich gleich näher beschreiben werde, enthält die Wurzel in keinem Alter und an keiner Stelle jetzt im März und April — ich untersuchte die Wurzeln von kräftigen als Stecklinge gezogenen Pflanzen — Stärke. Der schwach körnige Inhalt des Cambium der Wurzelspitze, der cambiale centrale Strang über der Spitze, wird durch Jod auf Längsschnitten gelblich, der der äussern Lage der Rinde und der Wurzelhaube bräunlich. Die Schutzscheide von *Charlwoodia* führt nur in der Nähe des Wachstumpunkts der Wurzel etwas trübe, körnige, fast farblose Stoffe, später stets farblose Flüssigkeit. Man sieht, dass die Angaben von Sachs (Bot. Zeitg. 1859, Nr. 20 u. 21; Pringsh., Jahrb. III 194), der hauptsächlich Keimlinge untersuchte, dass die Schutzscheide immer Stärke enthalte, dass ihre Zellen dichter mit Stärke erfüllt seien, als die der Rinde und dass sie sich länger darin halte, nur individuelle und nicht allgemeine Bedeutung haben und auf Beobachtungen von zu geringem Umfange gestützt sind. Uebrigens ist die „Stärkeschicht“ von Sachs sicherlich mit der Schutzscheide synonym; der Inhalt ist ein sehr wechselnder und verschiedener, wie in den meisten andern Gewebstheilen, und über ihn sind erst umfassende Untersuchungen zu machen, aber die Lage der Schicht, ihr fester Schluss ohne Zwischenzellräume, die chemische und morphologische Beschaffenheit der Wand sind im mittleren Alter überall dieselben; erst bei völliger Ausbildung kommen oft sekundäre Verdickungslagen der Zellwand und aussen häufig mehrere stark verdickte Hilfslagen von Zellen zur Verstärkung hinzu. Ob die parenchymatische Lage von Zellen, welche die Leitbündel des Blatts bei *Phaseolus*, *Viola* u. s. w. nach Sachs umgeben und die Sachs (Pringsh., Jahrb. III 196) nur als „der Stärkeschicht entsprechend“ bezeichnet oder die stärkehaltige Schicht, welche im Blatt von *Zea* Mais die Gefässbündel umgiebt, wirklich zur Schutzscheide gehören, ist zu untersuchen. Nur in wenigen Fällen fand ich in völlig entwickelter, stark verholzter Schutzscheide Stärke, so bei *Cladium*,

bildung durch oft sehr starke spätere Holzlagen in der Wand verdickt wird, wie bei den Wurzeln von *Cyperus Papyrus* L., *Scirpus lacustris*, *Phragmites communis*, den *Dracaeneen*, den Stämmen von *Potamogeton* u. m. a. Als Beispiel führe ich *Charlwoodia rubra* Pl. an.

Bei wenig treibenden Wurzeln von *Charlwoodia rubra* fand ich im Frühjahr (März, April) schon  $\frac{1}{2}$ ''' über der Wurzelspitze die Schutzscheide deutlich erkennbar, aber wenig entwickelt. Bei  $2\frac{1}{2}$ '''—6''' über der Spitze war sie ungefähr von demselben Bau, wie die von *Ficaria ranunculoides*. Sechs Linien über der Wurzelspitze (Fig. 10) zeigten sich auf etwas schiefem Schnitt die linealen, dunklen Streifen fast über die ganze Breite der Seitenwand von Kante zu Kante fortgehend. Die Zellen haben eine Breite (in tangentialer Richtung) von 0,0229—0,0248<sup>mm</sup> und eine Tiefe (in radialer Richtung) von 0,0115—0,0134<sup>mm</sup>, die Länge beträgt 0,076—0,159<sup>mm</sup>. Die obere und untere Wand sind meist etwas schief und die Zellen erscheinen daher auf dem tangentialen Schnitt trapezoidisch. Die Dicke der Wand, welche überall dieselbe ist, beträgt 0,00047<sup>mm</sup>. Auf verschiedenen Stellen, besonders gegen die Spitze der Wurzel zu, fand ich, dass die stärkste Wellung der Seitenwand und mithin der dunkle Fleck auf dem Querschnitt nicht in der Mitte, sondern mehr gegen die Innenwand zu lag (Fig. 12), ein Verhältniss das mit dem Entwicklungszustande der Schutzscheide und der Wellung übrigens nicht zusammenhängt, da auf denselben Schnitten an andern Stellen die Wellung gleichmässig von einer Kante der Seitenwand zur andern statt fand. Die Wellung war auf dem tangentialen Schnitt, auf dem ihr Profil zu erwarten gewesen wäre, nur andeutungsweise zu sehen. Jod und wenig verdünnte Schwefelsäure färbten alles Gewebe blau; selbst die Gefässe wurden schmutzig blau, auch die Innenseite der Wände der Schutzscheide zeigte Blaufärbung, aber die äusseren Wandtheile ihrer Zellen und die beiden äussersten Zelllagen der Rinde wurden braun. Auch hier verstärken Schwefelsäure und Kali die Wellung bedeutend. Zieht man die wenig verdünnte Schwefelsäure ab und ersetzt sie durch concentrirte, so wird alles Gewebe zerstört, bloss die beiden äussersten Lagen der Rinde, die Schutzscheide und Reste der Gefässe bleiben zurück. Die Zellen der Schutzscheide hängen alle aufs Engste zusammen und bilden eine ringförmige Haut.

*Mariscus* und *Carex arenaria*; bei beiden in der Wurzel; bei *Cladium* führt bloss die Schutzscheide Stärke, bei *Carex arenaria* auch die stark verdickten parenchymatischen Zellen zwischen den Gefässen.

Die Kanten der Zellen der Schutzscheide sind starke und derbe braune Linien, sie sind entweder gerade oder auch gewellt; die obere, untere und seitliche Wand ist gleichmässig braun, ohne dass man hellere Ränder oder hellere Poren darauf unterscheiden kann, die Aussen- und Innenwand sehr blassbraun.  $\frac{1}{3}$ ''' über der Wurzelspitze wurde die Schutzscheide ganz und gar von concentrirter Schwefelsäure aufgelöst und ihre Widerstandsfähigkeit gegen dieselbe bildet sich erst allmählig und in zunehmendem Grade aus, je weiter sie von der Spitze abrückt.

Die sich weiter entwickelnde Schutzscheide von *Charlwoodia rubra* wird nach und nach in ihren Zellen stark und ungleichmässig verdickt (Fig. 11). Völlig ausgebildet zeigt die Aussenwand sich am dünnsten, ist aber doch  $0,0013$ ''' dick, d. h. dreimal so dick als  $\frac{1}{2}$ ''' oder  $6$ ''' über der Wurzelspitze. Die Innen- und Seitenwand sind dagegen sehr stark verdickt; die Innenwand ist in der Mitte  $0,0038$ ''' dick, die Seitenwand ist nach der Aussenseite hin etwas dünner, nach der Innenseite, wo sie sich an die Innenwand anlegt, dagegen noch dicker, so dass die Zellhöhlung im Querschnitt dreieckig ist. Schichtung ist in der Verdickung deutlich sichtbar. Ringsum lassen die Zellen der Schutzscheide, wie die anstossenden holzigen Zellen des Systems der Leitbündel die sogenannte primäre Wand (Fig. 11 w), eine durch 2 Linien begrenzte Schicht erkennen, die, obgleich sie 2 Zellen gemeinsam angehört, doch keine Trennungslinie zeigt. Merkwürdig ist es, dass trotz der ausgezeichnet starken Wandverdickung, trotzdem, dass die Zellen der Rinde und die angrenzenden holzigen Zellen des Systems der Leitbündel Poren besitzen, die Zellen der Schutzscheide davon weder auf dem Querschnitt noch auf dem radialen Schnitt irgend eine Spur zeigen (Fig. 13). Die angrenzenden Zellen der Rinde (Fig. 13 Seite a) und die des Systems der Leitbündel (Fig. 14 auf Seite b) haben beide sehr dichte Poren; die der Rindenzellen sind unten kaum, die der Holzzellen dagegen unten etwas erweitert; sie erscheinen von oben gesehen kreisrund bis oblong, haben aber kaum einen Hof; der Porengang ist meist horizontal, spaltenförmig und oblong. An der primären Haut, die sich zwischen den Holzzellen und den Schutzscheidezellen durch 2 Linien begrenzt, deutlich besonders auf der Innenseite der Schutzscheidezellen erkennen lässt, hören die Poren auf und ihnen gegenüber in der Schutzscheidezelle entspricht keine Verdünnung, sondern gleichmässige, parallele Verdickungslagen. Es ist mir nicht bekannt, dass sonst irgendwo stark verdickte Zellen mitten im Gewebe gefunden sind, die gar

keine Poren haben. Porenlos, wie die Schutzscheide von *Charlwoodia rubra* ist die von *Cordyline reflexa* Pl., *Cordyline fruticosa* Goepp., *Cordyl. fragrans* Pl., *Cordyl. marginata* Goepp., also wohl aller *Draecaeen*. Dass eine so stark verdickte, porenlose, ohne Zwischenzellräume an einander schliessende Zellschicht, die den Gefässbündelkörper als Rohr umgiebt, in ganz besonderer Weise für Gase und Flüssigkeiten schwer durchdringlich oder ganz undurchdringlich ist, lässt sich vermuthen. Durch den Mangel an Poren tritt eine neue Beziehung zwischen der Schutzscheide und den Zellen der Oberhaut hervor, die wenigstens gewöhnlich auf der Aussenseite Poren nicht besitzen, wohl um in ähnlicher Weise wie die Schutzscheide die von ihnen umhüllten Gewebstheile schützend gegen äussere Einflüsse abzuschliessen. Poren mangeln übrigens in der stark verdickten Schutzscheide nicht bei allen Pflanzen; bei *Cyperus Papyrus* (Wurzel), *Triticum repens* L. (Wurzel), der rothen Jamaica-Sassaparilla sind alle Wände der Schutzscheide mit Poren versehen.

Der dunkle Fleck der Seitenwände der Schutzscheide, den jüngere Zustände zeigen, ist bei *Charlwoodia* in den so stark verdickten Zellen, wie stets bei allen Pflanzen, in deren Schutzscheide stärkere Verdickung später eintritt, gänzlich verschwunden. Ohne Zweifel ist die Wellung durch bedeutende Ausdehnung der Zellen in die Länge und spätere stärkere Streckung der Seitentheile der Wände ausgeglichen, denn die Länge der Schutzscheidezellen, die früher 6'' über der Spitze der Wurzel gemessen wurden, beträgt nun 0,1833 bis 0,281<sup>mm</sup>, ist also  $1\frac{1}{2}$ — $2\frac{1}{2}$ mal so bedeutend als früher. Freilich ist jede Schutzscheidezelle später, nachdem schon die sekundäre dicke Zellwand fast ganz fertig war, noch einmal in der Mitte durch eine dünne, gleichmässig dicke Wand getheilt (Fig. 13 e), die alten horizontalen Wände der Schutzscheidezellen (Fig. 13 c, d) sind dagegen nicht gleichmässig dick, sondern auf der Innenseite bedeutend dicker, 5—6mal so dick, als auf der Aussenseite. Die Zellen der letzten Theilung der Schutzscheide sind: 0,0611—0,113<sup>mm</sup> lang, also ungefähr so lang als ihre Mutterzellen 6'' über der Wurzelspitze waren.

Das Gewebe der Rinde ist bei der erwachsenen Wurzel gänzlich bis auf wenige äusserste Schichten verschwunden, welche wie ein loser Sack das walzige System der Gefässbündel umgeben; dies selbst ist jedoch eingeschlossen von der stark verdickten Schutzscheide, bis auf welche hin das Parenchym der Rinde verwest ist. Die nicht poröse, stark verdickte Gewebsschicht, welche in Rede steht, bildet

jetzt ganz allein um das System der Gefässbündel eine schützende Einfriedigung und führt ihren Namen wahrlich mit Recht.

Behandelt man einen Querschnitt dieses Systems der Gefässbündel, umgeben von der Schutzscheide, mit Jod und wenig verdünnter Schwefelsäure, der man concentrirte nachfolgen lässt, so werden alle Gewebstheile, die wie die Zellen der Schutzscheide, auch durch spätere Wandablagerungen stärker verdickt sind, unter beträchtlichem Aufquellen nebst den Verdickungsschichten der Schutzscheide zu körnigen Massen im Durchgange von schmutzigem Blau zu Braun umgewandelt und zerstört. Braun gefärbt bleibt nur übrig die äusserste Schicht der Wand der Schutzscheidezellen (Fig. 11 w), welche nun jedoch keine Wellung mehr erkennen lässt, gleichmässig verdickt erscheint und im festesten Zusammenhange aller Zellen untereinander eine ring- oder rohrartige Haut darstellt. Ihre äusserste Lage, die übrigens in keiner Weise erkennbar ist, bildet offenbar der Theil der Zellen der Schutzscheide, der auch früher in weniger entwickeltem Zustande vor Anlage der holzigen sekundären Verdickungsschichten auf Schnitten 6''' über der Wurzelspitze und höher hinauf, der Schwefelsäure widerstand. Jetzt widersteht der Schwefelsäure aber nicht die primäre Wand der Schutzscheide allein, sondern die primäre Wand der Holzzellen und Gefässe bleibt ebenfalls als tiefbraune Haut in Form eines Netzwerks und in stetem Zusammenhange mit jenem tiefbraunen äussersten Theil der Schutzscheidezellen zurück. Als ich dies Netzwerk auf dem Tragglaste, welches auf ein feines Drahtnetz gelegt war,  $\frac{1}{4}$  Stunde lang in Kalilauge unter fortwährender Erneuerung des verdunsteten Wassers gekocht hatte, ging die tiefbraune Farbe desselben ins Bräunlichgelbe über. Nach nochmaliger Behandlung mit Jod und Schwefelsäure wurde seine Farbe wieder tiefbraun. So liess sich also Cellulose darin nicht nachweisen. Ich kochte nun andere Schnitte 1— $1\frac{1}{2}$  Minuten lang im Tiegel in Schultz'scher Mischung, wodurch die primäre Wand an vielen Stellen eine etwas körnige Beschaffenheit annahm und behandelte nun mit Chlorzinkjod. Da wurde die primäre Wand der Schutzscheide lichtbraun und die verholzte sekundäre Wand schön blau; die primäre Wand der Holzzellen und Gefässe zeigte jedoch schon hie und da lichtblaue Färbung. Interessant war es mir zu sehen, dass auf den so behandelten Zellen der Schutzscheide die Seitenwände, wenn man sie im Profil sah, etwas Wellung zeigten, die ich unter Jod und Schwefelsäure in der ausgebildeten Schutzscheide nicht mehr wahrnahm. Als ich ferner ebenfalls in Schultz'scher Mischung 1 Minute lang gekochte

Schnitte nochmals für einen Augenblick in Kalilauge erhitze und andere in kalter Kalilauge etwa 18 Stunden liegen liess, zeigte die primäre Haut auch der Schutzscheidezellen nach Behandlung mit Chlorzinkjod schöne lichtblaue Färbung, mithin die Reaktion der Cellulose, wie Sanio (Bot. Zeitg. 1860, 207) dies schon bei andern Pflanzen nachwies. So vorsichtig ich übrigens verfuhr, gelang es mir doch nur hie und da, die primäre Haut der Schutzscheide im ganzen Umfange der Zelle zu erhalten. Die Kalilauge, selbst wenn sie kalt und nur kurze Zeit angewandt wird, hat nach der Einwirkung der Schultzschen Mengung eine höchst zerstörende Wirkung auf das ganze Gewebe. Die sekundären verholzten Schichten quellen bei Netzung mit Kalilauge sehr auf und die primäre Haut der Schutzscheidezellen wurde dadurch meistens auf der Aussenhälfte der Seitenwand zerrissen. Am Rande der Schnitte wurde die primäre Haut der Holzzellen und Gefässe meist aufgelöst und verschwand gänzlich; wo sie gegen die Mitte des Schnitts blieb, zeigte sie sich nach Einwirkung von Chlorzinkjod sehr hellblau, heller als die der Schutzscheide und zwischen je 3 Zellen traten dreieckige Kantenverdickungen in der primären, hellblauen Haut deutlich hervor. Eine Spaltung in 2 Schichten konnte ich jedoch nirgend wahrnehmen; nur an den Zwischenzellräumen, welche die Schutzscheide mit den Resten der anliegenden Rindenzellen bildet, war die primäre Haut der Schutzscheidezellen deutlich einfach vorhanden. Von Zellzwischenstoff war nirgend eine Spur wahrnehmbar. \*

In manchen Fällen, z. B. bei *Brasenia peltata* im Hauptstamm, nicht Ausläufer (Fig. 9), sind die porenartigen Zeichnungen der Seitenwände der Schutzscheidezellen nicht lineal, sondern oblong, begrenzt von 2 deutlich konvexen Linien, jedoch sind die Enden dieser oblongen Zeichnungen meist nicht spitz und scharf, sondern matt, verflossen und fast abgestumpft.

Es bedarf nur weniger Andeutungen, um klar zu machen, wie die Wellen einer Wand schief von oben gesehen jene linealen oder oblongen dunkleren Stellen bewirken müssen. Gehen die Wellen in gleicher Höhe über die ganze Breite der Wand, so wird man, die gewellte Wand schief unter spitzem Winkel betrachtet, immer einen einfachen Streifen der Wand, abwechselnd mit einem dreifachen sehen, auf dem Theile von 2 Wellenseiten eine dritte ganz decken. Der letztere dreifach dicke Streifen, begrenzt durch das Profil eines Wellenthals und eines Wellenberges, wird bei durchfallendem Licht dunkler als der erste einfache Streifen erscheinen, einmal, weil die

Zellwand in ihm dicker, nämlich dreifach ist, dann aber auch, weil durch die dreifache Reflexion an diesen 3 Wellenseiten mehr Licht verloren geht, als an dem einfachen Wandstreifen. Es werden also hellere und dunklere lineale Streifen abwechseln. Dies erläutert Fig. 15, wo die derberen Linien die Profile der Wellenberge, die zarteren die Profile der Wellenthäler darstellen. Die oblongen Zeichnungen auf den schief gesehenen Seitenwänden der Schutzscheidezellen entstehen in derselben Weise dann, wenn die Wellen in ihrer Mitte am höchsten und gegen die Seiten hin allmählig niedriger werden. Fig. 14 ist dafür die schematische Darstellung. Sicht man eine gewellte Zellwand von ihrer Fläche, wie im radialen Schnitt, so wird bei stark entwickelten Wellen Streifung entstehen, weil (Fig. 16) die Wellenberge und Thäler hell erscheinen im Vergleich mit den fast im Profil gesehenen, folglich eine dickere Masse bietenden und wegen stärkerer Reflexion weniger Licht durchlassenden, also dunkleren Seiten der Wellenberge und Wellenthäler; in Fig. 16 entspricht im Streifen *cd* ein heller Theil immer abwechselnd einem Wellenberge und einem Wellenthale der gewellten Wand *ab* und ein dunkler Streifen immer einer im Profil gesehenen Seite einer Welle.

Die Frage: Ist die ausgebildete, durch Jod und Schwefelsäure braun gefärbte, der concentrirten Schwefelsäure widerstehende primäre Zellwand der Schutzscheide und des angrenzenden Leitbündelkörpers, deren Grundlage Cellulose ist, als verholzt, oder als verkorkt oder in noch anderer Weise zu bezeichnen? ist zur Zeit weder bei *Charlwoodia rubra* noch anderwegen zu beantworten. Die chemischen Eigenschaften des Korks sind bisher so mangelhaft untersucht (vergl. Sanio in Pringsheim, Jahrb. II 56) und die „substance incrustante“ von Payen ist so gänzlich im Dunkeln — die Untersuchungen von Poumarède und Figuier (Compt. rend. XXIII 918) brachten ihr kein Licht — dass Holzstoff und Korkstoff noch kein klares Verhältniss zu einander haben und mikrochemisch nicht sicher unterschieden werden können. Das angegebene chemische Verhalten der primären und der sekundären Schichten der Wand ist übrigens so verschieden, dass die Eigenschaften, welche beide zeigen, mehr für einen qualitativen, als für einen quantitativen Unterschied ihres Stoffes zu sprechen scheinen. Der Kürze der Bezeichnung halber werde ich dem Gebrauch gemäss auch die primäre Wand der Schutzscheide im Folgenden verholzt nennen, obgleich ich damit die Frage: ob in ihr Holzstoff, oder Korkstoff, oder sonst ein Stoff abgelagert sei, in keiner Weise beantworte.

Ich fasse die Ergebnisse der vorstehenden Untersuchung kurz zusammen:

1) Die primäre Seitenwand der Schutzscheide zeigt ihr Leben lang, wenn sekundäre spätere Ablagerungen auf ihr nicht stattfinden, oder im mittleren Alter, bevor diese stattfinden, senkrecht von oben im Querschnitt gesehen, fast über ihre ganze Breite hin oder in der Mitte eine rechts und links vorspringende dunkle Stelle, die auf etwas schiefem Querschnitt bei tieferem Einstellen des Objectivs sich in dunklere, porenartige, horizontale, lineale oder oblonge Flecke umwandelt. Dieselbe Erscheinung zeigt die obere und untere Wand auf radialen Schnitten.

2) Die linealen oder oblongen porenartigen Flecke sind verursacht durch Wellung der seitlichen, obern und untern Wand, welche Wellung sich bald fast über die ganze Breite der Wand erstreckt, bald nur in einem schmälern bandartigen Streifen stattfindet.

3) Der primäre Theil der seitlichen, obern und untern Wand verholzt in der Breite der Wellung früher und dicker, als der nicht gewellte Rand und als die vordere und hintere Wand der Schutzscheidezellen, und widersteht nebst der Cuticula oder dem Epiblemma oft bloss allein der Schwefelsäure von den Gewebstheilen des Organs, in dem die Schutzscheide sich findet.

4) Bei vielen Pflanzen gleicht sich durch spätere Streckung die Wellung aus, auf dem Querschnitt verschwinden die dunklen Stellen neben der Seitenwand und es treten geschichtete, sekundäre Ablagerungen auf der verholzten primären Wand auf, welche dicker auf der Innenwand und dem innern Theil der Seitenwände, am schwächsten auf der Aussenwand sind.

5) Die Schutzscheide entbehrt entweder aller Poren, auch bei der ausgezeichnetsten Dicke der sekundären Schichten (Dracaeneen), oder sie besitzt Poren.

6) Die Schutzscheidezellen bilden ein festgeschlossenes Rohr, ohne Zwischenzellräume, um das Organ, das sie umgeben.

Die Ansicht von Karsten, welcher bloss die durch sekundäre Lagen verdickte Schutzscheide kannte und sie „Holzcyylinder“ nennt, dass sie die verholzte „Cambiumschicht“ sei, welche Rinde, Mark und Gefässbündel gebildet habe und eigentlich zur Verdickung des Stamms oder der Wurzel bestimmt sei, welche Ansicht Schacht später ebenfalls aussprach, habe ich schon früher als der Erste durch einige Gründe widerlegt (in Pringsh., Jahrb. I 441 ff.) und später an einigen Beispielen der einfachsten mono- und dikotylen Stämme

gezeigt (an *Aldrovandia*. Bot. Zeitg. 1859, 133, 148, an *Hydrilla* und *Elodea*. Amtl. Bericht der 35. Versamml. deutsch. Naturf. u. Aerzte l. c. 316), dass die Bildung des Stammes keineswegs von einem „Cambiummantel“ in der Endknospe des Stammes als lokaler, cambialer Schicht ausgeht, sondern dass alle Zellen der Endknospe und noch vieler unter ihr liegender Internodien Cambium sind und sich als Mutterzellen der verschiedenen Gewebstheile verhalten, so dass jeder Gewebstheil seine ihm eignen Mutterzellen hat und nicht eine örtliche cambiale Schicht die Mutterzellen für alle Gewebstheile enthält. Der einzige, axile Strang von Leitzellen dieser einfachsten Stämmchen bildet sich geradezu in allmähligstem, unmerklichstem Uebergange aus den centralen Zellen der cambialen Stammspitze, welche seine Mutterzellen werden. Ich bemerkte l. c., „dass in ganz analoger Weise viel zusammengesetztere Stämme, wie die der *Nymphaeaceen*, *Palmen* (*Chamaedorea schiedeana*, *Rhapis flabelliformis*), *Butomeen* u. a. sich bildeten“, d. h. dass auch hier ohne einen lokalen „Cambiummantel“, aus dem alle Gewebstheile entstünden, die Mutterzellen der einzelnen Gewebstheile in der Endknospe liegen und an ihren eigenen Orten die einzelnen Gewebstheile in bestimmter Reihen- und Zeitfolge bilden, dass also die äusserste Zelllage der Endknospe und die nächst anliegenden Schichten in verschiedener Zahl, je nach der Pflanzenart, die äusserste Zelllage des Stammes und die Rinde erzeugen, dass andere cambiale Zellen der Stammspitze Mutterzellen des Marks, andere der Leitbündel, andere der Markstrahlen seien, dass mithin ein „Cambiumrohr“ bei den angegebenen Pflanzen gar nicht vorhanden sei, dass bei andern, bei denen es auftrete und zwischen den Leitbündeln eine Verbindung herstelle, diese doch vor diesem Rohr und ohne dasselbe einzeln entstünden. Die Ergebnisse der Untersuchungen Nägeli's (Beiträge zur wissenschaftl. Botanik 1. Heft, Lpzg. 1858) stimmten im Allgemeinen mit den meinigen überein.

Es hat Sanio (Bot. Zeitg. 1863, 357 ff.) nicht in der angegebenen Weise die Analogie in der Bildung der zusammengesetzteren Stämme und Wurzeln und der einfachsten Stämme mit einem axilen Leitbündel, deren Bildung ich genau darlegte, zu finden vermocht, Er leitet wie Karsten, Schacht und Mohl die Entstehung des Pflanzenstammes im Allgemeinen von einer lokalen cambialen Schicht ab, die er „Verdickungsring“ nennt und unterscheidet davon, ob mit Recht oder nicht, will ich nicht erörtern, eine sekundäre, spätere Verdickungsschicht, die zwischen Holz und Bast thätig ist, die er „Cambiumring“ nennt; jedoch macht Sanio über diejenigen hinaus,

welche die erste Anlage des Stammes allein durch einen „Cambiummantel“ entstehen lassen, den Fortschritt, dass er nach dem Vorgange von Nägeli und mir das primitive Mark und die Rinde nicht aus dem Cambiummantel, sondern aus von diesem unterschiedenen Mutterzellen der Endspitze ableitet. Die Monokotylen haben nach Sanio nur den „Verdickungsring“, die Dikotylen mit sich verdickendem Stamm sowohl diesen, der die primären Gefässbündel und das „Zwischengewebe“ anlegt, als auch den Cambiumring. Die von mir gegen Karsten und Schacht angeführten Gründe, dass die Schutzscheide nicht die verholzte „Cambiumschicht“ (Karsten und Schacht) sei, ist Sanio auch ohne Nachuntersuchung geneigt als richtig anzuerkennen, giebt zu, dass jener Gewebstheil nicht die Bestimmung den Stamm zu verdicken habe, d. h. kein verholzter „Cambiumring“ (Sanio) sei, behauptet aber, dass durch ihn der Theil des Stammes, der die Gefässbündel führt, angelegt sei und er mithin ein „verholzter Verdickungsring“ (Sanio) sei (l. c. 385). Es ist dies im Wesentlichen bloss eine Namensumtaufe. Die Schutzscheide wäre danach doch immer ein Gewebstheil, der als cambiale Schicht den Stamm gebildet hätte, später aber verholzte. Diese Ansicht steht mit der Natur in Widerspruch. Schon früher (Pringsh., Jahrb. I 444 u. 585) habe ich ausdrücklich gesagt: „Die Schutzscheide besteht bei vielen Pflanzen aus mehreren Zelllagen und findet sich nicht bloss als Hülle des ganzen Gefässbündelsystems, sondern auch der einzelnen Gefässbündel, so bei *Cyperus alternifolius* z. B. und den Farrn.“ Dies hat Sanio übersehen. Bei den Farrn, z. B. *Asplenium esculentum* Presl, *Polypodium pustulatum* Forst., findet sich die Schutzscheide, so wie sie bei *Ficaria ranunculoides*, *Elodea canad.* zeitlebens, bei *Charlwoodia* vor den sekundären Verdickungslagen auftritt, mit der Wellung auf der Seitenwand und der Verholzung, die der Schwefelsäure widersteht, als zarte enggeschlossene Zelllage an der Grenze der Leitbündel, jedes einzelne umgebend, so viel ihrer im Stamm oder im Blattstiel vorhanden sind; dazu kommen aussen öfters eine oder mehrere Hilfslagen stark verdickter Zellen, die dem allgemeinen Gewebe des Stammes, des Blattstiels oder der Rinde der Wurzel deutlich angehören und der Schutzscheide zur Steifung und Verstärkung dienen, wie ich sie bei *Cyperus Papyrus* (l. c. 447) beschrieb und wie sie stets vorhanden sind, wo ich die Schutzscheide, die genau genommen immer nur eine Zelllage dick ist, als aus mehreren bestehend darstellte. Hat aber in den angegebenen Fällen jedes einzelne Leitbündel seine Schutzscheide und sogar im Blattstiel, so

muss wohl jeder Gedanke daran aufhören, dass sie eine Schicht sei, die der Anlage des Stammes als „Verdickungsring“ (Sanio) diene, zumal wenn sie, wie meist in diesen Fällen, dem Stamme als solchem als eine das ganze System der Leitbündel umgebende Schicht fehlt. Da ich das Rhizom von *Cyperus alternifolius*, dies ist oben gemeint, nur im erwachsenen Zustande untersuchte (März 1857), wo die stark verdickte Schutzscheide die Wellung und die dunklen Flecke nicht mehr zeigt, will ich als Beispiel dafür, dass die oben beschriebene Form der Schutzscheide mit ihrer gewellten Seitenwand, die einzelnen in die Blätter abtretenden Leitbündel, sowohl im Stamm als im Blatt (Scheide) umgiebt, *Menyanthes trifoliata* anführen. Ein gutes Beispiel bietet auch *Adoxa moschatellina*, in deren unterirdischem Rhizom die Schutzscheide das centrale System der Leitbündel, in deren Blattstiel sie jedoch jedes einzelne Leitbündel umgiebt. Einer meiner Zuhörer, Herr stud. ph. Pfitzer, legte mir Präparate von *Equisetum limosum* vor, in dessen Stamm die Schutzscheide das System der Leitbündel in seiner Gesamtheit umgiebt, während sie den einzelnen fehlt, und von *Equisetum palustre*, wo sie die einzelnen umgiebt, dagegen als allgemeine Hülle des ganzen Systems der Leitbündel fehlt. Der Hauptstamm, nicht die Ausläufer, von *Brasenia peltata*, von mir aus Nordamerika in den botanischen Garten zu Königsberg eingeführt, bietet auch ein schönes Beispiel dafür, dass die Schutzscheide in der Form einer dünnwandigen, geschlossenen Zellschicht mit gewellter seitlicher, oberer und unterer Wand, jedes einzelne Leitbündel umgiebt. In diesen Fällen ist die Schutzscheide nicht ein Grenzgebilde der Rinde, sondern des allgemeinen Parenchyms des Organs, dem sie angehört.

Es fehlt mir zur Zeit die Musse, um umfassendere Untersuchungen über diesen Gegenstand und noch andere bisher von mir gar nicht erwähnte, von der Entstehung des Stammes und der Wurzel hergenommene Beweise, dass die Schutzscheide weder ein verholzter Verdickungs- noch Cambiumring sei, druckfertig zu machen. Die gegenwärtigen kurzen Bemerkungen veröffentliche ich nur, um nicht durch Schweigen den Schein der Zustimmung auf mich zu laden.

Indem Sanio die oben angegebene, wahre Analogie der Stamm- bildung zwischen den einfachsten Fruchtpflanzen mit axilem Leitbündel (*Aldrovandia*, *Hydrilla*, *Elodea*) und den übrigen mit mehreren oder vielen Leitbündeln nicht erkannte, sucht er sie (*Bot. Zeitg.* 1863, 469) darin, „dass bei den angeführten Pflanzen (d. h. *Aldrovandia*, *Hydrilla*, *Elodea*) der Stamm nicht weiter als bis zur Bildung des

dem Verdickungsringe analogen Gewebes gelangt, dass dagegen die Bildung der Cambiumbündel ganz ausbleibt.“ Allerdings wird jedoch ein „Cambiumbündel“ gebildet, aber ein axiles. Was ist aber das „analoge Gewebe“? Es ist für Sanio's Standpunkt gar nicht vorhanden. Denn welcher Gewebstheil könnte einem Verdickungsringe analog sein, wenn eine ringförmige cambiale Schicht fehlt? Diese von Sanio aufgestellte Analogie zerrinnt daher in nichts.

Den Namen „Schutzscheide“ verwirft Sanio (l. c. 385), „weil er nicht auf Berberis passt, wo der betreffende Ring gar bald bei der Dickenzunahme des Stengels zersprengt wird“, ein Faktum, welches ich, beiläufig gesagt, von dem „betreffenden Ringe“ zuerst bei mehreren Pflanzen (Pringsh., Jahrb. I 444) nachgewiesen habe, das mir also, in grösserm Umfange und früher, als Sanio, längst bekannt war. Wäre das Prinzip des Einwandes gültig, d. h. hätte man das Recht, einen Namen, der von einer charakteristischen Eigenschaft des bezeichneten Gebildes entlehnt ist, zu verwerfen, wenn jene Eigenschaft in manchen Fällen nicht stets bleibt, so müsste eine grosse Zahl anatomischer und physiologischer Bezeichnungen verworfen werden, was doch noch Niemand in den Sinn gekommen ist, als „Oberhaut“, weil sie später oft abgeworfen wird, also dann nicht mehr die obere Haut ist, „Epiblema“, weil es später oft abgeworfen wird, „Chlorophyll“, weil es später gelb oder roth wird u. s. w. Dies Prinzip gilt also nicht und dass die Schutzscheide nach einer sehr charakteristischen Eigenschaft, abgesehen sogar von den Fällen, in welchen, wie bei *Cyperus Papyrus* (Wurzel, Rhizom), *Charlwoodia rubra* (Wurzel), sie allein als sehr dicke, stark verholzte, schliesslich äusserste Zellschicht das Leben des betreffenden Organs gegen äussere zerstörende Einflüsse vertheidigt, auch bei den Pflanzen benannt ist, wo sie nur als eine zarte, aber verholzte, ganz dichte, keine Zwischenzellräume führende und dadurch ausgezeichnete einfache Zelllage einen sehr wirksamen Abschluss für die umgebenen Theile im Innern des betreffenden Organs bildet, wie dies die Epidermis mit der Cuticula oder das Epiblema nach Aussen thun, ist nach dem Vorhergehenden für Alle einleuchtend.

Der von Berberis gegen den Namen Schutzscheide entlehnte Einwurf passt aber hier um so weniger, als er auf einem Irrthum Sanio's beruht, denn ich habe jenes Rohr bastartiger Zellen bei Berberis und anderen von mir früher angeführten Pflanzen (Pringsh., Jahrb. I 444), worunter auch eine Berberidee, durchaus nicht „Schutzscheide“ genannt, sondern ausdrücklich erklärt, dass jenes

Rohr bastartiger Zellen von der Schutzscheide zu unterscheiden sei und es als „Basteylinder“ bezeichnet, gegen welche Bezeichnung Sanio sogar auf Seite 380 (Bot. Zeitg. 1863) sich erklärt und ausführlich nachzuweisen sucht, dass mein „Basteylinder“ ein verholzter Verdickungsring sei, was er jedoch 4 Seiten danach vergessen hat.

Der Schwerpunkt des Beweises für die Stammbildung der Monokotylen durch einen „Verdickungsring“ ruht bei Sanio auf *Ruscus racemosus* (Bot. Zeitg. 1863, 383, 385). Diese Pflanze ist jedoch ungeeignet für die Untersuchung der Stammentwicklung. Die Hauptbedingung für die Erkenntniss der Art und Weise, wie sich der Stamm bildet, dessen Zustände auf den einzelnen Punkten nur durch zarte Längs- und Querschnitte, die dann geschickt und richtig vom Beobachter zu verbinden sind, ermittelt werden können, ist die Erfüllung der Voraussetzung, dass jedes folgende Internodium gerade so gebildet wird und, wenn es fertig ist, gerade so gestaltet ist, als das vorhergehende. Denn, wenn das fertige Internodium a verschieden von dem darunter liegenden fertigen Internodium b ist, so durchlaufen beide auch eine verschiedene Entwicklungsweise und es nutzt nichts, a im jugendlichen Zustande als Querschnitt abzunehmen und dann b, weil der Zustand von b gar keinen Schluss auf die spätere Entwicklung von a, dem jüngern Internodium, erlaubt, da sie eben in beiden eine verschiedene ist. Ueberdem würde es in der Gegend der jüngsten Stammspitze äusserst schwierig sein, wirklich Schnitt für Schnitt bloss ein Internodium oder gar Theile eines nach und nach abzunehmen, da sie nur eine bis wenige Zellen hoch sind, es sei denn, dass man wirklich Schnitte von  $\frac{1}{300}$  mm Dicke machen könne, dessen Sanio sich rühmt, was ich nicht vermag, wie ich offen gestehe. Es trifft sich wohl, dass ein geschickter Anatom hin und wieder, mehr durch Zufall, einen Schnitt erlangt, der annähernd  $\frac{1}{300}$  mm dick ist, aber hintereinander Schnitte von  $\frac{1}{300}$  mm Dicke aus freier Hand fortzuschneiden, halte ich für unmöglich. Jene Hauptbedingung des gleichen Baus und der gleichen Entwicklung der aufeinanderfolgenden Internodien hat *Ruscus racemosus* jedoch nicht. Ein erwachsener Stamm hat am Grunde 3—4“ duod. preuss. Durchmesser und etwa 190 Leitbündel im Querschnitt, 14—19 auf dem Durchmesser gelegen, in der Mitte  $1\frac{1}{2}$ “ Durchmesser und etwa 118 Leitbündel, 10—12 auf dem Durchmesser gelegen und an der Spitze kaum  $\frac{1}{2}$ “ Durchmesser und 23 Leitbündel, 5—6 im Durchmesser gelegen. Der Stammgrund enthält also fast doppelt soviel Leitbündel

als die Mitte und mehr als 8mal so viel als die Spitze. Bei solcher Verminderung der Stammtheile lässt sich aus dem Querschnitt durch ein höheres Internodium kein Schluss auf die Bildung des tieferen machen. Ausserdem liegen in dem bastartigen Rohr, das Sanio als das verholzte Verdickungsrohr, das die Gegend der Gefässbündel des Stammes mit diesen selbst anlegt, darstellt, die äussersten und kleinsten 3—4 Reihen von Leitbündeln und sind ganz oder die innersten fast ganz von ihm umschlossen; ihr Holz und Bast verfliesst in die bastartigen Zellen des sie umgebenden Rohrs. Da nun diese Zellen des bastartigen Rohrs kleiner als die des Marks und der Rinde sind, folglich, als sie im cambialen Zustande waren, in ihrem Gebiet mehr Zelltheilungen vorgefallen sind, als in Rinde und Mark, so liegt ein Irrthum für den Beobachter sehr nahe, dass er den in Bezug auf Zellenzahl vollendeten oder fast vollendeten cambialen Zustand des Rohrs der bastartigen Zellen mit den Einschlüssen der noch dünnerzelligen, also noch später entstandenen, auch noch im cambialen Zustande befindlichen Leitbündel, der dünnsten des Stammes, für den eines „Cambiumrohrs“ ansieht, das zur Anlage und Verdickung des Stammes diene, indem es der Reihe nach von Aussen nach Innen Leitbündel und Parenchym der Markstrahlen anlege und bald nach Aussen über seine jetzige Lage fortrücken werde, um weitere Neubildungen eintreten zu lassen, obgleich dies cambiale Rohr weiter nichts als der Jugendzustand eines ganz lokalen, aus dünneren Zellen bestehenden Rohrs ist, das bloss zur Steifung und Aufrechthaltung des Stammes dient und das anderwegen in Form von Collenchym oder bastartigen Zellen, die ich dann Scheidenschicht (Pringsh., Jahrb. I 444), meist jedoch in meinen öffentlichen Vorlesungen äussere Schutzscheide nannte, im äussern Theil der Rinde auftritt. Ich bin der Ueberzeugung, dass mehrere der Stämme, die ein solches dünner-zelliges, bastartiges oder in seinen Zellen stärker verdicktes Rohr, wie *Ruscus racemosus*, haben, in solcher Weise zur Annahme und Bestätigung des Daseins eines „Verdickungsrohrs“ Anlass gegeben haben. Die eben beschriebene Irrthumsquelle wird in Verbindung mit der starken Verdünnung des Stammes und quantitativen Abnahme seiner Bestandtheile nach oben, wie sie in der Gattung *Ruscus* überhaupt vorkommt, um so gefährlicher. Dass Sanio an dieser doppelten Klippe gescheitert ist, ergiebt sich daraus, dass er die quantitative Abnahme der Bestandtheile des Stammes nach oben übersehen hat, denn hätte er sie bemerkt, so würde er die Entscheidung der Frage ohne Zweifel bei *Ruscus racemosus* und *Hypoglossum*

aufgegeben haben, oder falls er die grossen daraus entstehenden Schwierigkeiten zu überwinden hoffte, jenes höchst gefährlichen Umstandes haben erwähnen und ihn in besondere Berücksichtigung haben nehmen müssen.

Schliesslich verwahre ich mich dagegen, dass Sanio (Bot. Zeitg. 1863, 118) die luftführenden, ungleichartig verdickten, gefässartigen, obgleich ganz geschlossenen Zellen des Leitbündels, die ich Leit-zellen nannte und nach ihrer Verdickungsart in Ring-, Schrauben-, Netz-, Leiter-, Porenleitzellen unterschied (Monatsbericht der Berl. Akad. 1862, 454), welche bis dahin als „Gefässe“ bezeichnet waren, obgleich sie keine sind, mit seinen „Tracheiden“ identificirt. Die Tracheiden Sanio's umfassen 2 sehr verschiedene und daher zu trennende Bestandtheile des Leitbündels, nämlich einmal die langen, dünnen, ring-, schrauben-, leiter- oder porenartig verdickten, meist in Längsreihen liegenden und dann mit eigenthümlich gestalteten Querwänden versehenen Zellen, wie sie dem geschlossenen Leitbündel eigen sind und in offenen Leitbündeln nur in der Markscheide auftreten, dann die kürzeren, stärker verdickten, nicht mit abweichend verdickten Querwänden versehenen, den spitzen Holzzellen ähnlichen Zellen des sekundären Holzes, wie sie bei sich verdickenden Stämmen nach dem primitiven Holz gebildet werden und Uebergangsformen von den spitzen Holzzellen zu den Gefässen des sekundären Holzes darstellen. Der Begriff der Leitzellen, so weit er die Dikotylen mit sich verdickendem Stamm angeht, z. B. *Drimys*, *Tasmannia*, umfasst den primären Theil der Leitbündel, der seit fast einem Jahrhundert als *Corona medullaris* (Hill), oder mit passenderer Benennung als „Markscheide“ bezeichnet und von dem übrigen später gebildeten Theil des Leitbündels stets unterschieden ist. Der Markscheide entspricht in dem geschlossenen Leitbündel der ganze nach Innen von den einfachen Leitzellen gelegene Theil desselben. In den sekundären, geschlossenen Leitbündeln der sich verdickenden Monokotylen (*Dracaena*, *Cordylina* u. s. w.) finden sich gefässartige Leitzellen ebenso wenig, als im sekundären Holz der Dikotylen. Die gefässartigen Leitzellen sind nur den primären Leitbündeln der sich verdickenden Monokotylen eigen (Monatsbericht d. Berl. Akad. 1862, 477 ff.). Die Arbeit Sanio's umfasst fast bloss das sekundäre Holz der Dikotylen und Gymnospermen, die meinige mit wenigen Ausnahmen das primäre, und zwar vorzugsweise der Monokotylen. Ein wichtiger Unterschied zwischen den gefässartigen Leitzellen des primären Holzes und den Tracheiden Sanio's des sekundären ist der angegebene Umstand, dass die

Leitzellen meist mit deutlich abgegrenzten und öfters von den Seitenwänden abweichend verdickten, aber nicht durchbohrten Querwänden Längsreihen bildend an einander liegen, als sollten sie längere, zusammengesetzte Röhren darstellen, wie diess die Glieder eines Gefässes thun. Ich habe dafür hinlängliche Belege beigebracht (Monatsbericht d. Berl. Akad. l. c.). Der Natur entspricht es nicht, wenn Sanio (l. c. 401) die ringförmigen, abrollbar oder nicht abrollbar schraubenförmig verdickten Zellen der Markscheide der Coniferen (*Pinus sylvestris*, *Picea vulgar.*, *Taxodium distichum*) und von *Drimys*, ebenso wie die bekannten langen, beiderseits spitz endigenden, bloss seitlich mit ein- oder mehrreihigen gehöften Poren versehenen sekundären Holzzellen unterscheidungslos mit einem Namen als Tracheiden bezeichnet. Dass die ring- und schraubenförmig verdickten Leitzellen der Markscheide und die Holzspitzzellen<sup>1)</sup> Mittelformen zwischen sich haben, ist eben so wenig ein Einwurf gegen die Unterscheidung dieser Zellformen durch besondere Namen, als das Vorkommen von Mittelformen zwischen irgend 2 andern charakteristisch verschiedenen Gewebstheilen ein Einwand gegen ihre anatomische Unterscheidung und gesonderte Bezeichnung sein kann. Wo finden sich zwischen 2 benachbarten Gewebstheilen keine Mittelformen? Die Zelle ist für den Anatomen das, was für den Taxologen die Art ist. Der Anatom darf durch Mittelformen ebenso wenig abgehalten werden: constant und charakteristisch verschiedene Zellformen besonders zu benennen, als der Taxologe Spielarten einer Pflanzenart aufzustellen. Die Unterscheidungen, welche Sanio sonst zwischen andern Bestandtheilen des Holzes eintreten lässt, zwischen: „Holzparenchym“, „Ersatzfasern“, „Libriform“, „gefächerten Libriformfasern“ sind fast minutiös, obgleich sie gerechtfertigt erscheinen mögen; um so auffallender ist es, dass er die Uebergangsformen zwischen Gefässen und Holzspitzzellen im sekundären Holz und die Leitzellen des primären Holzes nicht trennt. Ich will nur noch 2 der Zellbildungen einander gegenüber stellen, die nach Sanio als Tracheiden zusammengefasst werden müssten, von denen er offenbar die eine gar nicht gekannt hat; es sind dies die äusserst starren, rela-

1) Ich bezeichne seit Jahren in meinen Vorlesungen das „Holzparenchym“ als „Holzstumpfzellen“, indem ich mich ausser Stande sehe, Bastardworte, die bloss Zeugen schlechter Grammatik sind, zu gebrauchen und die spitzendigen Holzzellen als „Holzspitzzellen“. Parenchym ist deutsch „Stumpfzellen“, Prosenchym „Spitzzellen“.

tiv kurzen, nur 0,0156—0,0214<sup>mm</sup> dicken und 0,68—0,867<sup>mm</sup> langen<sup>1)</sup>, nach beiden Enden ohne ausgezeichnete Querwand allmählig zugespitzten, seitlich kaum gehöft spaltenporigen, sekundären Holzzellen, welche den Hauptbestandtheil eines unserer härtesten Hölzer, dessen der Rothbuche, bilden und die primären, bis dahin als „Spiralgefäße“ bezeichneten, höchst dünnwandigen, vor Zartheit gar nicht zu isolirenden, abrollbar, schrauben- oder leiterförmig verdickten, riesigen, über 5 Zoll langen und  $\frac{1}{4}$  Linie duodec. preuss. im Durchmesser haltenden Leit- zellen von *Nelumbium speciosum*, deren lange Querwand aufs Schönste netzförmig verdickt ist und rhombische Maschen hat (vergl. Monats- bericht d. Berl. Akad. l. c. 452, 466). Nichts ist unnatürlicher, als so verschiedene Gebilde unter einem Namen vereinigen zu wollen.

Königsberg, den 21. April 1864.

### N a c h t r a g.

Nach Schluss dieser Zeilen empfing ich von Herrn Dr. Hegel- meier seine sorgfältige und interessante Monographie der Gattung *Callitriche* (Stuttgart 1864, 4<sup>o</sup>), in welcher er (S. 25 ff.) die Zellen der Schutzscheide des Stammes und der Wurzel von *Callitriche* ganz in Uebereinstimmung mit meinen Beobachtungen an andern Pflanzen als ausgezeichnet gewellt auf ihrer obern, untern und seitlichen Wand darstellt. Die Wellung ist hier so stark, dass das Material für die Erkenntniss des Baues der Schutzscheide besonders geeignet erscheint. Die Zellen der Schutzscheide enthalten bei *Callitriche* während der Lebenszeit der Pflanze mehr Stärke, als die übrige Rinde und sind bisweilen damit noch ganz dicht erfüllt, wenn das Paren- chym der Rinde schon fast keine Stärke mehr enthält. Ich beobach- tete die Widerstandsfähigkeit gegen concentrirte Schwefelsäure und die starke Wellung der Wände der Schutzscheide zuerst vor einigen Jahren an den zarten Wurzeln der 4 bei uns einheimischen Arten von *Lemna*.

2. Mai 1864.

---

1) Ich untersuchte die ältesten Jahresringe von einem dicken Rothbuchenstamm von Barmen.

## Erklärung der Abbildungen.

### Taf. VIII und IX.

#### *Ficaria ranunculoides* Roth. Knollenwurzel.

- Fig. 1. Schutzscheidezellen in Wasser gesehen auf tangentialem Schnitt.  
Fig. 2. Schutzscheidezelle in Wasser gesehen auf radialem Schnitt.  
Fig. 3. Zellen der Schutzscheide in concentrirter Schwefelsäure gesehen, auf tangentialem Schnitt. Die Seitenwände der Zelle A ohne Wellung.  
Fig. 4. Querschnitt eines Stückes des Systems der Gefässbündel unter Kalilauge betrachtet. S Schutzscheide. G, G Gefässgruppen. M Mark. r Rindenzellen. L Bündel der einfachen Leitzellen.  
Fig. 5. Theil eines Querschnitts durch die Knollenwurzel. Bezeichnungen wie bei Fig. 4.  
Fig. 6. Schutzscheidezelle, ausnahmsweise mit schwachen, undentlichen Poren versehen. Radialer Schnitt.  
Fig. 7. Schutzscheidezellen auf etwas schiefem Querschnitt, die dunklen Streifen zeigend.

#### *Elodea canadensis* Mich.

- Fig. 8. Schutzscheidezellen des Stammes unter concentrirter Schwefelsäure auf tangentialem Schnitt.

#### *Brasenia peltata* Pursh.

- Fig. 9. Eine Schutzscheidezelle aus dem Hauptstamm, mit oblongen dunklen Stellen.

#### *Charlwoodia rubra* Planch. Wurzel.

- Fig. 10. Schutzscheidezellen des etwas schiefen Querschnitts einer Stelle mittleren Alters. Die Wand noch gleichmässig dick. a Aussen-, b Innenseite.  
Fig. 11. s—s stark und ungleich verdickte Schutzscheidezellen derselben Wurzel aus dem ältesten obersten Theil der Wurzel, dessen Rinde bis auf die Reste bei a ausser dem Epiblemma verwest war. h—h Holzzellen des Gefässkörpers. W, W primäre Wand.  
Fig. 12. Schutzscheidezellen derselben Wurzel, von der die Figur 10 entnommen ist, sehr jung, 4''' über der Spitze der Wurzel.  
Fig. 13. s—s Schutzscheidezelle, ohne Poren, im radialen Schnitt, von derselben Stelle wie Fig. 11. e, d stark verdickte obere und untere Wand der Mutterzelle. e dünne Wand der Tochterzelle. Bei b die Holzzellen des Gefässkörpers. a und b in Fig. 11—13 wie in 10.

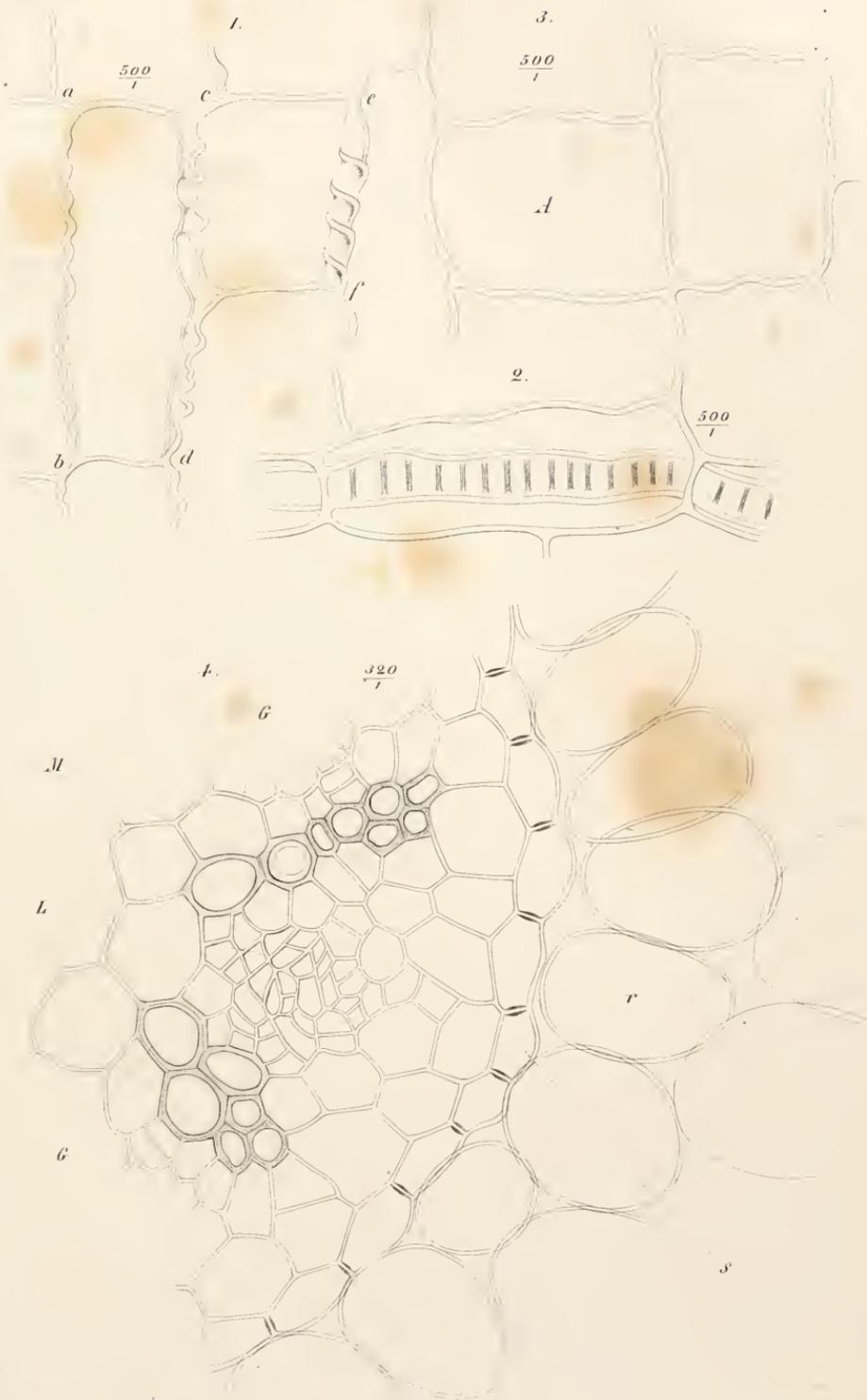
---

Fig. 14. Schematische Darstellung der oblongen dunklen Flecke.

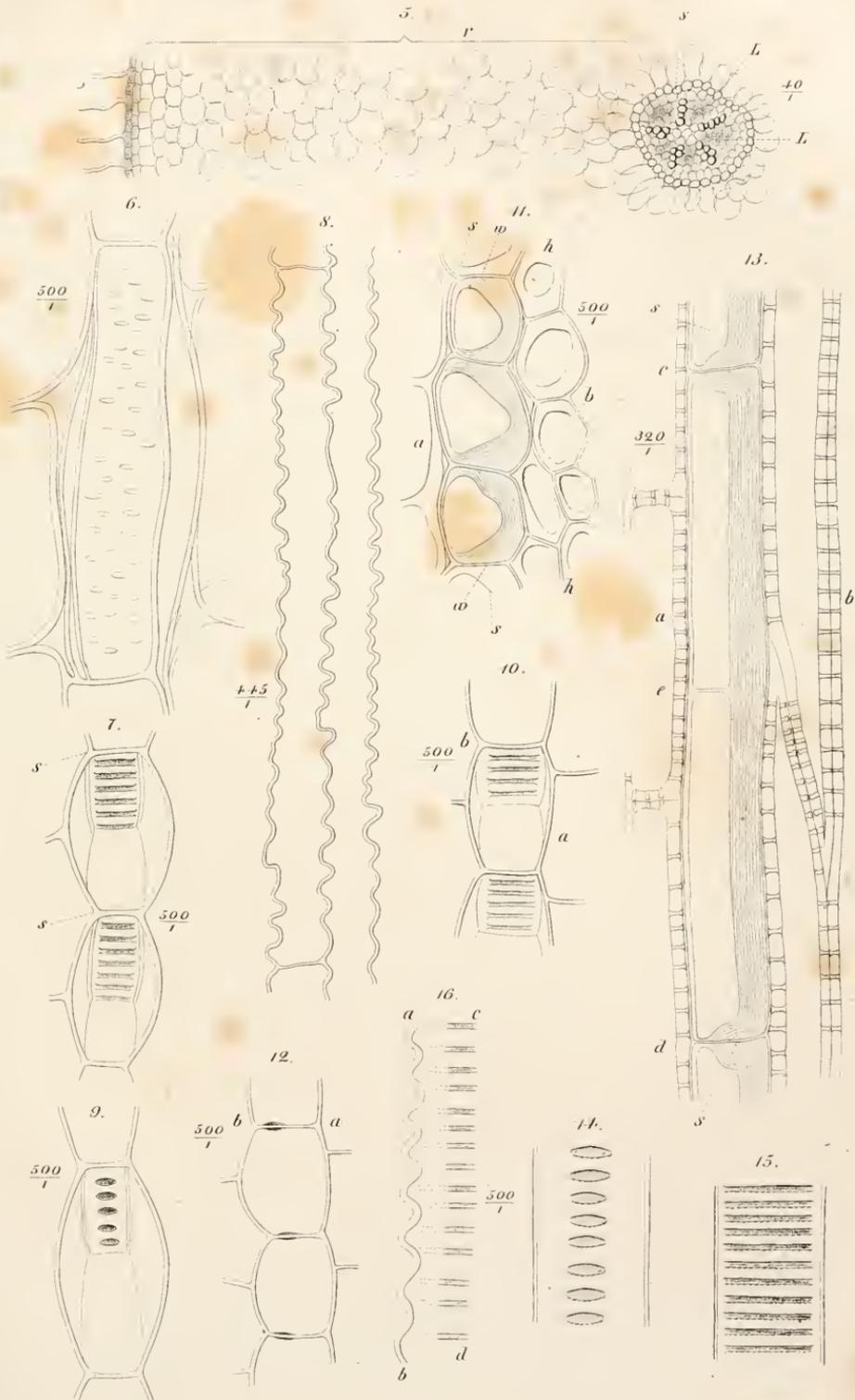
Fig. 15. Desgleichen der linealen dunklen Flecke.

Fig. 16. e—d schematische Darstellung der linealen dunklern Streifen, entsprechend den Seiten der Wellen ab, für den radialen Schnitt.

---







# 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): Caspary Robert

Artikel/Article: [Bemerkungen über die Schutzscheide und die Bildung des Stammes und der Wurzel 103-124](#)