

Mittheilungen.

16. C. Müller: Ein Beitrag zur Kenntniss der Formen des Collenchyms.

(Mit Tafel XI.)

Eingegangen am 30. Mai 1890.

Es ist bekannt, dass die Bezeichnung Collenchym ursprünglich von LINK für die von gallertigen, fast breiig werdenden Membranen umschlossenen Pollenmutterzellen in Anwendung gebracht worden ist, dass aber SCHLEIDEN später, zuerst halb scherzweise, diesen Namen auf gewisse eigenartig verdickte Gewebeelemente der Cacteen übertragen hat.¹⁾ Durch MOHL, UNGER, SACHS und Andere ist dann der Name Collenchym in erweitertem Sinne benutzt worden, wobei man sich ganz von der ursprünglichen LINK'schen Auffassung entfernte und nun den Begriff Collenchym für Zellformen einführte, deren Character in der localisirten, also ungleichmässigen Verdickung der Wände gesucht werden muss. Eine klare Definition scheint für Collenchym nirgends gegeben worden zu sein. Umfang und Inhalt des Begriffes zu bestimmen blieb vielmehr der Erfahrung und dem Tactgefühl der Forscher überlassen. Stillschweigend hat man sich als Regulativ für die Benennung an gewisse „typische“ Formen des Collenchyms gehalten, namentlich an das von SACHS in seinem Lehrbuch gegebene Bild des Collenchyms aus dem Blattstiele einer nicht näher bezeichneten Begonia. SACHS gab dieses Bild (wenigstens in der 2., 3. und 4. Auflage des Lehrbuches) ohne jegliche Erwähnung in dem Texte. Bei der Besprechung des Dickenwachsthums der Zellhaut kommt er auf die Tüpfelbildung zu sprechen. Als Beispiel von Tüpfeln einfachster Art werden die der Parenchymzellen der Cotyledonen der Bohne in Fig. 21 A (l. c. p. 24) dargestellt. Mit diesem Holzschnitte ist scheinbar

1) Man vergleiche die Angabe in DE BARY, *Vergl. Anat.* 1877. S. 127.

ohne irgend welchen sachlichen Zusammenhang das als Fig. 21 B bezeichnete Collenchymbild vereint. Die Figuren-Erklärung besagt dann nur: „Die Epidermiszellen sind auf der Aussenwand gleichmässig verdickt, wo sie an das Collenchym anstossen, gleich diesem an den Längskanten, wo je drei Zellen zusammentreffen, verdickt; diese Verdickungsmassen sind sehr quellbar.“ In dieser Figurenerklärung liegt also implicite die Definition des Collenchyms, welche inhaltlich in der 3. und 4. Auflage des SACHS'schen Lehrbuches noch einmal bei der Betrachtung der Formen des Hypoderms wiederkehrt, bezüglich dessen die Angabe gemacht wird, dass dasselbe „häufig bei Dicotylen (Stengel und Blattstiele) aus Collenchym besteht, dessen Zellen longitudinal gestreckt, eng, in den Kantenwinkeln mit stark quellungsfähiger Masse verdickt sind.“¹⁾ Da in dem Lehrbuche kein weiteres Vorkommen und keine specielleren Formen des Collenchyms erwähnt sind, so soll den angeführten Stellen wohl der Werth einer allgemeingültigen Definition beigegeben werden, was übrigens auch aus SACHS' Darstellung in den „Vorlesungen über Pflanzenphysiologie“ (2. Aufl. 1887, S. 151) hervorgeht; hier wird das Collenchym als Grundgewebe angeführt, dessen Längswände in den Winkeln der Zellen wulstartig vorspringende Verdickungen einlagern, welche in Wasser, noch mehr in verdünnter Kalilösung aufquellen und dem Querschnitt des Gewebes einen ungemein charakteristischen Ausdruck verleihen.“

An dieser kargen Behandlung des Collenchyms änderte sich auffälligerweise kaum das Geringste durch das Erscheinen der nach der beschreibenden Seite hin doch sonst so vortrefflichen „Vergleichenden Anatomie“ von DE BARY. In dieser wird das Collenchym auf kaum 1½ Seite (p. 126—127) behandelt und als „eine bestimmte Specialform von dickwandigem Parenchym unterschieden, welche zumal in Stengeln, Blattstielen und Blattrippen krautiger Dicotyledonen und in den Blattstielen der Marattien unter oder nahe der Epidermis gelegene, mehrschichtige Lagen bildet und in ihrer typischen Entwicklung durch Gestalt und Wandstructur ihrer — theilungsfähigen und chlorophyllführenden — Zellen ausgezeichnet ist.“ Nach der Erwähnung der Kammerung der meist langgestreckten, prismatischen Collenchymzellen heisst es dann weiterhin (l. c. p. 126): „Die Wände sind auf den Endflächen und längs der ganzen Mitte der mit gleichnamigen in Berührung stehenden Seitenflächen dünn, längs der Kanten aber mit starker Verdickung versehen, welche in das Lumen der Zelle bis zu dessen Abrundung oder noch tiefer einspringt.“ Als Erläuterung hierzu wird in Fig. 47 das SACHS'sche Collenchymbild (noch mit dem aus der SACHS'schen „Fig. 21 B“ herrührenden „B“ behaftet) reproducirt sammt dem von SACHS gegebenen Wortlaut der Figuren-Erklärung.

2) Lehrbuch, 3. Aufl. S. 108, 4. Aufl. S. 125.

Im Weiteren giebt DE BARY an, dass die verdickten Wandtheile in Wasser stark quellbar seien, ohne jedoch gallertig zu werden, bei Wasser-Entziehung sich nach allen Richtungen stark verkürzend. Im durchfeuchteten Zustande zeigen sie bei durchfallendem Lichte einen charakteristischen, bläulich weissen Glanz. Sie werden durch Chlorzinkjod hellblau, nach leichter Erwärmung mit Kali durch Jodkaliumlösung sofort intensiv blau“. In Bezug auf die Tragweite des Begriffs Collenchym bleibt aber nach DE BARY's eigenen Worten die Morphologie auf dem alten Fleck, denn er sagt (l. c. p. 127): „Wie weit man die Bezeichnung ausdehnen will, ist vielfach eine Geschmackssache.“ Eine scharfe Abgrenzung wäre nicht durchführbar.

Was nun die neueren Lehrbücher anbetrifft, so fassen sich dieselben fast ausnahmslos (soweit sie mir bekannt geworden sind) betreffs des Collenchyms nicht minder kurz. Sie beschränken sich meist auf die Angabe, dass die Collenchymzellen längs den Kanten verdickt sind, so dass auf Querschnitten die Ecken, wo je drei Zellen zusammentreffen, das charakteristische, schon von SACHS gezeichnete Bild entstehen lassen, welches dann als das „typische“ in die Anschauung aller Jünger der Botanik übergeht, obwohl es rein sachlich gar nicht (etwa wegen seiner Häufigkeit) typisch genannt werden kann.

Angesichts der mangelhaften Charakteristik des Collenchyms durch die Lehrbücher¹⁾ muss es angezeigt erscheinen, dass die rein morphologische Unterscheidung durch das Studium der Collenchymformen nach Möglichkeit vertieft werde. Das ist zum Theil auch bereits längst geschehen, doch sind die Angaben leider so zerstreut, dass es erst eines zeitraubenden Litteraturstudiums bedarf, ehe man nur einigermaßen über die Natur des Collenchyms orientiert ist. Einen Theil dieser Arbeit hat VESQUE geleistet. In seinem „Mémoire sur l'anatomie de l'écorce“²⁾ widmete er dem Collenchym einen besonderen Abschnitt (p. 103—108). Er definirte auch hier: „Le collenchyme est un tissu qui a pour caractère essentiel l'épaississement des arêtes longitudinales des cellules; sur la coupe transversale, on voit les parois latérales minces et des masses volumineuses dans les angles, à la place ordinaire des méats intercellulaires.“ Er schliesst dabei ein der primären Rinde angehöriges Gewebe aus, welches er (l. c. p. 100) als tissu collenchymatoïde bezeichnet wissen möchte und von welchen er sagt: „Très souvent les rangées extérieures de cellules s'épaississent un peu, surtout dans les angles; on n'y trouve plus de méats intercellulaires; la place qui correspond à ces méats est occupée par de la cellulose qui passe à l'état d'un mucilage.“ Ich kann diese Unterscheidung für die mir

1) Dieselben müssen sich naturgemäss sehr kurz fassen, können sich also nur auf „typische“ Fälle beschränken.

2) Ann. sc. nat. sér. VI, T. II. 1875, p. 82—198.

bekanntem Fälle nicht gut heissen, denn es liegt hierin fast regelmässig die Form, wie sich das „typische“ Collenchym in das Grundparenchym, ich möchte sagen, abtönt.¹⁾ Für das „typische“ Collenchym, dessen Zellen nach VESQUE niemals verholzt sind, schlägt derselbe Verfasser aber nach der Form der Verdickungen, wie sie auf dem Querschnitte der Organe erscheinen, die Unterscheidung in convexes und concaves Collenchym vor. Ersteres ist das „typische“ der Lehrbücher, bei welchem die Kantenverdickungen wie Strebepfeiler²⁾ in das Zelllumen hervorgewölbt sind; letzteres zeigt concave gegen das Lumen gestaltete Kantenverdickungen, die Lumina erscheinen dadurch, wie üblich, cylindrisch gerundet.

Von besonderem Interesse ist die auch von VESQUE hervorgehobene Thatsache, dass Intercellularräume im Collenchym selten sind, doch finde man solche hin und wieder (quelquefois) bei Solanaceen, besonders bei *Scopolia*, auch bei den Compositen, z. B. *Eupatorium adenophorum*.³⁾ Als Inhaltsstoffe der Collenchymzellen treten nach VESQUE auf roth oder violett gefärbter Zellsaft, Krystalle von Kalkoxalat, bei den Acanthaceen auch die bekannten Cystolithen. Chlorophyll darf vollkommen entwickeltes Collenchym nicht enthalten.⁴⁾ Endlich ist noch hervorzuheben, dass das Collenchym auf „eine einzige, gemeinschaftliche, concave Membran“⁵⁾ beschränkt sein kann, wozu Valerianeen, Dipsaceen, einige Rubiaceen, die Solanacee *Nierembergia*, ferner *Nemophila*, *Linaria*, *Plantago*, *Verbena*, *Turritis* und *Sisymbrium* angeführt werden.

Einen viel wesentlicheren Fortschritt machte unsere Kenntniss vom Collenchym durch SCHWENDENER, der mit seinem „mechanischen Princip“ die physiologische Bedeutung jener Gewebeform in die Betrachtung rückte. Nach SCHWENDENER gehört das Collenchym zu den specifisch mechanischen Zellen, obwohl es in der mechanischen Stufenfolge jedenfalls die letzte Stelle einnimmt.⁶⁾ Seine besondere Aufgabe ist es, in jungen, streckungsfähigen Internodien dem intercalaren Aufbau die nöthige Stütze zu geben. Das Collenchym ist also nach SCHWENDENER auf's Engste functionsverwandt mit dem Bast und Libriform, und diese Functionsverwandtschaft fand sich denn auch durch die morphologischen Characterere vollauf bestätigt. Schon auf der zweiten Seite des „Mechan. Princip“ spricht sein Autor von bastähnlichen Collenchymzellen und später behandelt er Fälle, in welchen

1) Das giebt auch VESQUE, l. c., p. 103, selbst zu.

2) „semblable à une colonne engagée“ (l. c., p. 104).

3) l. c., p. 104.

4) Le collenchyme parfaitement développé ne doit pas renfermer de chlorophylle (l. c., p. 105).

5) „une seule membrane mitoyenne collenchymateuse concave (l. c., p. 105).

6) Mechan. Princip, S. 9.

von ihm ein directer Uebergang einzelner Collenchymzellen oder ganzer Collenchymzellgruppen in Bast beobachtet wurde (*Tecoma*, *Eryngium*, *Astragalus*). Uebrigens handelt es sich hier um collenchymatische Phloëmbelege, in welchen sich „aus dem Collenchym die eigentlichen Bastzellen, die sich schon durch ihre stärkere Lichtbrechung abheben, herausmodelliren“.¹⁾ In anderen Fällen bleiben die Phloëmbelege collenchymatisch. Einen Beweis, dass das Collenchym in seiner Function den Bast vertreten kann, dass gleichsam eine phylogenetische Metamorphose in analoger Weise, wie die besprochene ontogenetische sich demonstrieren lässt, liefern die Vorkommnisse in den Blattstielen und Inflorescenzaxen der Aroideen, deren collenchymatischer Bast von SCHWENDENER zuerst erkannt wurde. ENGLER hat die Verbreitung desselben in seiner Monographie der Araceen²⁾ sehr ausführlich berücksichtigt. Er hebt auch in Uebereinstimmung mit SCHWENDENER's Ansicht hervor, dass in den Blättern verwandter Formen, welche für längere Dauer bestimmt, das Collenchym durch dickwandigen Bast vertreten ist.

Nach verschiedenen Richtungen hin haben SCHWENDENER's Angaben über die Morphologie und Physiologie des Collenchyms Anregung gegeben. HABERLANDT verfolgte bekanntlich die Entwicklungsgeschichte des mechanischen Systems³⁾ und bespricht hierin natürlich auch das Collenchym. Er kommt sogar zu dem überraschenden Resultat, dass alle Bastzellen zuerst als Zellen mit collenchymatischer Verdickung auftreten; es sei das bei den Monocotylen sowohl wie bei den Dicotylen eine ganz ausnahmslose Erscheinung.⁴⁾ HABERLANDT unterscheidet deshalb provisorisches Collenchymgewebe vom Dauercollenchym. Der morphologische Unterschied beider Formen spricht sich darin aus, dass das provisorische Collenchymgewebe die Seitenwandungen der Zellen, nicht also bloss die Kanten, verdickt aufweise, welche letztere allein beim Dauercollenchym verdickt sind. Das HABERLANDT'sche Dauercollenchym würde sich also mit dem „typischen“ Collenchym der Autoren decken.

Besonders eingehend behandelt HABERLANDT die Metamorphose der Collenchymzellen und bestätigt SCHWENDENER's Beobachtung, wonach die Bastzellen sozusagen in der Collenchymzelle entstehen, während die Reste der Collenchymwände eine Intercellularsubstanz darstellen. Die Wachstums- und Theilungsfähigkeit der Collenchymzellen wurde gleichfalls bestätigt, so dass HABERLANDT im Collenchym ein

1) l. c., p. 5.

2) *Araceae auctore ADOLPHO ENGLER*, in: DE CANDOLLE's *Monographiae Phanerogamarum Prodrumi nunc continuatio, nunc revisio*. Vol. II. Paris, 1879.

3) HABERLANDT: *Die Entwicklungsgeschichte des mechanischen Gewebesystems der Pflanzen*. Leipzig, 1879.

4) l. c., p. 50.

provisorisches Gerüst in wachsenden Organen erblickt, das in einigen Fällen einem prosenchymatischen Collenchymcambium (*Lamium*, *Cucurbita*), in anderen bereits vorhandenem Parenchym seinen Ursprung verdankt (*Chenopodium*). Epidermoïdales Collenchym d. h. aus der Epidermis hervorgehendes, fand HABERLANDT in Blüthenschaft von *Allium ursinum* (l. c., p. 60).

Weitere Beiträge zur Kenntniss der Entwicklungsgeschichte, der Morphologie und der physikalischen Eigenschaften des Collenchyms verdanken wir AMBRONN¹⁾. Bezüglich der Morphologie bespricht er den collenchymatischen Bast, weitere Fälle des Vorkommens der Metamorphose von Collenchymzellen in echte Bastzellen, sowie die Bildung von Collenchymschichten aus der Epidermis bei *Peperomia latifolia*. Die Epidermis selbst wird hier aber nicht, wie etwa bei *Allium*, selbst zu Collenchym. Bezüglich der Collenchymformen unterscheidet AMBRONN drosenchymatisches und parenchymatisches Collenchym, ohne natürlich behaupten zu wollen, dass Uebergänge zwischen beiden Typen fehlen, auf welche bereits SCHWENDENER³⁾ hingewiesen hatte. Bezüglich der mechanischen Function der Collenchymzellen, welche für AMBRONN allein in Betracht kommt, fand er, dass sie in der absoluten Festigkeit den echten Bastzellen nur wenig nachgeben. Wesentlich verschieden sind die Collenchymzellen von jenen nur in einem Punkte, „dass die Elasticitätsgrenze mit der absoluten Festigkeit nicht zusammenfällt“, d. h. die Collenchymzelle lässt sich, ohne zu reissen, so stark dehnen, dass sie nach dem Zuge dauernd eine beträchtliche Verlängerung beibehält. Auch diese Thatsache beweist, „dass das Collenchym dem intercalaren Aufbau der Pflanzentheile die nöthige Stütze gewähren kann, ohne dem Längenwachsthum desselben hinderlich zu sein“. Uebrigens ist die Quellbarkeit der Collenchymzellen nach AMBRONN wenig beträchtlich.

In sehr anschaulicher Weise sind diese Thatsachen von HABERLANDT in seiner „Physiologischen Pflanzenanatomie“ (1884) dargestellt worden. Nicht berücksichtigt scheinen aber darin die aus den Jahren 1881 und 1882 datirten Arbeiten von GILTAY über das Collenchym zu sein, von welchen mir nur die vorläufige Mittheilung in Nr. 10 der Botan. Ztg. von 1881 und die Referate in JUST's Jahresbericht pro 1881 und 1882 bei der Ausarbeitung dieser Mittheilung bekannt geworden sind. GILTAY betont in seinen Arbeiten den Streit, in welchen das Collenchym mit dem Assimilationsgewebe geräth, sowohl als ganzes Gewebe, als auch bezüglich der einzelnen Zellformen. „Im Allgemeinen steht der Grad der Chlorophyllhaltigkeit im umgekehrten

1) AMBRONN: Ueber die Entwicklungsgeschichte und die mechanischen Eigenschaften des Collenchyms. PRINGSHEIM's Jahrb. XII. 1881. S. 473—541.

2) l. c., p. 512.

3) Mech. Princip, p. 4.

Verhältniss zur Entwicklung der collenchymatischen Verdickungen“ und „eine typische Collenchymzelle kann nur dann chlorophyllhaltig sein, wenn wenigstens an einer ihrer Ecken ein genügend grosser Inter-cellularraum vorhanden ist“¹⁾. GILTAY hat auch die gleichmässige Verstärkung der tangentialgerichteten Wände gewisser Collenchymzellen beobachtet, welche, wie ich oben angeführt habe, von VESQUE als „membrane mitoyenne collenchymateuse“ beschrieben wurde. „Typisch“ nennt GILTAY aber doch dasjenige Collenchym, welches in den Kanten verdickt ist, denn dieses vereinigt sehr starke Wandverdickungen mit sehr freier, osmotischer Verbindung der einzelnen Zellen untereinander. Die Verdickungen betreffen hier nur diejenigen Stellen, welche dort durch die öfters auftretenden Inter-cellularräume die geringste Bedeutung haben²⁾. Da aber die Bildung von Inter-cellularräumen ohnehin gemeinhin ganz unterbleibt, so wird der Gasaustausch im Collenchym nur durch Diffusion von Zelle zu Zelle bewirkt.

Am auffälligsten sind GILTAY's Angaben über die physikalische Beschaffenheit der Collenchymzellen. Zunächst soll ihr hoher Glanz keine spezifische Eigenschaft sein. GILTAY vermuthet sogar, dass der Brechungscoefficient für Collenchym derselbe sein dürfte, wie der der Wände der Parenchymzellen des Grundgewebes. Der optische Effect sei lediglich quantitativ durch die Collenchymverdickung gesteigert. Andererseits stehen GILTAY's Angaben über die Quellbarkeit der Collenchymwände in Widerspruch mit den Beobachtungen AMBRONN's. Ersterer fand die Quellung zwischen 11—22 pCt., wenn er die Verkürzung durch wasserentziehende Mittel bewirkte.

Man wird aus dieser kurzen Litteraturübersicht ersehen haben, dass die neueren Arbeiten wesentlich die physiologische Seite berücksichtigten. Das Morphologische trat dabei naturgemäss mehr in den Hintergrund. Ich habe deshalb in dem Vorausgehenden gerade das in den Vordergrund gerückt, was in jenen Arbeiten mehr nebensächlich behandelt worden ist. Schon aus diesem erhellt nun zur Genüge, dass die üblichen Definitionen und die weit verbreitete Anschauung von dem „typischen Collenchym“ nicht den vollen Charakter des Collenchyms trifft. Die übliche Definition des Collenchyms ist viel zu eng, sowohl nach dem morphologischen wie nach dem physiologischen Gesichtspunkte hin. Es genügt keinesfalls zu sagen: Das Collenchym ist durch die Kantenverdickung seiner Elemente charakterisirt³⁾, und es

1) Bot. Ztg. 1881, Nr. 10, S. 155.

2) Vgl. die Darstellung l. c., p. 159.

3) ROTHERT geht in seiner Arbeit: Vergleichend-anatomische Untersuchungen über die Differenzen im primären Bau der Stengel und Rhizome krautiger Phanerogamen (Dorpat 1885) so weit, dass er (S. 20) sagt: „Collenchym ist unverholztes Inom (d. h. Fasergewebe) mit bloss in den Kanten verdickten Wänden“. Er giebt sogar als Textanmerkung hierzu den einschränkenden Satz: „Von dem echten

genügt nicht zu sagen: Das Collenchym ist eines der specifisch-mechanischen Gewebe, nämlich das wegen seiner streckungs- und theilungsfähigen Elemente für den intercalaren Aufbau angepasste. Bei der Untersuchung von zahlreichen Blattstielen der Monocotylen und Dicotylen — ich habe deren mehr als 400 zu vergleichen Gelegenheit genommen — beobachtete ich eine Fülle von Collenchymformen, die sich etwa auf folgende, unter einander gleichberechtigte, aber naturgemäss durch Uebergangsformen verbundene Typen zurückführen lassen:

1. Collenchym mit Kantenverdickung — ich nenne es kurzweg **Eckencollenchym** — ist wesentlich identisch mit dem „typischen Collenchym“ der Autoren. Die Zellen desselben sind fast durchweg lückenlos mit einander verbunden; nur hin und wieder ist in den Zwickeln, wo 3—5 Zellen zusammenstossen, ein äusserst kleiner Interzellularraum vorhanden. Die in jedem Zwickel sich vereinigenden, convex oder concav gegen das Zelllumen contourirten Verdickungsleisten setzen sich meist scharf gegen die zarten, gemeinsamen Wandflächen der benachbarten Zellen ab. Auf dem Querschnitt erscheinen die Verdickungen, je nachdem 3, 4 oder 5 Zellen in gemeinsamer Kante zusammenstossen, als drei-, vier- oder fünfseitige glänzende Felder, welche durch die zarten Wände nach Art eines Netzes mit knotigen Maschen vereint sind. Hierher das Collenchym in Blattstielen von *Ficus*-Arten, *Erythroxyton*, *Impatiens* (dreiseitig concave Zwickel); *Vitis*, *Ampelopsis*, *Betonica*, *Salvia*, *Phlomis*, *Stachys*, *Acanthus*, *Fagopyrum*, *Polygonum*, *Beta*, *Rumex*, *Wigandia*, *Böhmeria*, *Morus*, *Cannabis*, *Gunnera*, *Phytolacca*, *Saxifraga*, *Datisca*, *Atropa*, *Plantago*, *Eriobotrya*, *Alchemilla*, *Cacalia*, *Eupatorium*, *Centaurea*, *Cephalaria*, *Alfredia*, *Aegopodium*, *Heracleum*, *Nymphaea* u. A. (vierseitig concave Zwickel); *Begonia*, *Pelleonia*, *Nymphaea* (und relativ wenig andere mit convexen Zwickeln).

2. Collenchym mit allseitig verdickten Wänden — **Bastcollenchym** — besteht aus lückenlos zusammenschliessenden Zellen, welche die Mittellamellen meist gar nicht oder doch nur undeutlich erkennen lassen. Schichten-(Schalen-)Bildung ist nicht deutlich. Tüpfelbildung kommt auf den Seitenflächen benachbarter Zellen vor. Verdickung der Wände bis zu fast völligem Verschwinden des Lumens habe ich nicht beobachten können, umgekehrt bleibt aber das Lumen oft sehr gross, so dass die Wandverdickung nur relativ schwach entwickelt ist. In manchen Fällen nähert sich die Form des Bastcollenchyms dem Eckencollenchym. Bastcollenchym tritt fast nur in Strängen auf, theils in Form der Collenchymrippen unter der Epidermis, besonders bei kantigen Blattstielen und Stengeln, theils in Begleitung der Leitbündel, sowohl als Beleg der Phloëmseite als auch der Xylemseite,

Sclerenchym und Collenchym ist sclerenchym- oder collenchymähnlich verdicktes Parenchym wohl zu unterscheiden.“

bei normaler Orientirung der Leitbündel also auf deren Innenseite, hinter den primären Gefässgruppen. Beispiele bieten *Conium*, *Silaus*, *Imperatoria*, *Heracleum*, *Salvia*, *Tussilago*, *Petasites*, *Tommasinia*, *Hieracium*, *Tilia*, *Magnolia*, *Cercis*, *Phaseolus*, *Fraginus*, *Rhus*, *Acer* und viele Andere. Es gehören hierher auch die Collenchymstränge der Araceen, von welchen ich Arten von *Xanthosoma*, *Sauromatum*, *Colocasia* und *Alocasia* verglich. Ich ziehe gerade wegen dieser den Namen „Bastcollenchym“ vor der üblichen Bezeichnung „collenchymatischer Bast“ vor, weil die Eigenschaften des Collenchyms entschieden vorwiegen. Es liegt hier ausserdem ein Dauercollenchym vor, welches nie die oben erwähnte Metamorphose in echten Bast erleidet. Andererseits ist der Name „collenchymatischer Bast“ auch für die im Folgenden zu besprechende Collenchymform angewendet worden¹⁾.

3. Collenchym mit allseitig verdickten Wänden und stark differenzirter Innenlamelle jeder Collenchymzelle — ich nenne es in Kürze **Knorpelcollenchym**. Auf dem Querschnitte erscheint das Gewebe wie ein Knorpelquerschnitt. In der charakteristisch leuchtenden Grundmasse ist keine Mittellamelle, keine Zellgrenze sichtbar. Die Lumina erscheinen in der Grundmasse wie feine Röhrenquerschnitte, welche gegen die Grundmasse durch eine scharfe ringförmige Linie abgegrenzt sind. Hierher Formen, welche von SCHWENDENER, HABERLANDT und AMBRONN als direkter Uebergang von Collenchym in Bast besprochen worden sind. Ich beobachtete diese Collenchymform bisher am ausgezeichnetesten bei *Oenanthe fistulosa*. Ausserdem bei *Peucedanum latifolium* und *officinale*, sowie bei *Thysselinum palustre*. In allen diesen Fällen bildet das Knorpelcollenchym die hypodermalen Rippen. Bei *Plantago lanceolata*, *Quercus Cerris* und *Echinops* bildet es die Bündelbelege. Stellenweise nimmt der Collenchymring um die einzelnen periphloëmatisch-concentrischen Bündel im Blattstiele von *Gunnera scabra* dieselbe Form an. Bisher einzig dastehend ist das gleiche Vorkommniss innerhalb der Bündel bei *Trollius europaeus*. Hier ist das gesammte Phloëm bis auf eine ringförmige, sehr schmale peripherische Zone durchweg als Collenchym entwickelt; auf der Aussenseite jedes Bündels findet sich ein im Querschnitt sichelförmiger Hartbastbeleg, auf der Innenseite schliesst sich in entsprechender Sichelform das Xylem an.

4. Collenchym mit tangentialen Verdickungsplatten — **Plattencollenchym**. Dasselbe ist bereits von VESQUE beobachtet worden und als „seule membrane mitoyenne collenchymateuse“, wie

1) Aus der Bezeichnung „collenchymatischer Bast“ ist jedenfalls das Missverständnis hervorgegangen, dass TSCHIRCH in seiner „Angewandten Pflanzenanatomie“ S. 300 angiebt, dass das Collenchym nur bei Dicotylen angetroffen werde, dass das Fehlen des Collenchyms also ein diagnostischer Charakter der Monocotylen sei. Die Schuld an diesem Missverständnis trägt zweifellos die gebräuchliche Bezeichnung „Bast“ für das Araceencollenchym.

oben erwähnt, besprochen. Dass dieselbe Form von SCHWENDENER und AMBRONN bereits gesehen wurde, geht aus Abbildungen in deren Arbeiten hervor. GILTAY hat dieselbe Form besonders besprochen. Beim Plattencollenchym schliessen die Zellen in tangentialer Richtung lückenlos aneinander. Die Tangentialwand ist gleichmässig verdickt, und da die Tangentialwände benachbarter Zellen in gleichem Abstände von der Umrisslinie des Organes neben einander liegen, so entstehen Collenchymplatten von mehr oder minder weiter Ausdehnung (wie in Fig. 1 und 2 unserer Tafel XI). In vielen Fällen wird man die verdickte Aussenwand der Epidermiszellen, sofern sie nicht durch Cutinisierung wesentliche Aenderung erfährt, dem Plattencollenchym zurechnen müssen. Es gehört deshalb hierher auch der von HABERLANDT beobachtete Fall des epidermoidalen Collenchyms des Blüthenschaftes von *Allium*. Ich beobachtete genau den gleichen Fall bei *Colchicum autumnale*, ausserdem an den Blattstielen von *Trollius europaeus*. Hier sind nur die Aussenwände und noch mehr die Innenwände der Epidermiszellen collenchymatisch verdickt. Der Blattstiel ist also nach aussen hin durch zwei parallele Collenchymplatten (eine Schicht Plattencollenchym) abgeschlossen. In anderen Fällen (*Hacquetia*, *Astrantia* etc.) ist die mit der Cuticula überdeckte Epidermisaussenwand mässig verdickt, dagegen bilden die Innenwände der Epidermis und die Aussenwände der unmittelbar darunterliegenden Zellschicht eine mächtige Collenchymplatte. Eine zweite solche wird von den Innenwänden der hypodermalen Zellen gebildet. In anderen Fällen folgen nach Innen weitere tangentiale Collenchymplatten. Bei *Raponticum cynaroides* zählte ich im Blattstiele stellenweise bis 9 tangentiale Collenchymplatten, es waren also 7—8 Schichten Plattencollenchymzellen übereinandergelagert. Bei *Tussilago Farfara* findet man die inneren Collenchymplatten häufig durch verdünnte Stellen (Fig. 1 bei d) unterbrochen. Es sind das zweifellos „Durchlassstellen“ für den leichteren osmotischen Austausch der aufeinanderfolgenden Tangentialschichten der Zellen. Sehr auffällig wird diese Erscheinung bei *Sambucus nigra*. Hier lösen sich die tangentialen Platten in einzelne, relativ schmale Bänder auf, deren jedes sich auf eine beschränkte Anzahl nebeneinanderliegender Zellen erstreckt.

Besonders schön entwickeltes Plattencollenchym zeigen die Blattstiele von *Astrantia major*, *Biebersteinii* und *neglecta*, *Cephalaria radiata*, *Eupatorium*, *Hieracium*, *Raponticum*, *Aster Lindleyanus*, *Sanguisorba* u. v. a.

5. Collenchym mit gleichmässiger Verdickung der an die Interzellularräume anstossenden Wandflächen. Ich nenne es **Lückencollenchym**. Ich halte dasselbe für eine der interessantesten Collenchymformen, dessen extremste Formen, wie es mir scheint, noch nicht beobachtet worden sind¹⁾. Es wurde schon in der Litteratur-

1) Die Besprechung des Lückencollenchyms war die äussere Veranlassung für die Publication des vorliegenden Aufsatzes.

übersicht erwähnt, dass das Vorkommen von Intercellularen im Collenchym selten genannt werden muss. VESQUE führt unter Anderem Compositen an und erwähnt deren nur eine, *Eupatoria adenophorum*. Es ist mir nicht unwahrscheinlich, dass auf diese Mittheilung hin einige Compositen von DE BARY untersucht worden sind, und dass dem entsprechend bei DE BARY der Passus Aufnahme fand: „Die Zellen (des Collenchyms) sind unter einander in lückenlosem Verbands; nur ausnahmsweise (Stengel von *Silphium conjunctum* und Verwandten) sind die Lagen der Länge nach von Intercellulargängen durchzogen“. Ausser diesen Angaben ist mir nur noch die Bemerkung von GILTAY betreffs des Vorkommens von Intercellularen bekannt geworden, welche ich schon oben angeführt habe¹). Aus allen diesen Angaben wird man sich jedoch nur die Vorstellung gemacht haben können, dass in den Zwickeln der Collenchymzellen hin und wieder Intercellularräume vorkommen, wie man ja auch dem Vorkommen sehr enger Intercellularen in den Winkeln der gewöhnlich lückenlos zusammenstossenden Bastfaserzellen begegnet. Ziemlich grosse Intercellularen im Baste von *Astrantia Biebersteinii* findet man abgebildet in Fig. 4 auf Tafel I des Jahrgangs 1888 dieser Berichte, woselbst ich die phloëmständigen Secretkanäle der Umbelliferenbündel behandelt habe. Beim Ecken-collenchym kommen derartige Intercellularen nicht selten vor, obwohl der häufigste Fall eben der ist, wo diese Intercellularen durch „Intercellularsubstanz“ angefüllt sind. Häufig sind dagegen Collenchymintercellularen an der Grenze, wo das Collenchym in das Grundgewebe übergeht, auch in den Fällen, wo Platten-collenchym vorliegt. Einen solchen Fall stellt Fig. 1 auf Tafel XI für *Tussilago Farfara* dar. Hier ist sogar der Uebergang zu dem von Intercellularen durchsetzten Collenchym ziemlich schroff. Einen analogen Fall bringt Figur 2 Tafel XI für *Salvia hians* zur Darstellung. Hier ist die Epidermis als Platten-collenchym entwickelt und, soweit sich im Hypoderm Collenchym findet, ist es als Lückencollenchym entwickelt. Nur hin und wieder sind dreieckige Zwickel ohne Intercellularen vorhanden. Es sind das Stellen, wo die nicht im ganzen Längsverlaufe gleich weiten Zellen an den Kanten sehr eng an einandergedrückt sind. Wären die kleinen Intercellularen in Fig. 1 und 2 mit Intercellularsubstanz erfüllt, so hätten wir gewöhnliches Ecken-collenchym mit drei- und vierseitigen Collenchymkanten vor uns. Sehr auffällig werden aber die mit *i* bezeichneten Durchlüftungsräume. An ihrer Natur als Intercellularen wird man niemals zweifeln können. Ganz anders verhält sich die

1) Uebrigens sind mir alle diese Mittheilungen über das Vorkommen von Intercellularen im Collenchym erst bekannt geworden, nachdem ich das auffälligste Vorkommniss „durchlüfteten Collenchyms“ durch Beobachtung kennen gelernt hatte. Wie man es gewöhnlich in solchen Fällen macht, suchte ich hinterher in der Litteratur nach, ob nicht schon von anderen Forschern die gleiche Beobachtung registriert worden ist.

Figur 3. Dieselbe stellt einen ganz kleinen Theil aus dem hypodermalen Gewebe des Blattstieles von *Petasites officinalis* dar. Als ich diesen Fall zum ersten Male beobachtete, gerieth ich thatsächlich in Zweifel, ob hier durchlüftetes Collenchym vorlag oder nicht. Das Collenchym bildet manchmal eine etwa $\frac{1}{2}$ mm dicke Schicht, welche den ganzen Blattstiel ununterbrochen bedeckt. Spaltöffnungen finden sich nur in sehr kleinen, inselartigen Gruppen zerstreut, manchmal nur 2 bis 3 in einer Gruppe vor. Der Blattstielquerschnitt macht also ganz den Eindruck, als seien in seiner Peripherie zahlreiche, isolirte Bastfasern eingebettet, welche von dünnwandigem Parenchym umgeben sind. Solche Fälle sind mir nicht unbekannt. Am eclatantesten ist das Auftreten einzelner Bastfasern in dünnwandigem Rindenparenchym in Wurzeln von *Chamaedorea desmoncoides* zu beobachten¹⁾. Ganz ähnlich ist auch der Eindruck, den man von Schnitten durch Stämme und Blattstiele vieler Aroideen durch die querschnittenen inneren Haare (die „Spicularzellen“) erhält. Dass nun aber bei den Blattstielen von *Petasites* wirklich weite Interzellularen vorliegen, lehrte nicht nur der Vergleich mit weniger stark entwickeltem Lückencollenchym, sondern auch das Aussehen solcher Stellen, wo sich die dünnwandige Epidermisschicht sammt der mit ihr fast lückenlos verbundenen, dünnwandigen, ersten hypodermalen Schicht von der ersten Schicht des Lückencollenchyms in tangentialer Richtung durch weite Spalten abtrennt (wie in Figur 3), und ebenso das Aussehen solcher Stellen, die an der inneren Grenzlinie des Lückencollenchyms nicht selten sind, wo die sehr grossen Parenchymzellen des Grundgewebes am Interellularraum ihre Wand nicht verdicken, während dies seitens der kleineren Zellen des Lückencollenchyms geschieht. Solche Stellen zeigen auch unsere Figuren 1 und 2. Ganz zweifellos wurde die Thatsache durch die Beobachtung bei stärkerer Vergrößerung. Figur 4 zeigt einen kleinen Theil aus dem Lückencollenchym von *Petasites* bei 600-facher Vergrößerung²⁾. Man sieht hier die primäre Membran durch die Collenchymverdickungen hindurchgehen und um die Interzellularen (*i*) herumlaufen³⁾. Die gegen den Interellularraum schwach convexen Verdickungen liegen also in verschiedenen Zellluminis, sie sind intracellular. Bei isolirten Bastfasern müssten natürlich die Verdickungs-

1) Aehnliche Fälle von dem Vorhandensein mehr oder weniger isolirter Bastzellen mitten im dünnwandigen Phloëmgewebe beschrieb KNY für die Blattstielbündel einiger Monocotylen (*Dasyllirion longifolium* und *acrotrichum*, *Xanthorrhoea*-Arten und *Gynerium argenteum*. Vergleiche die Abhandlung: „Ueber einige Abweichungen im Bau des Leitbündels der Monocotyledonen“ in Verh. Brandenb. Bot. Ver., Jahrg. XXIII, 1881, S. 100.

2) SEIBERT's Trockensystem No. VI.

3) Die primäre Membran tritt bei Behandlung mit Chlorzinkjod deutlicher hervor.

schichten innerhalb des durch die primäre Membran umschlossenen Raumes, also innerhalb einer Zelle, liegen. Der Plasmainhalt und die wenigen Chlorophyllkörner in den Collenchymzellen sind im allgemeinen kein sicheres Kriterium, weil beide beim Schneiden oft in die Collenchymintercellularen hineingerissen werden.

Es ist jedenfalls von Interesse, dass in dem vorliegenden Falle die gleiche physiologische Leistung von morphologisch ungleichwerthigen Elementen bewirkt wird. In Bezug auf die mechanische Function ersetzen die verschiedenen Zellen angehörigen Verdickungsstreifen des Lückencollenchyms dadurch, dass sie sich um den Interellularraum lückenlos gruppieren, einzelne starkwandige Bastfasern. Ein analoges Vorkommen dieser Art zeigen die Peristome der Laubmooskapseln. In der Mehrzahl der Fälle gehen hier bekanntlich die Peristomzähne aus localen Wandverdickungen benachbarter Zellen hervor, denen die Verdickungen gemeinsam angehören, während bei den *Polytrichum*-Arten die Peristomzähne aus bastartigen Fasergruppen hervorgehen.

In Figur 6 Tafel XI ist endlich noch ein Fall des Vorkommens von Lückencollenchym aus dem Blattstiele von *Helianthus tuberosus* dargestellt. Hier ist in Folge irgend eines gewaltsamen Eingriffes (wahrscheinlich einer Torsion oder eines Quetschens des Blattstieles) die Epidermis mit einem Theil des hypodermalen Collenchyms abgesprengt worden. Der Spalt geht nun gerade durch die weitesten Intercellularen des Lückencollenchyms, dessen Elemente mit ganz geraden Spaltebenen von einander getrennt wurden. Der Pfeil zwischen den beiden mit i bezeichneten Zellen geht gerade durch eine solche Spaltzelle zwischen zwei Spaltebenen hindurch¹⁾.

Das Vorkommen des Lückencollenchyms ist ein ziemlich verbreitetes. Nach DE BARY's Angabe könnte man glauben, dass es mit natürlichen Verwandtschaftsverhältnissen etwas zu thun hat. Das ist keineswegs der Fall. Ich fand es zwar bei vielen Compositen (in den Blattstielen von *Petasites officinalis*, *albus* und *niveus*, *Tussilago*, *Telekia speciosa*, *Rudbeckia laciniata* und *californica*, *Senecio orientale*, *Dahlia variabilis*, *Inula Helenium*, *Centaurea*-, *Cephalaria*- und *Silphium*-Arten) aber auch bei *Symphytum*, *Psilostemon*, *Pulmonaria*, *Phlomis*, *Martinia*, *Salvia*, *Brunella*, *Malva*, *Althaea*, *Fagopyrum* und in geringerem Maasse vielfach anderwärts (so bei *Gunnera*, *Wigandia*, *Brassica oleracea* und *Eriobotrya*). Das non plus ultra bietet jedenfalls der Blattstiel von *Petasites niveus*.

Als untergeordnete Formen des Collenchyms können dann noch unterschieden werden:

1) Ich beabsichtigte deshalb anfänglich das Lückencollenchym als Spaltcollenchym zu bezeichnen. Doch könnte durch diesen Namen die Idee erweckt werden, dass dasselbe stets pathogenen Ursprungs sein müsste.

6. Collenchym, welches aus sehr spätererfolgender, nachträglicher Metamorphose hervorgeht, wie es scheint, bei langsamem Absterben der Zellen gebildet wird. Ich werde es als **Metacollenchym** bezeichnen. Es gehört hierher vielleicht WIGAND's Keratenchym, sowie einzelne aus dem Phloëm und aus dem primären Xylem hervorgehende, collenchymatische Elemente¹⁾. In einigen Fällen nehmen auch Markgewebe collenchymatische Beschaffenheit an²⁾.

Will man dann noch HABERLANDT's „provisorisches Collenchym“ als besondere Form unterscheiden, so würde, sofern dasselbe ganz in die typische Form der Hartbastelemente übergeht, dasselbe als

7. **Protosclerenchym** bezeichnet werden können.

Aus dieser Betrachtung der mannichfaltigen Formen des Collenchyms erhellt zum Mindesten, dass die Verdickungsform der Collenchymelemente sich schwer zu einer klaren Definition derselben verwerthen lässt, jedenfalls ist es falsch, wenn man sich bei der Begriffsbestimmung wesentlich an die Form des Eckencollenchyms bindet. Der Character der Collenchymzellen muss daher nothwendig in anderen Eigenschaften gesucht werden. Ich erblicke denselben zunächst in den optischen Eigenschaften, doch habe ich bezüglich dieser meine Untersuchungen noch nicht abgeschlossen. Zweifellos ist der eigenartige Glanz der Collenchymzellen ein vorzügliches Kriterium für den Begriff des Collenchyms. Es fehlt uns für denselben bisher jedoch noch die rechte Einsicht. Ich kann jedenfalls GILTAY's angeblicher Meinung nicht beipflichten, dass der Glanz des Collenchyms nur auf quantitative Effecte zurückzuführen sei. Ganz sicher liegt demselben eine Besonderheit im molecularen Aufbau zu Grunde. Nach meinen vorläufigen Untersuchungen³⁾ erweisen sich die Collenchymzellen bei gekreuzten Nicols und bei Einschaltung von Gipsplättchen optisch fast inaktiv, die Collenchymverdickungen wirken also nicht wie anisotrope Membranen, während doch die benachbarten Parenchymzellen in elegantester Weise trotz der Zartheit ihrer Wände die optische Farbenreaction aufweisen. Die Collenchymverdickungen scheinen also in einem fast amorphen oder colloidalen Zustande zu verharren. Ich vermute, dass diese Thatsache auf einen besonders hohen Wassergehalt zurückzuführen ist. Jedenfalls erklärt ein solcher die starke Schrumpfung, welche GILTAY bei der Anwendung wasserentziehender Mittel beobachtete. Erweist sich diese Ansicht als richtig, dann würde das Collenchym mit vollem Recht seinen Namen (Leimgewebe) tragen. Uebrigens erklären sich auch die übrigen physikalischen Eigenschaften, deren Kenntniss wir der AMBRONN'schen Arbeit verdanken, ungezwungen, wenn wir für

1) So beispielsweise in den Bündeln der Blattstiele von *Gunnera scabra*.

2) Blattstiele von *Acacia*-Arten.

3) Ich habe dieselben namentlich mit dem Lückencollenchym von *Petasites* durchgeführt.

die Collenchymmembranen einen besonders hohen Gehalt an „Constitutionswasser“ annehmen.

Endlich mag noch auf die biologisch-physiologische Seite in Kürze eingegangen werden. Man betont immer, und zwar mit vollem Recht, dass die Collenchymzellen zum Unterschiede von den Bastzellen lebend sind, was mit der lange andauernden Streckungs- und Theilungsfähigkeit des Collenchymgewebes in Zusammenhang gebracht wird und damit auch mit der weiteren Function, dass das Collenchym eine Stütze für den intercalaren Aufbau der Organe liefern soll. Es liegt mir fern, die Richtigkeit dieser Ansicht bezweifeln zu wollen, aber ich glaube nicht, dass mit ihr die ganze Frage nach der Function des Collenchyms erschöpft ist. Wo Collenchym da ist, muss es auch seine rein mechanische Function üben. Collenchym bleibt aber auch erhalten, nachdem die Organe ihre definitive Ausbildung erhalten haben, und es wäre ein Widerspruch, wollte man hier annehmen, dass seine mechanische Function nun erloschen sei. Im Gegentheil, seine Function übt es dann gerade in vollstem Maasse. Nach der Darstellung von AMBRONN und HABERLANDT hätte „Dauercollenchym“ gar keinen Sinn, denn „Dauercollenchym“ und Stütze beim intercalaren Aufbau vertragen sich gar nicht mit einander. Ich glaube, dass nach dieser Richtung der gute SCHWENDENER'sche Gedanke zu schroff und einseitig cultivirt worden ist. Die mechanische Bedeutung des Collenchyms muss also in viel allgemeinerem Sinne anerkannt werden.

Nun bleibt bei der Erörterung der Functionen des Collenchyms noch ein Punkt ganz unberücksichtigt. HABERLANDT betont mit Recht, dass das Collenchym stets aus lebenden Elementen aufgebaut sei. Wenn nun eine bloss mechanische Function vorläge, so ist gar nicht einzusehen, wozu dann die Zellen am Leben erhalten bleiben, um so weniger einzusehen, als sonst alle specifisch-mechanischen und auch die specifisch-dynamischen Zellen fast ausnahmslos functioniren, wenn sie gerade absterben oder schon abgestorben sind. Es käme also auf die Erörterung der Inhaltsstoffe der Collenchymzellen an. GILTAY hat von diesen das Chlorophyll in Rücksicht gezogen und den „Streit“ besprochen, in welchen das Collenchym als mechanisches Gewebe mit dem Assimilationsgewebe tritt. Er sagt aber doch schliesslich, „typisches“ Collenchym enthält kein Chlorophyll. Tritt dieses im Collenchym auf, so werden die Wände dünn und lassen Intercellularräume. Er cultivirt also den von SCHWENDENER im Mechan. Princip auf S. 4 (unten) ausgesprochenen Gedanken betreffs des Uebergangs normalen parenchymatischen und assimilirenden Rindengewebes in prosenchymatisches, specifisch-mechanisches Collenchymgewebe. Viel allgemeiner aber als das Vorkommen von Chlorophyll in Collenchym ist ja doch — und das finde ich nirgends hervorgehoben — die Erscheinung, dass das Lumen der Collenchymzellen prall mit Wasser angefüllt ist. Alle

anderen Inhaltsbestandtheile treten dem Wasser gegenüber ganz zurück. Wasser erfüllt die Zellen des Jungcollenchyms, Wasser erfüllt die Zellen des Dauercollenchyms, Wasser erfüllt die Zellen des chlorophyllreichen, des chlorophyllarmen und des chlorophylllosen Collenchyms; Wasser ist auch in Menge den Collenchymverdickungen eingelagert. Diese Erwägung allein giebt mir die Ueberzeugung, dass in allen Fällen dem Collenchym (wie der Epidermis) die Function eines Wassergewebes zugesprochen werden muss und zwar eines wasserspeichernden, Wasser energisch zurückhaltenden, nicht eines Wasser mit Leichtigkeit fortleitenden. Die Function des Wasserspeicherns kommt dem Collenchym zeitlebens zu, ich halte sie deshalb für die ursprüngliche. Die mechanische Function erwächst ihm erst mit der Bildung der Verdickungen. Zu dieser Ueberzeugung treibt mich besonders das Studium des Lückencollenchyms von *Petasites*. Stellt man abgeschnittene Blattstiele dieser Pflanze in Wasser, so nehmen sie energisch Wasser auf. Sie bleiben tagelang ausserordentlich turgescens. Schneidet man dann das obere Ende quer durch, so sieht man Wasser am ganzen Blattstielumfang hervorkommen, gleichzeitig aber auch an vielen Stellen des Querschnittes, nämlich überall, wo Bündel im Grundparenchym eingebettet sind¹). Es tritt hier aus den collenchymatischen Phloëm- und Xylembelegen aus, nicht etwa aus dem „wasserleitenden“ Xylem. Es kommt aber nicht zu einem dauernden Bluten der Querschnittsfläche. Entfernt man das ausgetretene Wasser, so sammelt sich solches erst allmählich wieder, verdunstet dann, und die Querschnittsfläche schrumpft allmählich. Macht man nun etwa 1 mm tiefer wieder einen Querschnitt, entfernt man also eine relativ dünne Querscheibe, so stürzt sofort wieder überall, wo Collenchym durchschnitten ist, Wasser hervor. Ganz dieselbe Erscheinung beobachtete ich an abgeschnittenen Blattstielen von *Heracleum*-Arten. Hier sind die Collenchymzellen zu Rippen vereinigt, und man sieht dementsprechend beim Wasseraustritt so viele isolirte Tropfen am Querschnittsrande, als Collenchymrippen vorhanden sind. Ich fasse demnach meine Ansicht dahin zusammen:

Das Collenchym ist seiner Natur nach in erster Linie ein wasserspeicherndes Gewebe, dass seine mechanische Function aber schon frühzeitig erwirbt. Es ist aber nicht nur die Stütze beim intercalaren Aufbau und während der Streckung der Organe, sondern es ist auch ein Theil des mechanisch in Anspruch genommenen Dauergewebes, das in vielen krautigen und krautigbleibenden, besonders in saftigen, stark transpirirenden Pflanzentheilen neben Bast und Libriform zur Ausbildung gelangt. Auf seine Beziehungen zur

1) Die Blattstielbündel liegen auf dem Querschnitte zerstreut, wie im Stamme der Monocotylen.

Transpirationsgrösse will ich mich an dieser Stelle nicht einlassen; man vergleiche hierzu die Darstellung, welche KOHL in seiner Arbeit „Ueber die Transpiration der Pflanzen“ (Marburg 1886) gegeben hat.

Berlin, botanisches Institut der landwirthschaftlichen
Hochschule.

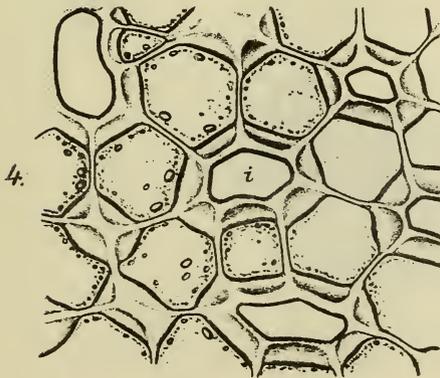
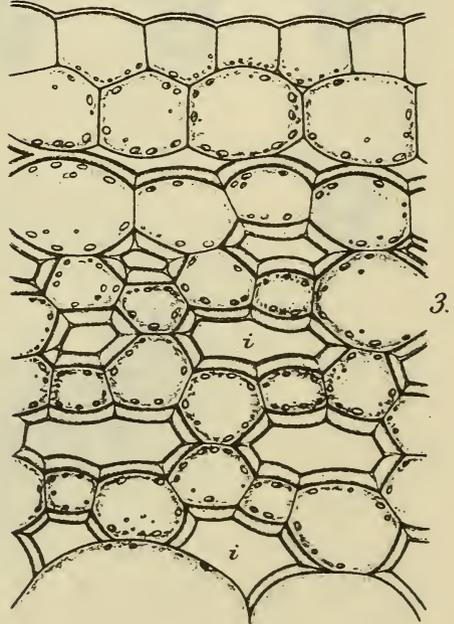
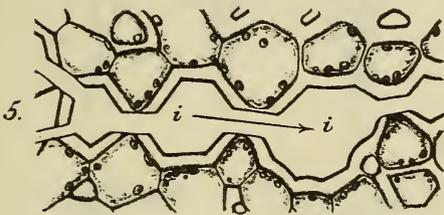
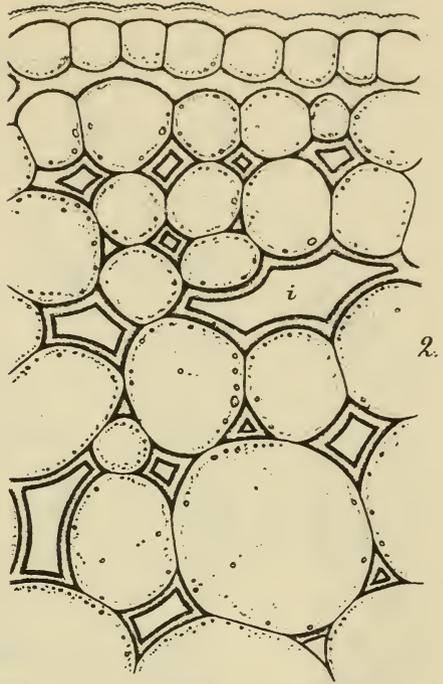
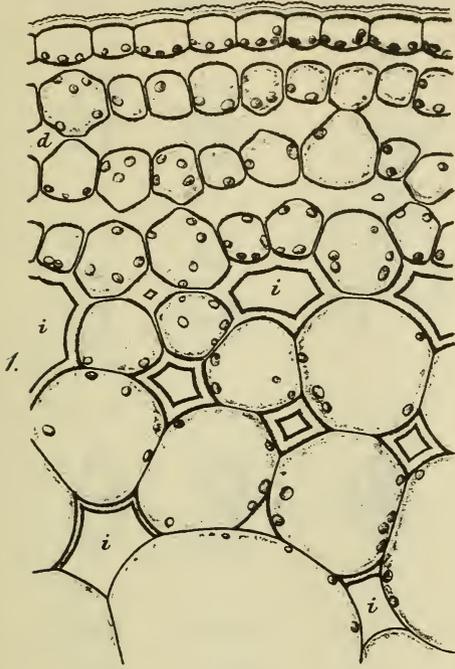
Erklärung der Abbildungen.

- Fig. 1. Querschnitt durch die Epidermis und das hypodermale Collenchymgewebe des Blattstieles von *Tussilago Farfara*. Die Innenwände der Epidermiszellen bilden mit der ersten hypodermalen Schicht eine tangentielle Collenchymplatte. Nach Innen schliessen sich dieser noch zwei weitere, zum Theil mit Durchlasstellen (d) versehene Platten an. Gegen das weitmülmige, dünnwandige Grundgewebe hin entwickelt sich durchlüftetes Collenchym, dessen Intercellularen zum Theil mit i bezeichnet sind. Alle Collenchymzellen führen (wie die Epidermis) spärlich Chlorophyll, sind aber völlig erfüllt von wässerigem Zellsaft. Die Intercellularen führen Luft. Der Blattstiel combinirt Plattencollenchym mit Lückencollenchym. Vergrösserung: 350fach.
- Fig. 2. Querschnitt durch die Epidermis und das hypodermale Collenchym des Blattstieles von *Salvia hians*. Das Plattencollenchym beschränkt sich auf die Epidermis. An der Bildung der inneren Platte sind die Innenwände der Epidermiszellen und die angrenzenden Aussenwände der ersten hypodermalen Schicht theilhaft betheiligt. Weiter nach innen folgt Lückencollenchym mit zum Theil sehr weiten Intercellularen (i). Alle Zellen führen spärlich Chlorophyll, sind aber reich an wässerigem Zellsaft. Vergrösserung: 350fach.
- Fig. 3. Querschnitt durch die Epidermis und das hypodermale Collenchym von *Petasites officinalis*. Die Epidermis und die mit ihr eng verbundene erste hypodermale Zellschicht bilden ein dünnwandiges Wassergewebe. An dieses schliesst sich Lückencollenchym mit gleicher Function an. Alle Zellen führen spärlich Chlorophyll, sind aber reich an wässerigem Zellsaft. Die Intercellularen führen Luft. Vergrösserung: 350fach.
- Fig. 4. Theil des Lückencollenchyms des Blattstieles von *Petasites officinalis*, stärker vergrössert, um den Verlauf der primären Membranen und die Lage der Collenchymverdickungen im Innern der Zellen zu zeigen. Vergrösserung: 600fach.
- Fig. 5. Theil des Lückencollenchyms aus dem Blattstiele von *Helianthus tuberosus*. Das Collenchym ist durch einen grob-mechanischen Eingriff gespalten. Der Spalt geht durch die weitesten Intercellularen. Die Zellen sind an den ebenen Berührungsflächen auseinandergewichen. Der Pfeil markirt eine solche Spaltebene zwischen zwei Collenchymzellen. Vergrösserung: 350fach.
-

- Heft 4 (S. 119—148) ausgegeben am 21. Mai 1890.
 Heft 5 (S. 149—174) ausgegeben am 23. Juni 1890.
 Heft 6 (S. 175—194) ausgegeben am 21. Juli 1890.
 Heft 7 (S. 195—224) ausgegeben am 22. August 1890.
 Heft 8 (S. 225—310) ausgegeben am 26. November 1890.
 Heft 9 (S. 311—342) ausgegeben am 21. December 1890.
 Heft 10 (S. 343—384) ausgegeben am 28. Januar 1891.
 Generalversammlungsheft (Erste Abtheilung) S. (1)—(100) ausgegeben am
 29. December 1890.
 Generalversammlungsheft (Zweite Abtheilung) S. (101)—(266) ausgegeben am
 12. März 1891.

Berichtigungen.

- Seite 2, Zeile 21 von unten lies *Rumex olympicus* statt *Plumex olympiacus*.
 „ 62, „ 4 „ oben lies Geheimrath KÜHNE statt Gebr. KÜHNE.
 „ 65, „ 11 „ „ „ SCHMIDT und HAENSCH statt MÜLLER und HENSCH.
 „ 67 beziehen sich in der Tabelle nnter dem 11. December die Worte „in
 Wasser“ nur auf die erste Columnne, die Worte „in 15-procentiger Salpeter-
 lösung“ auf die vier folgenden Columnnen.
 „ 69, Zeile 5 von unten ist nach dem Worte „Fehler“ ein Punkt zu setzen.
 Der folgende Satz soll beginnen: „Diese Strecke,“
 „ 71, Zeile 9 von oben lies 33,3 statt 3,33
 „ 72, „ 18 „ „ „ „ Culturegefäße statt Culturegelasse.
 „ 75, „ 9 „ „ „ „ 10^h 32 V. statt 19^h 32 V.
 „ 75, „ 22 „ „ „ „ bei Nr. 1—5 statt bei 1—5°.
 „ 75, „ 24 „ „ „ „ bei Nr. 6 statt bei 0°.
 Die letztgenannten Nummern beziehen sich auf die Tabelle auf S. 74.
 „ 76, Aum. lies „a. a. O., S. 524“ statt „a. a. O., S. 324“.
 „ 77—81 ist in sämmtlichen Tabellen in der dritten Columnne unter „Zuwachs
 auf 1 Stunde red.“ das Zeichen *mm* zu streichen. Die Zahlen dieser Columnne
 sind nicht Millimeter, sondern entsprechen Theilstrichen des Ocularmikro-
 meters, deren Grösse für jede Tabelle besonders bemerkt ist.
 „ 78, Zeile 4 nach der Tabelle ist hinter „durchschnittlichen“ einzuschalten „stünd-
 lichen“.
 „ 78 muss in der unteren Tabelle in der Columnne Zuwachs auf 1 Std. red. die
 zweite Zahl von unten 35,6 statt 53,6 heissen.
 „ 83 in Tab. III, 2. Aug. unter 11^h 42 Zuwachs pro 1 Std. lies 23,9 statt 29,3.
 „ 83 in Tab. V, 6. Aug. Zeit in der dritten Columnne lies 1^h 14 statt 1^h 44.
 „ 140 ist in Erklärung der Abbildungen für Fig. 10a zu setzen: „Obere Stipel-
 epidermis von *Larrea* nach Behandlung mit Kalilauge“. Für Fig. 10b
 „Untere Stipelepidermis von *Larrea* . . .“ Statt „Fig. 11b. Die untere
 desgl.“ ist zu setzen: „Fig. 11. Drüsenhaar von dem Blatte von *Escal-
 tonia resinosa*.“
 „ 155, Zeile 15 von oben lies „prosenchymatisches“ statt „drosenchymatisches“.
 „ 162, „ 9 von unten lies „Senecio orientalis“ statt „Senecio orientale“.
 „ 162, „ 7 „ „ „ „ „Martynia“ statt „Martinia“.
 „ 196, „ 18 „ „ „ „ „Lösung der Wachstumsfrage“ statt „Lösung des
 Wachsthums“.



C. Müller. gex.

C. Laue lith.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1890

Band/Volume: [8](#)

Autor(en)/Author(s): Müller Carl

Artikel/Article: [Ein Beitrag zur Kenntniss der Formen des Collenchyms 150-166](#)