

# Biologisches Centralblatt

unter Mitwirkung von

**Dr. M. Reess** und **Dr. E. Selenka**

Prof. der Botanik

Prof. der Zoologie

herausgegeben von

**Dr. J. Rosenthal**

Prof. der Physiologie in Erlangen.

---

24 Nummern von je 2 Bogen bilden einen Band. Preis des Bandes 16 Mark.  
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

---

**II. Band.**

**1. Januar 1883.**

**Nr. 21.**

---

Inhalt: **Strasburger**, Bau und Wachstum der Zellhäute. — **Girod**, Der Tintenbeutel der Cephalopoden; **Brock**, Zur Anatomie und Systematik der Cephalopoden. — **Munk**, Zur Kenntniss der Milch. — **Schmidt-Mülheim**, Untersuchungen über fadenziehende Milch. — **Huxley**, **Rüttimeyer**, **Rieger**, Variabilität. — **René**, Geschwindigkeit der Nervenleitung.

---

## **Ed. Strasburger**, Ueber den Bau und das Wachstum der Zellhäute.

8°. 264 S. Mit 8 Tafeln. Jena 1882. Gustav Fischer.

Das vorliegende Buch muss als eine der bedeutendsten Erscheinungen der neuern botanischen Literatur bezeichnet werden. Die in demselben niedergelegten Resultate umfassender und eingehender Untersuchungen erschüttern zwei durch Jahrzehnte und bis zum heutigen Tage in hohem Ansehen gestandene, von Nägeli mit außerordentlichem Scharfsinn aufgestellte Theorien: die vom Wachstum der Zellmembranen und Stärkekörner, und jene von der Molekularstruktur organisirter Gebilde. Nach Nägeli sollte sowol das Flächen- als auch das Dickenwachstum der Zellmembranen, sowie die Vergrößerung der Stärkekörner ausschließlich durch Intussusception, d. h. derart erfolgen, dass zwischen die schon vorhandenen kleinsten Theilchen der betreffenden Substanz neue solche eingelagert werden. Die konzentrische Schichtung, welche Stärkekörner und dickere Zellmembranen aufweisen, ist nach Nägeli nicht die Folge einer Aufeinanderlagerung (Apposition) gleichartiger Schichten, sondern vielmehr bedingt durch den Wechsel von Substanzlamellen ungleichen Wassergehalts, und als eine nachträgliche Differenzirung in der durch Intussusception gleichmäßig fortwachsenden Wand-, resp. Stärkekornmasse zu betrachten. Desgleichen soll die Streifung, welche viele Zellmembranen in der Flächenansicht zeigen, durch die ungleiche Verteilung des Was-

sers in jenen verursacht sein. Aus dem Verhalten der Zellmembranen zum polarisirten Licht und aus den Quellungserscheinungen folgerte Nägeli ferner, dass die organisirten Substanzen aus krystallinischen, doppeltbrechenden „Micellen“, d. h. Aggregaten von Molekülen bestehen müssten. Im trockenen Zustande sind diese Micellen einander bis zur gegenseitigen Berührung genähert; bei Befeuchtung umgeben sie sich mit Wasserhüllen und rücken auseinander, bleiben aber stets regelmäßig angeordnet.

Auf Grund eigener Forschungen sowie bereits vorhandener Angaben andrer Botaniker tritt nun Strasburger den vorstehend kurz skizzirten Theorien Nägeli's entgegen, und gelangt zu ganz andern Annahmen, welche sich teilweise mit den Vorstellungen der ältern Pflanzenanatomien decken. Er erklärt übrigens im Vorwort, über die ersten Anfänge zur Lösung der gestellten Aufgabe nicht hinangekommen zu sein. Im Hinblick auf diese Aeußerung mag es gerechtfertigt erscheinen, dass der Verfasser die Beschreibungen der beobachteten Strukturverhältnisse und Wachstumsvorgänge einfach aneinander reiht, dieselben nur ganz gelegentlich kommentirt, und auf eine übersichtliche Zusammenstellung und Erörterung der gewonnenen Resultate verzichtet. Diesem Gange des Buches wird das Referat nicht folgen können, sondern versuchen müssen, den wichtigsten Inhalt des Werkes selbständig zu ordnen und kurz wiederzugeben.

Der erste und umfangreichste Abschnitt schildert eine große Anzahl von Beobachtungen über „Anlage und Dickenwachstum der Zellhüute“, — Tatsachen, welche mit den Ansichten Nägeli's über Wachstum und Schichtung der Zellmembranen durchaus unvereinbar sind, oder dies doch heute zu sein scheinen. Strasburger ist übrigens nicht der Erste, der solche Tatsachen namhaft macht. Schon seit Jahren bestritt Dippel, gestützt auf sehr sorgfältige Untersuchungen, die allgemeine Gültigkeit der Intussuseptionstheorie und ihrer Folgerungen<sup>1)</sup>, doch blieben seine Angaben fast gänzlich unbeachtet. Bei der Frage nach dem Gelangen von Kalkkrystallen in Pflanzenmembranen hatte ferner Solms-Laubach<sup>2)</sup> angedeutet, dass ihre Bearbeitung von einschneidender Bedeutung für die herrschenden Vorstellungen von dem Dickenwachstum der Zellhüute werden dürfte, und bald darauf erklärte Pfitzer, dass die Umhüllung der Krystalle im Citronenblatte mit Cellulosesubstanz kaum anders, als durch Apposition zu erklären sei<sup>3)</sup>. In neuester Zeit endlich hat Schmitz eine Reihe von Beobachtungen veröffentlicht<sup>4)</sup>, welche den Ausführungen

1) Man vergl. z. B. Abhandl. d. Senckenb. naturf. Gesellschaft, Band X, 1876, S. 182.

2) Botan. Zeit. 1871, S. 519 ff.

3) Flora, 1872, S. 118.

4) Stzbr. d. niederrhein. Gesellsch. für Natur- u. Heilkunde zu Bonn. 1880.

Nägeli's direkt widersprechen, und damit die Untersuchungen Strasburger's nach dessen eigenen Worten „vielfach beeinflusst und in ihrer Weiterentwicklung gefördert.“

Strasburger hat nun in dem zunächst besprochenen Abschnitte seines Buches die hierhergehörigen Angaben seiner Vorgänger gesammelt, dieselben vielfach ergänzt und erweitert und ihnen eine Menge neuer Beobachtungen zugefügt, welche mit den Nägeli'schen Theorien nicht in Einklang zu bringen sind. In einzelnen Fällen lehrt schon die genaue Betrachtung des fertigen Zustandes, dass die Verdickung des betreffenden Wandstuckes nicht durch Intussuseptionswachstum zu Stande gekommen sein könne. Ein geradezu klassisches Beispiel hierfür stellt die Membran von *Caulerpa* dar. Die Haut dieser Seealge bot den Intussuseptionstheoretikern ein beliebtes Beweisobjekt für die Richtigkeit ihrer Anschauung; man ging sogar so weit, ein von der Wirklichkeit angeblich abweichendes Schema zu konstruieren, welches zeigen sollte, wie diese Membran aussehen müsste, wenn sie aus successive entstandenen Lamellen aufgebaut wäre. Nun sieht sie aber tatsächlich so aus und zeigt überhaupt eine Reihe von Erscheinungen, welche nur unter der Voraussetzung erklärbar sind, dass die Verdickung der Wand durch Apposition erfolgte. Dies wurde schon von Dippel, dann von Schmitz behauptet und wird heute von Strasburger in allen Punkten bestätigt. — Spricht also in manchen Fällen schon der Augensehein für die Verdickung der Zellwand durch Apposition, so macht in andern das Studium der Entwicklungsgeschichte verdickter Zellmembranen diese Annahme unabweisbar. Die vorurteilsfreie Würdigung der hier zu beobachtenden Erscheinungen lässt nämlich keine andre Deutung zu, als die, dass die Verdickung der Wand auf einer unmittelbaren Umwandlung von Protoplasma in Wandsubstanz beruhe. Dieser Vorgang findet an der Berührungsfläche zwischen dem Protoplasma und der schon vorhandenen Membran statt; mit Jodpreparaten gelbwerdende Protoplasmakornchen, „Mikrosomen“ (Hanstein), scheinen dabei vornehmlich beteiligt zu sein. Man sieht dieselben an der sich verdickenden Wand reichlich angehäuft; sie sind dagegen verschwunden, wenn die letztere ihre endgiltige Ausbildung erlangt hat. Die Umbildung der Hautschicht des Protoplasmas in die Zellwand war schon 1854 von Pringsheim<sup>1)</sup> behauptet worden. Bald darauf, 1855, teilte Crüger mit<sup>2)</sup>, „dass den Verdickungen an der Zellwand gleich gerichtete, konstante Wandstrome aus Protoplasma entsprechen“. Später (1867) gab auch Dippel<sup>3)</sup> an, dass „beim ersten Sichtbarwerden spiraliger und netzförmiger Verdickungsleisten an der Zellwand“ das

1) Untersuchungen über d. Bau u. d. Bildung d. Pflanzenzelle. S. 45, 69 u. A.

2) Bot. Zeit. 1855, Sp. 606.

3) Abhdl. d. naturforsch. Ges. zu Halle, Bd. X.

Protoplasma sich deutlichst ebenso gezeichnet zeige, und dass diese Zeichnung von Plasmaströmchen gebildet werde, aus welchen die sekundären Verdickungsschichten hervorgehen. Schmitz beobachtete das Nämliche <sup>1)</sup> und Strasburger selbst fand in vielen Fällen ganz analoge Verhältnisse. Ein sehr günstiges Objekt zum Studium derselben boten die mit Ringen oder Schraubenbändern versehenen Zellen der Blätter von Torfmoosen (*Sphagnum*). „An den Stellen, an denen die Verdickungsleisten entstehen, verdickt sich der Plasmaschlauch und zeigt somit Ringe oder Bänder. Diese führen Mikrosomen, markieren sich übrigens am besten als stark lichtbrechende Anschwellungen des Plasmaschlauchs im optischen Durchschnitt. An der Zellwand ist um die gleiche Zeit noch nichts von einer entsprechenden Verdickung zu sehen. Sie zeigt sich hierauf als eine sehr zarte und dünne Leiste. . . . . Man kann auf jeder Stufe der Wandverdickung den Plasmaschlauch zur Kontraktion bringen und sieht die Dicke der Verdickungsleisten zunehmen in dem Maße, als die Plasmabänder schwinden.“ Aus letztem Umstande folgert Str., dass die Plasmabänder nicht etwa als Ganzes der Zellwand apponirt und in Cellulose übergeführt werden, sondern dass dieselben an ihrer Außenseite successive schwache Lamellen abgeben, die sich in Cellulose umwandeln. — Ähnliches beobachtete Str. auch in vielen andern Fällen. So z. B. an den ihrer endgiltigen Ausbildung entgegengehenden „Holzzellen“ (Tracheiden) von der Kiefer. „Am Schluss der Verdickung bleibt der Plasmaschlauch trotz Einwirkung des Alkohols an der Zellwand haften. Während das Wachstum der Wand fortschreitet, sieht man die Mikrosomen in dem Plasmaschlauch abnehmen. . . . . Weiterhin lässt sich der Plasmaschlauch überhaupt nicht mehr deutlich sehen, doch noch die der Zellwand anhaftenden Mikrosomen unterscheiden. Auf dem nächsten Zustande sind auch die Mikrosomen verschwunden“ <sup>2)</sup>. Sehr lehrreich gestalteten sich die Untersuchungen Strasburger's über die Membranbildung und das Membranwachstum der Pollenkörner und Sporen. Bei *Cucurbita verrucosa* gelang es, die Entstehung der ersten eignen Wand der Pollenkörner zu verfolgen. „Die nackten, innerhalb der Mutterzellen eingeschlossenen Pollenzellen zeigen, wenn sie ihre Cellulosehaut bilden sollen, zunächst eine Verdichtung ihrer Hautschicht. Sie setzen dieselbe scharf gegen das angrenzende Plasma ab und füllen sie mit Mikrosomen. Ist dies geschehen, so trennt sich, bei Kontraktion in Alkohol, der innere

1) Sitzungsber. d. niederrhein. Ges. für Natur- u. Heilkunde zu Bonn, 1880.

2) Diese Erscheinungen dürften schon Th. Hartig bekannt gewesen sein. Man vergl. seine nun wiederum interessant und lesenswert gewordene Abhandlung: „Ueber den Bau und die Entwicklungsfolge der Holzfaserwandung.“ Sitzb. d. k. Akad. d. Wissensch. zu Wien, LXI. Bd, I. Abt. Mai-Heft. 1870.

Plasmakörper mehr oder weniger vollständig und ohne scharfe Abgrenzung von der Hautschicht ab. Die Hautschicht folgt der Kontraktion nicht und schlägt nur Falten. Sie zeichnet sich jetzt scharf als zartes Häutchen, das eine einfache Lage Mikrosomen führt. Durch Reagentien wird dieses Häutchen noch so wie Zellplasma gefärbt, die Mikrosomen ebenfalls in der charakteristischen Weise. Langsam bildet sich dieses Häutchen jetzt in eine Cellulosemembran um. . . . . Die Verwandlung in Cellulose scheint an dem Häutchen von außen nach innen fortzuschreiten.“ Die Haut vieler Pollenkörner und Sporen wird aber auch von Außen her verdickt, und zwar unter den nämlichen Erscheinungen, welche das an der Innenfläche von Membranen stattfindende Dickenwachstum zeigt. Die an der Oberfläche vieler Pollenkörner vorspringenden, oft äußerst zierlich angeordneten Stacheln, Leisten u. s. w. werden der erstentstandenen, „polleneigenen“ Membran tatsächlich von Außen her aufgesetzt. Gleichen Ursprungs sind die bekannten Schleudern (Elateren) der Schachtelhalmsporen (speziell derjenigen von *Equisetum limosum*), sowie die „Prismenschicht“ der großen weiblichen Sporen (Makrosporen) von *Marsilia Ernesti*. Das Bildungsmaterial für solche äußere Wandverdickungen, welche Str. mit dem gemeinsamen Namen Perinium<sup>1)</sup> belegt, stammte in allen beobachteten Fällen aus der nächsten Umgebung der heranwachsenden Pollenkörner oder Sporen. Die hier befindlichen „Tapetenzellen“ des Antherenfaches oder Sporangiums geben früher oder später ihre Selbstständigkeit auf, ihr mikrosomenreiches Plasma verteilt sich zwischen den Geschlechtszellen, diese gleichsam umspülend, und verschwindet in dem Maße, als jene ihrer endgiltigen Ausbildung sich nähern. Die von de Bary<sup>2)</sup> beschriebene Bildung des „Exosporiums“ aus dem Plasma der Mutterzelle (des Oogoniums) um die hier entstandene und heranreifende Oospore bei Peronosporaceen schließt sich den eben betrachteten Erscheinungen an und zeigt die weite Verbreitung derartiger Vorgänge im Pflanzenreich.

Für einige nach Außen vorspringende Epidermoidalbildungen (Haare von *Marsilia*früchten, „Angelborsten“ an den Früchtchen von *Cynoglossum officinale*) konstatierte Str. die Entstehung aus Zellwandausbuchtungen, deren Höhlung später verschwindet. Er vermutet ferner, dass in manchen Fällen auch „Quellung und nachfolgende Inkrustation bestimmter Stellen der Zellwand bei Bildung von Höckern oder sonstigen Vorsprüngen in Betracht kommen.“

1) Neben dem Perinium unterscheidet Str. in der Pollen-, resp. Sporenwand noch das Exinium, als die ursprüngliche, „polleneigene“ Haut, und endlich das (nicht immer vorhandene) Intinium, eine nachträglich und unabhängig von dem Exinium gebildete Membran (aus dem sie nach der bisherigen Anschauung durch „Differenzierung“ hervorgehen sollte).

2) Beiträge zur Morphologie u. Physiologie der Pilze, IV. Reihe. 1881. S. 63.

Was nun die anatomische Struktur verdickter Zellwände betrifft, so sah sich Strasburger auch hier genötigt, die Vorstellungen Nägeli's, welcher die hierhergehörigen Erscheinungen auf die ungleiche Verteilung des Wassers in der Zellmembran zurückgeführt wissen wollte, fallen zu lassen. Die konzentrische Schichtung der Zellmembranen wird nach Strasburger vielmehr bedingt durch ihre Zusammensetzung aus Lamellen, „die wie die Blätter eines Buches aufeinander folgen“. Bei ihrer Anlage gleich dicht, können diese Lamellen „auch später gleich dicht bleiben, oder sich auch einzeln oder in größern Komplexen von andern Lamellen oder Lamellenkomplexen unterscheiden. Eine regelmäßige Abwechslung wasserarmer und wasserreicher Schichten ist in keinem Falle gegeben, und was als solche gedeutet wurde, ist die optische Wirkung der mit den Lamellen abwechselnden Kontaktflächen, oder Differenzen im optischen Verhalten aufeinanderfolgender Lamellenkomplexe.“ Unter „Lamellen“ versteht Str. „primäre Bildungen, wie sie unmittelbar aus dem Protoplasma der Zellen hervorgehen“, während er „gegeneinander besonders abgesetzte Lamellenkomplexe“ als „Schichten“ bezeichnet. Die Lamelle ist demnach ein einheitliches, die Schicht ein zusammengesetztes Gebilde. Den dichtern Innenrand einer Schicht nennt Str. „Grenzhäutchen.“ Dasselbe erscheint zuweilen erst dann, wenn die betreffende Schicht ihre volle Dicke erlangt hat, indem ihre äußern Teile schwächer lichtbrechend werden (Markzellen von *Clematis*). Besteht eine Wand aus mehreren Schichten, so besitzt oft jede derselben ihr Grenzhäutchen. Diese Grenzhäutchen bezeichnen dann nach Str. „Pausen in der Wandverdickung.“ Geht die Verdickung jedoch ohne längere Unterbrechung vor sich, so ist es immer nur die jeweilig jüngste Lamelle, welche als Grenzhäutchen erscheint, indem dann das optische Vermögen jeder Lamelle sinkt, sobald sie von einer neuen, jüngern bedeckt wird. In diesem Sinne wurde das stete Vorhandensein eines Grenzhäutchens während der Wandverdickung schon von Schmitz gedeutet<sup>1)</sup>. Nägeli erblickte in dieser Erscheinung ein Hauptargument für seine Intussuseptionstheorie, indem er voraussetzte, im Grenzhäutchen stets die nämliche Lamelle vor sich zu haben. Letzteres ist aber nach der Auffassung von Schmitz und Strasburger nicht der Fall, das Grenzhäutchen vielmehr eine transitorische Bildung.

Für die Strasburger'sche Erklärung der konzentrischen Wand-schichtung spricht außer der Entwicklungsgeschichte auch die Tatsache, dass die für „dichtere“ Schichten gehaltenen dunkeln Liniensysteme in verdickten Wänden bei Behandlung der letztern mit Schwefelsäure nicht breiter werden. Besonders lehrreich ist die

1) Sizber. d. niederrh. Gesellsch. für Natur- u. Heilkunde in Bonn. 1880.

schon von Trécul<sup>1)</sup> beobachtete Veränderung, welche hierbei die Wände der Wurzelseide (Endodermis) von *Smilax aspera* erfahren. Die einzelnen Wandseichten trennen sich nämlich mehr oder weniger vollständig von einander; „sie sind annähernd gleich stark, nicht von einander verschieden.“ „Beobachtet man während der Einwirkung, so ist nichts leichter, als festzustellen, dass die für dichtere Schichten gehaltenen dunklern Liniensysteme in der Tat nichts als Grenzlinien sind.“

Die Entwicklungsgeschichte und das Verhalten in Quellungsmitteln veranlassen Strasburger, auch die Streifung (Aeolirung) der Zellwand anders als Nägeli zu deuten, und mit Dippel<sup>2)</sup> anzunehmen, dass es sich hier um wirkliche Verdickungsleisten oder -bänder handle, die einander bis zur Berührung genähert sind, dass die dunklen Streifen also Kontaktflächen bezeichnen. Sie nehmen während der Quellung tatsächlich nicht an Volumen zu.

In den Holzzellen (Tracheiden) der Kiefer beobachtete Str. in dem Plasmaschlauche, welcher der sich verdickenden Wand schließlich unablösbar anhaftet, eine Anordnung der Mikrosomen in aufsteigende Schraubenlinien, „so völlig übereinstimmend mit dem Streifensystem der Wand, dass an einem Zusammenhang beider nicht zu zweifeln ist.“ Die Ansicht Strasburger's über die Ursache der Wandstreifung wird also auch durch entwicklungsgeschichtliche Daten gestützt.

In einem besondern Kapitel, „Scheidewandbildung“, macht der Verfasser auf die Aehnlichkeit dieses von ihm schon früher<sup>3)</sup> eingehend geschilderten Vorganges mit der Entstehung von Verdickungsschichten an Zellhäuten aufmerksam. Neuere Untersuchungen der Scheidewandbildung lehrten ihn, dass es sich auch hier zunächst um „Immobilisierung“ von Mikrosomenreihen in einer zusammenhängenden Plasmaschicht („Zellplatte“) handle, die sich dann, unter Schwund der Mikrosomen, in eine Cellulosewand umbildet. „Die Beobachtungen über Scheidewandbildung zeigen, sobald die Natur der Zellplattenelemente als Mikrosomen erkannt ist<sup>4)</sup>, auf das Bestimmteste die Bildung der Cellulose durch direkte Spaltung des Protoplasmas. So stützt die Scheidewandbildung auch wieder die für die Wandverdickung gewonnenen Resultate.“ Auch die Membranbildung im Tierreiche geschieht nach den Mitteilungen Strasburger's in vielen Fällen durch Erhärtung peripherischer Plasmalagen der betreffenden Zellen. Diesem Vorgange kam dann eine Auflagerung neuer Schichten von Außen her folgen. Obwol hierbei noch

1) Annales des sciences natur. Bot., IV. Sér. T. X., 1858. Taf. 6. Fig. 1—4.

2) Abhandl. d. Senckenb. Gesellsch. Bd. XI, 1879, S. 154.

3) Zellbildung und Zellteilung, III. Auflage.

4) Früher hielt Str. diese Körnchen für „der Stärke oder Cellulose nahe verwandt“.

Manches näher zu erforschen bleibt, dürfte doch auf Grund der vorliegenden Beobachtungen heute schon anzunehmen sein, dass die pflanzliche und die tierische Membranbildung im Wesentlichen übereinstimmend erfolgen.

Bisher war ausschließlich von der Anlage und dem Dickenwachstum der Zellhäute die Rede. Beides ließ sich auf die unmittelbare Verwandlung mikrosomenhaltigen Protoplasmas in Celluloselamellen zurückzuführen. Strasburger sucht nun auch das Flächenwachstum der Zellhäute und die „Faltenbildung“ an solchen mit den neuen Erfahrungen übereinstimmend zu erklären. Diese mußten es „a priori schon unwahrscheinlich erscheinen lassen, dass bei Flächenwachstum die Cellulose in Form eines löslichen Kohlehydrats in die Membran eindringen und dort in festen Cellulosemicellen erst auskrystallisieren sollte.“ Letzteres verlangte aber die Intussusceptionstheorie, welche einen solchen Vorgang als den hier einzig denkbaren und möglichen hinstellte und in der Tatsache des Flächenwachstums einen fast unumstößlichen Beweis für ihre Richtigkeit erblickte.

Gegen diese Vorstellung wendete sich zuerst Schmitz<sup>1)</sup>, indem er, gestützt auf eine Reihe von Beobachtungen an Algenmembranen, das Flächenwachstum der Zellwand auf Dehnung zurückzuführen suchte. Strasburger schließt sich nun dieser Deutung vollständig an und hält auch in denjenigen Fällen, in welchen Schmitz die Möglichkeit eines Wachstums durch Intussusception nicht leugnen mochte, Dehnung für die einzig wirksame Ursache. In diesem Sinne lassen sich die hier in Betracht kommenden Erscheinungen ungezwungen und befriedigend erklären. Für die Dehnungsfähigkeit der Zellwand sprechen eine Reihe längst bekannter Tatsachen (Verhalten alter Siebröhren, Funktion des „Zellstoffringes“ bei der Zellteilung von *Oedogonium* u. a.). Dass die Zellwände beim Wachstum der Zellen durch den Turgor passiv gedehnt werden, wurde von de Vries im Anschlusse an Sachs experimentell nachgewiesen<sup>2)</sup>. Bei dieser Dehnung werden sie nun, nach Strasburger, durch Apposition neuer Lamellen verstärkt, — „an den nach vollendetem Längenwachstum gebildeten finden die gedehnten einen Widerhalt“. Diese Auffassung wird tatsächlich gestützt durch die Beobachtung des Längenwachstums freier Zellenden der Fadenalge *Spirogyra*. Hier werden „in einander steckende Membrankappen gebildet. In dem Maße, als die äußern eine Dehnung erfahren, werden neue hinzugefügt, um die Dicke der Wand konstant zu erhalten.“ — In manchen Fällen wird die dehrende Kraft allerdings nicht in dem (mangelnden) Turgor gesucht werden können. So z. B. nicht bei wachsenden Pollen-

1) Sitzungsber. d. niederrhein. Gesellsch. für Natur- u. Heilkunde in Bonn, 1880.

2) Untersuchungen über die mechanischen Ursachen der Zellstreckung. 1877.



schläuchen. Hier dürfte vielmehr die fortschreitende Bewegung des Plasmas die Dehnung bewirken.

Die Dehnungsfähigkeit der Zellwand ist jedoch keine unbegrenzte. In vielen Fällen werden die äußersten Wandlamellen durch die innern zersprengt.

Das „gesteigerte Flächenwachstum“ bestimmter Stellen der Zellwand, wie es bei der Anlage seitlicher Zweige, oder bei der Ausstülpung von Vorsprüngen sich einstellt, dürfte nach Str. auf einer durch das angrenzende Plasma veranlassten Erhöhung der Dehnbarkeit jener Stellen beruhen.

Aus Vorstehendem ergibt sich klar, dass die so viel besprochenen Niederschlagsmembranen Traube's zur Erlauerung des Wesens und Wachstums der Zellwand nicht länger verwertbar sind. Strasburger betont ausdrücklich, dass „weder die Zellmembran noch die Hautschicht als Niederschlagsmembranen aufzufassen“ seien.

Ueber die sogenannte „Faltenbildung“ an Membranen hatte man bis jetzt ganz unrichtige Vorstellungen. In einigen untersuchten Fällen (Enden von *Spirogyrazellen*, Oberhautzellen der Blumenblätter von *Primula sinensis*) sind solche „Falten“ ihrer Entstehung nach nichts anderes als Verdickungsleisten, die einen stärker lichtbrechenden Rand (Grenzhäutchen), und eine schwächer lichtbrechende Innenmasse besitzen, wodurch eben das faltenartige Aussehen bedingt wird. — Manche „Faltenbildungen“ können auch auf lokalen Quellungsercheinungen beruhen. Die Falten, welche die Cuticula bei vielen Pflanzen zeigt, erklärt Str. aus der nachweisbaren Volumenzunahme bei der Cuticularisierung.

Sehr wichtig sind Strasburger's Angaben über „Anlage und Wachstum der Stärkekörner“. Bei jener ist nicht immer ein „Starkebildner“<sup>1)</sup> beteiligt. So nicht bei den Stärkekörnern in den Markstrahlzellen der Coniferen, oder in den Makrosporen von *Marsilia*-arten. Bei einigen der letztern zeigen die Stärkekörner auf der Oberfläche eine schöne netzförmige Zeichnung. Die bei *Marsilia salvatrix* verfolgte Entwicklungsgeschichte dieser Struktur lehrt, dass das Netzwerk dem Stärkekorn von außen aufgesetzt wird, und zwar unter den nämlichen Erscheinungen, welche bei ähnlichen Vorgängen an Pollenkörnern und Sporen zu beobachten wären. Es dienen „zu dieser Verdickung Protoplasma und Mikrosomen ganz wie dort,“ und werden „in der Bildung der Verdickungsschicht schließlich verbraucht.“ Hieraus folgt aber, „dass das Stärkekorn an seiner Oberfläche wächst.“ Zu diesem Resultat waren kürzlich auch A. F. W. Schimper<sup>2)</sup> und Arthur Meyer<sup>3)</sup> gekommen. Erstgenannter Beobachter schloss aus

1) Vergl. Schimper, Bot. Zeit. 1880. Sp. 889. (Diese Zeitschr. I, S. 50).

2) Bot. Zeit. 1881, Sp. 185.

3) Ebenda 1881, Sp. 864.

seinen umfangreichen und genauen Untersuchungen auch, dass die zusammengesetzten Stärkekörner „durch Vereinigung ursprünglich getrennter Körner und nicht durch innere Spaltung entstehen.“ Diese schon von Crüger<sup>1)</sup> und namentlich von Dippel<sup>2)</sup> behauptete Entstehungsweise jener Gebilde, welche der Intussusceptionstheorie eine Hauptstütze entzieht, wird von Str. (für *Marsilia diffusa*) bestätigt.

Den anatomischen Bau des einzelnen Stärkekorns findet Str. sehr übereinstimmend mit dem der Zellhüte. „Tatsächlich gibt es im Stärkekorn wie in der Zellhaut nur aufeinanderfolgende Lamellen, die sich mehr oder weniger vollständig gleichen. Die dunklern Linien sind die besonders markirten Adhäsionsflächen der aufeinanderfolgenden Lamellen.“ Eine regelmäßige Abwechslung wasserreicher und wasserarmer Schichten liegt hier ebensowenig vor, wie in der Zellhaut. Hierfür sprechen wie dort die Quellungserscheinungen. Auch bei exzentrisch geschichteten Körnern, bei welchen die äußern Schichten nicht um das ganze Korn laufen, ist die gesammte Oberfläche am widerstandsfähigsten. Eine einheitliche Schicht kann dieselbe hier nicht sein. Sie stellt nach Str. vielmehr ein „Grenzhütchen“ dar, welches sich aus den freiliegenden und unter der Einwirkung des angrenzenden Mediums veränderten oberflächlichen Teilen vieler aufeinanderfolgender unvollständiger Lamellen zusammensetzt. — Die dunkeln Grenzlinien zwischen den einzelnen Lamellen, resp. Schichten, werden bei der Quellung nur deutlicher, nicht dieker. Die Lamellen selbst lassen deutlich eine „radiale Struktur“ erkennen, welche durch „radial gestellte, stäbchenförmige Elemente“ bedingt sein dürfte. Diese Erscheinung bewog schon Schimper<sup>3)</sup> die Stärkekörner als „Sphärokrystalle“ zu deuten, worin ihm Arthur Meyer beipflichtete<sup>4)</sup>, trotzdem Nägeli diesen Versuch höchst abfällig beurteilt hatte<sup>5)</sup>. Strasburger hält diese Deutung für sehr naheliegend, kann ihr jedoch nicht zustimmen, da es ihm zunächst nicht wol möglich scheint, dieselbe auch auf Zellhüte auszudehnen. Er möchte vielmehr in Erwägung ziehen, „ob nicht die einzelnen radialen Elemente der Lamellen in ihrer Lage der Stellung entsprechen, welche die Mikrosomen in den die Stärkelamellen bildenden Plasmalagen innehatten? In den Stärkelamellen wäre dann die tangential Verschmelzung dieser Mikrosomen eine relativ unvollständige. In dem fein gestreiften *Pinusholz* wären die Mikrosomen derselben Schraubenlinie vollständig verschmolzen, nicht so die Mikrosomen der benachbarten Schraubenlinien. In andern *Pinuszellen* mit dickern Schraubenbändern hätte man auch die seitliche Verschmelzung einer größern oder geringern

1) Bot. Zeit. 1854, Sp. 48.

2) Mikroskop, II, Tl., 1869. S. 26.

3) Bot. Zeit. 1881, S. 223.

4) Ebenda, 1881, Sp. 841.

5) Ebenda, 1881, Sp. 634 ff.

Zahl schraubiger Mikrosomenreihen vor Augen. In den *Pinus*zellen mit rein konzentrischer Schichtung, ohne radiale Zeichnung, wären die Mikrosomen jeder Schicht allseitig verschmolzen. In allen Fällen entspricht aber . . . jede primäre Lamelle nur einer einzigen Lage von Mikrosomen.“ —

Diese Vorstellungen über den Bau der Stärkekörner und Zellhüte entwickelt Str. in einem gleichlautend betitelten Abschnitt, der außerdem auch noch das Verhältniss der Quellungsrichtungen zu dem anatomischen Bau behandelt. Hier führt Str. das geringere Lichtbrechungsvermögen der von andern überdeckten Lamellen in Zellwänden und Stärkekörnern auf eine Zunahme des Wassergehalts zurück und sucht hieraus auch die in beiden Gebilden vorhandenen Schichtenspannungen zu erklären. Da die Wassereinsparung nur in tangentialer Richtung erfolgt, so muss jede Lamelle, deren Wassergehalt zunimmt, auf die mit ihr fest verbundenen innern Lamellen einen Zug ausüben, gegen diese also positiv gespannt sein. Umgekehrt wird jede innere Lamelle gegen die ihr zunächst vorliegende äußere negativ gespannt sein. In (nicht enticularisirten) Membranen herrschen die entgegengesetzten Verhältnisse. Hier werden die innern, jüngern Lamellen, in ihrem Ausdehnungsbestreben durch die äußern, ältern gehindert, auf diese einen Druck ausüben, ihnen gegenüber also positiv gespannt sein, sie selbst aber in den Zustand negativer Spannung versetzen. Diese Spannungen verursachen nach Strasburger die Doppelbrechung der organisirten Gebilde, was bereits von Max Schultze<sup>1)</sup> und N. J. C. Müller<sup>2)</sup> im Gegensatz zu Nägeli behauptet worden war. Letzterer<sup>3)</sup> leitete diese Erscheinungen aus der doppelbrechenden Beschaffenheit der krystallinischen „Micelle“ ab, aus welchen er Stärkekörner und Zellmembranen bestehen lässt. Spannungen innerhalb der letztern könnten darum nicht Ursache der Doppelbrechung sein, weil die optischen Eigenschaften jener Gebilde durch künstlich hervorgebrachten Druck oder Zug nicht verändert werden. Dieser Einwand ist jedoch nach Strasburger hinfällig, denn die gegenseitigen Spannungsverhältnisse der einzelnen Lamellen werden bei der nur innerhalb enger Grenzen möglichen Dehnung oder Verkürzung eines vollständigen Membranstücks nicht erheblich verändert. Ferner spricht gegen die Theorie Nägeli's „entschieden der Umstand, dass die organisirten Körper ihre doppelt brechenden Eigenschaften einbüßen mit dem Augenblicke, wo ihre Organisation zerstört wird.“ Wollte man auch annehmen — wozu kein Grund vorliegt — dass die „Micelle“ bei

1) Sitzber. d. niederrh. Gesellsch. f. Natur- u. Heilkunde in Bonn, 8. Mai, 1861,

2) Bot. Unters. IV, 1875, S. 134, und Handbuch der Botanik, Bd. I, 1880, S. 122.

3) Sitzber. d. bayr. Akad. d. Wiss. 1862, Bd. I, S. 290.

jeder Quellung zertrümmert werden, so müssten die Bruchstücke derselben doppelbrechend bleiben und in ihrer ungeordneten Masse nunmehr depolarisierend wirken, was aber beides nicht geschieht. Dass die Farbenverteilung bei der Doppelbrechung in den Stärkekörnern die entgegengesetzte ist von derjenigen in den Cellulosemembranen, erklärt sich leicht aus den hier und dort gleichfalls entgegengesetzten Spannungsverhältnissen. Kehren sich jedoch durch nachträgliche chemische Veränderungen innerhalb der Membran die Spannungsverhältnisse um, so ändert sich auch die optische Wirkung in diesem Sinne. Dies geschieht bei der mit Volumenzunahme verbundenen Cuticularisierung. Die cuticularisirten äußeren Schichten der Außenwände von Epidermiszellen sind tatsächlich komplementär gefärbt zu den innern, aus unveränderter Cellulose bestehenden. Bei langlebigen Epidermen wurden die gegen den innern Teil der Außenwand anfänglich positiv gespannten Cuticularseichten durch den mit dem Dickenwachstum von innen her steigenden Druck schließlich wieder in negative Spannung versetzt, und dementsprechend verteilen sie dann bei der Doppelbrechung die Farben wiederum so, wie die Celluloseschichten. Diese Umkehr der Spannungsverhältnisse wurde von Str. bei *Viscum album* entwicklungsgeschichtlich verfolgt. — Es gelang dem Verfasser auch, in künstlich hergestellten Membranen aus Hühnereiweiß unter dem Polarisationsmikroskop die nämliche Farbenverteilung, wie in Zellmembranen zu beobachten. Diese Häute reagierten schon auf Druck und Zug durch Farbenänderungen, „weil hier die gegenseitige Spannung der Lamellen nicht durch Strukturverhältnisse fixirt ist.“ — Ein Aufbau des Protoplasmas aus krystallinen, doppelbrechenden, aber nicht regelmäßig angeordneten, sondern zerstreuten „Micellen“ ist nicht denkbar, da die Masse der letztern dann depolarisierend wirken müsste, was nicht der Fall ist.

Was nun den Molekularbau der organisirten Gebilde betrifft, so ist auf Grund der neuen Beobachtungen, falls diese richtig gedeutet sind, die Nägeli'sche Micellarhypothese nicht mehr zu halten. Strasburger versucht es daher, eine andre Vorstellung von dieser Struktur zu gewinnen. Die organisirten Substanzen sind bekanntlich Kolloide, und zwar organisirte Kolloide. Die Begriffe „kolloidal“ und „organisirt“ sind für Str. nicht identisch; er kann der Auffassung Pfeffer's nicht zustimmen, welcher die „Organisation“ nur durch bestimmte physikalische Eigenschaften (begrenzte Quellbarkeit) bedingt sein, und sie daher auch außerhalb des Organismus zu Stande kommen lässt<sup>1)</sup>. Nach dem Verfasser ist eine Struktur aber nur dann organisirt, wenn sie durch die spezifische Tätigkeit des Organismus veranlasst ist. Hiermit sollen „nicht spezifische Kräfte im Organismus statuirt werden, sondern nur Kombi-

1) Pflanzenphysiologie I, S. 13. — Osmotische Unters. S. 151.

nationen von Kräften, wie sie außerhalb des Organismus nicht gegeben sind.“ Organisirende Kräfte kommen nur dem Protoplasma zu, und der künstlichen Darstellung organisirter Körper müsste daher diejenige aktiven Albumins vorangehen — eine Möglichkeit, die noch „in weiter Ferne“ liegt. — Der Charakter der zum Aufbau der organisirten Körper verwendeten Kolloide besteht in ihrer Quellungs-fähigkeit, welche den meisten andern organischen und allen unorganischen Kolloiden abgeht. In sämtlichen Kolloiden nimmt nun Str. auf Grund einer längern, im Auszuge nicht wol wiederzugebenden chemischen Betrachtung eine netzförmige Verknüpfung der Einzelmolekel durch mehrwertige Atome an. Die Maschen dieses Netzes werden von Wasser oder einer andern Flüssigkeit erfüllt. Sind die Molekel innerhalb ihrer Gleichgewichtslage verschiebbar, so ist das Kolloid quellungsfähig. „Die Quellung ist nur intramolekulare Kapillarität, Kapillarattraktion innerhalb der intramolekularen Maschen;“ sie erreicht ihr Maximum, wenn der Elastizitätswiderstand der Substanz und die Größe der kapillären Anziehung sich gegenseitig das Gleichgewicht halten. Ueberwiegt die letztere die Affinität der Substanzmolekel, so wird das molekulare Netzwerk gesprengt, und „es tritt Lösung ein, in welcher Ketten und Maschen des Netzes verteilt sein werden. Daher das opalisirende Aussehen solcher Kolloidlösungen, daher die Erscheinung, dass sie sich in Fäden ziehen und nicht durch die Membranen gehen.“ Die Zerstörung des anatomischen Baues, die Desorganisirung der Substanz, geht der Lösung voran.

Die gegenseitige Orientirung der Molekel und die Gestalt der von diesen gebildeten Netze wird durch die „organisirenden Kräfte“ bestimmt. „Daher die Wahrnehmung, dass die Quellungsrichtungen senkrecht gegen beobachtete Strukturen gerichtet sind.“ Aber auch die feinste, sichtbar zu machende Struktur an Membranen und Stärkekörnern kann nicht als „unmittelbarer Ausdruck des molekularen Aufbaues“ betrachtet werden. Dies schließt Str. daraus, dass auch die wasserreichste Kieselgallerte keinerlei Struktur zeigt.

Die von Str. gegebene Erklärung der Molekularstruktur organisirter Gebilde „beansprucht nichts weiter, als den Wert einer Hypothese, die vorläufig die einheitliche Behandlung gewisser Phänomene gestatten soll, und die auf die Erfahrungen der heutigen Chemie sich stützen kann.“ Sie scheint ihrem Autor mindestens ebenso berechtigt zu sein, als es die Micellarhypothese Nägeli's seinerzeit gewesen.

Als besonders interessant und wichtig müssen schließlich Strasburger's Mittheilungen über die Wegsamkeit der Zelhäute bezeichnet werden. Eine Reihe von Beobachtungen lässt es nämlich als möglich erscheinen, dass die Plasmakörper benachbarter Zellen unmittelbar zusammenhängen durch feine Fortsätze,

welche die Membran durchdringen<sup>1)</sup>. In den Membranen der Endospermzellen von *Strychnos nux vomica* hat Tangl<sup>2)</sup> tatsächlich feine, plasmaerfüllte Kanäle nachgewiesen, welche auch die „Mittellamelle“ zwischen benachbarten Zellen durchsetzen, also ununterbrochen aus der einen Zelle in die andre führen. Den Unterschied zwischen den Schließhäuten gewöhnlicher Tüpfel und denjenigen der Siebtüpfel möchte Str. nur als einen graduellen betrachten. Dass Protoplasma-massen auch durch Membranen wandern können, in welchen Tüpfel nicht nachzuweisen sind, folgt aus zahlreichen Beobachtungen. „Von der größten Bedeutung wäre es für unsre Auffassung von dem Gesamtorganismus der Pflanze, wenn es sich wirklich feststellen ließe, dass alle lebenden Plasmakörper der Zellen durch direkte Fortsätze zusammenhängen“.

Die Abschnitte über „Kohlenstoffassimilation“, „die Rolle des Zellkerns“ und „das Verhalten des Zellkerns in den Geschlechtsprodukten“ stehen zu dem Titel des Buchs kaum mehr in Beziehung. Sie bringen keine neuen Tatsachen, sondern befassen sich mit der kritischen Besprechung einschlägiger Hypothesen und der Deutung bekannter Erscheinungen. Sie sollen daher um so eher nur durch ihre Ueberschriften hier angezeigt sein, als das vorliegende Referat bereits sehr umfangreich geworden ist. Ueber den so überaus wichtigen Hauptinhalt des Buchs glaubte jedoch der Referent den Lesern dieser Zeitschrift einen ausführlicheren Bericht zu schulden. Ist dieser auch keineswegs vollständig, so dürfte er doch im Stande sein, einen Ueberblick über alle diejenigen in dem wertvollen Werke niedergelegten neuen Beobachtungen und Anschauungen zu vermitteln, welche von wesentlicher Bedeutung sind.

K. Wilhelm (Wien).

## P. Girod, Recherches sur la Poche du Noir des Céphalopodes des côtes de France.

Archives de Zoologie expérimentale T. X. 1882. Nr. 1. 100 S. 5 Tafeln.

## J. Brock, Zur Anatomie und Systematik der Cephalopoden.

Zeitschr. f. wissenschaftl. Zoologie XXXVI. Bd. 67 S. 3 Tafeln.

Erstere Untersuchungen wurden teils in Roseoff, teils in Port-Vendres, Banyuls und Collioure an zahlreichen Dekapoden und Oktopodenspezies angestellt. Die Arbeit zerfällt in einen anatomischen, einen physiologischen und einen ontogenetischen Teil und berück-

1) Die nämliche Vermutung wurde vor wenigen Jahren von Nägeli dem Unterzeichneten gegenüber ausgesprochen. Ob sie irgendwo in N.'s Werken niedergelegt ist, weiß ich augenblicklich nicht zu sagen. Der Ref.

2) Jahrb. f. wissenschaftl. Bot. Bd. XII, 1880, S. 170.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1882

Band/Volume: [2](#)

Autor(en)/Author(s): Strasburger Eduard

Artikel/Article: [Ueber den Bau und das Wachstum der Zellhäute 641-654](#)