

20. A. Zimmermann: Molecular-physikalische Untersuchungen. (II.)

Eingegangen am 17. März 1884.

2. Ueber den Zusammenhang zwischen der Richtung der Tüpfel und der optischen Elasticitätsaxen.

Es ist eine schon seit längerer Zeit bekannte Thatsache, dass bei getüpfelten Zellmembranen die Richtung der Tüpfel mit einer Axe des optisch wirksamen Elasticitätsellipsoids zusammenfällt. Es gilt dies namentlich von den spaltenförmigen Tüpfeln der Bastzellen, die meist in linksschiefen Spiralen angeordnet sind. Eine noch offene Frage ist es hingegen, ob die Längsrichtung dieser spaltenförmigen Tüpfel stets mit einer bestimmten Axe jenes Ellipsoids zusammenfällt. Da mir nun die Entscheidung dieser Frage namentlich mit Rücksicht auf die Annahme derer, die, wie von Höhnel¹⁾, Doppelbrechung, Quellung, Streifung und Richtung der Tüpfel auf dieselben molecularen Spannungen zurückzuführen suchen, von einiger Bedeutung schien, habe ich eine beträchtliche Anzahl von Zellen aus den verschiedensten Gewebesystemen und von den verschiedensten Pflanzen in dieser Hinsicht geprüft. Die Resultate dieser Untersuchung, die, wie ich gleich jetzt bemerken will, der von Höhnel'schen Annahme vollständig entsprechen, bilden den Gegenstand der vorliegenden Mittheilung.

Es ist zunächst einleuchtend, dass die eine der 3 Axen des optischen Elasticitätsellipsoids, die wie Naegeli nachgewiesen, stets radial gerichtet ist, hier nicht in Betracht kommen kann. Die beiden anderen Axen können aber entweder longitudinal und transversal oder in zwei mehr oder weniger geneigten Spiralen verlaufen. Die Richtung sowohl wie das Verhältniss derselben zu einander liefert uns nun die Flächenansicht der betreffenden Membran. Wir brauchen, um Beides zu finden, nur einen Längsschnitt, der allerdings hinreichend dünn sein muss, über einem Gypsplättchen, das sich in Diagonalstellung befindet, unter dem Polarisationsmikroskope um eine verticale Axe zu drehen. Haben wir die Lage ermittelt, in der die Flächenansicht die höchste Additionsfarbe giebt, so laufen bekanntlich die Elasticitätsaxen des Gypsplättchens und der Zellmembran nicht nur parallel, sondern es liegt dann auch die grössere Axe über der grösseren, die kleinere über der kleineren. Haben wir nun vorher etwa durch einen Gelatinestreifen, Glasfaden

1) Botanische Zeitung 1882, Nr. 36 u. 37.

oder dergl. die Elasticitätsaxen im Gypsplättchen ermittelt, so können wir auch angeben, in welcher Richtung die Elasticitätsaxen in der betreffenden Membran verlaufen und welche von beiden die grössere ist.

Da nun bekanntlich bei nicht cuticularisirten Membranen die radiale Axe im Allgemeinen die kleinste ist, so würde auf diese Weise das ganze wirksame Ellipsoid bestimmt sein. Ich habe jedoch die radiale Axe, da dieselbe für unsere Frage nicht in Betracht kommt, nicht mit ins Bereich meiner Untersuchung gezogen und weiss daher nicht, ob obiges Verhalten in allen untersuchten Fällen zutrifft.

Vergleichen wir nun das optische Verhalten der untersuchten Membranen wiederum mit dem von gezogenen Gelatinestreifen oder dergl., so können wir die gewonnenen Resultate in den Satz zusammenfassen: Alle untersuchten Zellmembranen, die irgendwie gestreckte Tüpfel besitzen, zeigen eine solche optische Reaction, als wenn sie in der Richtung, in die der grössere Durchmesser derselben fällt, gedehnt wären. Da nun die Zellen in der Radialrichtung im Allgemeinen wie comprimirtes Glas oder dergl. reagiren, so muss die senkrecht auf der Richtung der Tüpfel stehende Axe zwischen beiden in der Mitte liegen.

Im Folgenden sollen nun alle untersuchten Fälle der Reihe nach besprochen werden. Ich beginne mit den leiterförmig und netzförmig verdickten Tracheen und Tracheiden. Dieselben besaßen in allen Fällen quergestellte oder ganz wenig geneigte Tüpfel, deren Querdurchmesser aber in allen Fällen der grössere war. Wurde nun eine solche Membran unter das Polarisations-Mikroskop gebracht und so gedreht, dass die Richtung der Tüpfel mit der Zugrichtung¹⁾ zusammenfiel, so zeigte sich in allen Fällen die höchste Additionsfarbe, während dann, wenn die Längsrichtung der Zellen in diese Richtung gebracht wurde, Subtractionsfarben erschienen. Es reagirten also diese Zellen, der Richtung der Tüpfel entsprechend, wie ein in der Querrichtung gedehnter Cylinder. Untersucht wurden die Tracheen und Tracheiden folgender Pflanzen, die vollständig übereinstimmende Resultate lieferten.

Pteris cretica (Wedelstiel); *Selaginella laevigata* und *Lycopodium clavatum* (Stengel); *Macrostigma tupistrades* und *Phormium tenax* (Batt); *Chamaerops humilis* und *Primula sinensis* (Blattstiel); *Sacharum officinarum*, *Calamus Rotang*, *Nerium Oleander*, *Viscum album*, *Vinca minor*, *Rhipsalis rhombea*, *Euphorbia Paralias*, *Clematis vitalba*, *Quercus* und *Platanus* (Stengel); *Cucurbita Pepo* und *Asclepias cornuti* (Wurzel); *Monstera pertusa* (Luftwurzel).

Gehen wir nun zu den Ring- und Spiral-Gefässen über: Auch sie gaben die höchste Additionsfarbe, wenn die Verdickungsleisten der Zugrichtung parallel liefen. Untersucht wurden:

1) Diese Berichte. Bd. I, p. 536.

Nerium Oleander, *Viscum album*, *Vinca minor*, *Gunnera scabra*, *Tulipa spec.* und *Elaeagnus pungens* (Stengel); *Sacharum officinarum*, *Phormium tenax* und *Chamaerops humilis* (Blatt); *Monstera pertusa* (Luftwurzel).

Interessant sind in dieser Beziehung noch die Tracheiden von *Taxus baccata*. Hier verlaufen bekanntlich die Poren in einer weit steileren Richtung als die Verdickungsbänder. Die optische Reaction entspricht hier der Richtung der Tüpfel; ob jedoch die Verdickungsleisten, die übrigens erst nach Ausbildung der Tüpfel gebildet werden¹⁾, für sich eine abweichende Reaction zeigen, vermochte ich nicht mit aller Sicherheit zu entscheiden, doch schien mir dies der Fall zu sein.

Im Anschluss hieran mögen noch die Tracheiden aus der Wurzelhülle von *Oncidium spaccellatum* und *Aerides odorata* erwähnt werden. Dieselben besitzen bekanntlich unregelmässige spiralförmige Verdickungen. Sie reagiren in der Weise, als ob sie in der Längsrichtung dieser Verdickungen gezogen wären. Ebenso reagiren die mit spiralförmigen Verdickungen versehenen Parenchymzellen in der Wurzelrinde von *Podocarpus salicifolius*.

Ich gehe nun zu dem mechanischen Systeme über. Was zunächst die Bast- und Libriformzellen anbetrifft, so ist es hier meist nicht leicht die Sachlage festzustellen, denn es ist bei diesen in allen Fällen nöthig, eine isolirte Membran zu erhalten, denn ebensowohl etwa noch anhaftende Theile der anliegenden Zellen, als auch die andere Hälfte derselben Zelle würde bei dem schiefen Verlauf der Micellarreihen die optische Reaction beeinträchtigen. Namentlich an den Enden der Schnitte gelang es jedoch häufig kleine Stücke zu erhalten, die vollkommen den gemachten Anforderungen entsprachen: bei denen also einerseits entweder die obere oder die untere Zellhälfte weggeschnitten war und auch andererseits Kreuzung der Poren, wie sie durch anliegende Membranen bewirkt wird, nicht beobachtet wurde.

Wurden nun bei solchen Schnitten die Poren in die Zugrichtung gebracht, so zeigte die Flächenansicht der Membran stets die höchste Additionsfarbe. Es findet also auch hier Uebereinstimmung mit obigem Satze statt.

Untersucht wurden: *Macrostigma tupistrades* (Blatt); *Chamaerops humilis* (Blattstiel); *Dracaena reflexa*, *Rhipsalis rhombea*, *Chenopodium ambrosioides*, *Viscum album*, *Quercus* und *Vinca minor* (Stengel).

Von grösserem Interesse schien jedoch die Untersuchung des Collenchyms, weil hier²⁾ sowohl longitudinal als auch transversal gestellte Poren vorkommen: Es zeigte sich, dass in vollkommener Ueberein-

1) cf. Strasburger, Bau und Wachstum der Zellhäute. p. 63.

2) cf. Ambronn, Pringsh. Jahrb. Bd. XII, p. 513.

stimmung mit der Richtung der Poren sich auch die optische Reaction änderte.

Deutlich longitudinal gestreckte Poren besitzt z. B. das Collenchym des Stengels von *Tradescantia zebrina*; dem entsprechend giebt die Flächenansicht die höchste Additionsfarbe, wenn die Längsrichtung der Zellen der Zugrichtung des Polarisationsmikroskops parallel läuft. Ein gleiches optisches Verhalten zeigte das Collenchym von *Salvia splendens*. Umgekehrt verhält sich jedoch das Collenchym von *Nerium Oleander*, das ovale transversal gestellte Tüpfel besitzt. Sehr niedrig waren hingegen die Farben, welche das Collenchym von *Peperomia incana* zeigte; doch schien dieselbe auf eine schwache transversale Dehnung hinzuweisen. Die sehr kleinen Tüpfel erschienen in der That auch bei homogener Immersion meist genau kreisförmig, zuweilen ganz wenig quer oval.

Von den Gefässkryptogamen wurden bei *Lycopodium clavatum* und *Equisetum palustre* die mechanischen Zellen untersucht: Während nun die Stereiden von *Lycopodium* transversal gestellte Tüpfel besitzen und dem entsprechende optische Reaction, zeigen die von *Equisetum* spaltenförmige und in der Längsrichtung gestreckte Tüpfel. Bei letzteren ist das optische Verhalten dasselbe wie bei dem Collenchym von *Tradescantia*.

An dritter Stelle erwähne ich noch eine Anzahl parenchymatischer Zellen, die zumeist dem Reservestoff-speichernden Systeme angehören.

Was zunächst die Holzparenchymzellen anbetrifft, so wurde auf ihr optisches Verhalten das Holz von *Platanus orientalis*, *Clematis vitalba* und *Quassia amara* untersucht. Bei allen waren die Poren oval und quergestellt; dem entsprechend gaben die Zellen, wenn die Längsrichtung denselben mit der Zugrichtung des Polarisationsmikroskops zusammenfiel, Substractions-Farben.

Ebenso verhielt sich sowohl bezüglich der Gestalt der Poren wie der optischen Reaction das Markparenchym von *Elaeagnus pungens*.

Auch das Grundgewebe im Stengel von *Dracaena reflexa* und *Sacharum officinarum*, sowie in den Luftwurzeln von *Monstera pertusa* und *Aerides odorata* besitzt ovale, quergestellte oder schwach geneigte Poren und dem entsprechendes optisches Verhalten.

Die Poren, welche sich in grosser Anzahl auf den Radialwänden der Gefässbündelscheiden in den Nadeln von *Pinus silvestris* finden, sind gleichfalls meist deutlich queroval und es zeigte auch eine solche Membran in der That die höchste Additionsfarbe, wenn die Längsrichtung der Zellen auf der Zugrichtung des Polarisationsmikroskops senkrecht stand.

Meist etwas schief geneigt sind jedoch die grossen Poren, welche sich an den dickwandigen Zellen des Querparenchyms im Blatte von *Cycas revoluta* finden. Die Untersuchungen unter dem Polarisations-

mikroskope ergab auch hier eine vollständige Uebereinstimmung mit dem aufgestellten Satze.

Von den Zellen des Hautgewebes habe ich nur das Hypoderm des Blattes von *Phormium tenax* untersucht; dieses besitzt auf den Radialwänden grosse quergestellte Poren. Das optische Verhalten war dasselbe wie bei den oben erwähnten parenchymatischen Elementen mit gleicher Richtung der Tüpfel.

Was nun endlich die hygroscopischen Objecte anbetrifft, deren optisches Verhalten in der ersten Mittheilung ausführlich beschrieben wurde, so stimmt dies gleichfalls vollständig mit dem obigen Satze überein. Am einfachsten lässt sich dies an den Grannen von *Geranium sanguineum* erkennen, wo wir sahen ¹⁾, dass die Zellen mit quergestellten Tüpfeln, die in der Längsrichtung am stärksten quellungsfähig sind, in der Querrichtung expandirt erscheinen, während die Zellen mit longitudinal oder schief gestellten Tüpfel sich optisch so verhalten, als wenn sie in der Längsrichtung der Poren gezogen wären.

In gleicher Weise verhalten sich nun auch die mechanischen Zellen, die sich im Säulchen der Grannen von *Avena sterilis* befinden. Die Tüpfel derselben verlaufen bekanntlich nur bei den äusseren Zellen in linksschiefen Spiralen, bei den inneren hingegen in schiefen Ringen, deren Anordnung in der ganzen Granne eine solche ist, dass sie zusammen eine linksschiefe Spirale bilden. ²⁾

Die ersteren Zellen, die durch Austrocknen und starke Quellung eine Torsion erleiden, zeigen dieselbe Reaction wie Bastzellen: sie erscheinen gedehnt in der Richtung der Poren.

Von besonderem Interesse erscheinen mir aber die Zellen mit den Micellarringen. Bei diesen war schon früher ³⁾ die Vermuthung ausgesprochen, dass dieselben bei der Torsion der ganzen Grannen mit wirksam sein möchten. Es wurde dabei die Voraussetzung gemacht, dass die Quellungsfähigkeit in der Richtung senkrecht zum Verlauf der Tüpfel die stärkere wäre. Jetzt wo wir die Beziehungen zwischen Quellung, Doppelbrechung und Richtung der Tüpfel kennen, gewinnt die nur als Hypothese ausgesprochene Annahme bedeutend an Wahrscheinlichkeit. Denn in der That reagiren diese Zellen in der Weise, als wenn sie in der Richtung der Tüpfel gezogen wären und geben die höchste Additionsfarbe, wenn die Richtung derselben die Zugrichtung des Polarisationsmikroskops parallel läuft. Es lässt sich dies Verhalten sowohl an Schnitten wie auch an isolirten Zellen, die so liegen, dass die Tüpfel der ab- und zugekehrten Wand parallel laufen, leicht constatiren.

1) Diese Berichte. Bd. I, p. 535 f.

2) cf. Pringsh. Jahrb. Bd. XII, p. 546.

3) l. c. p. 548—550.

Werfen wir noch einen Rückblick auf die gewonnenen Resultate, so lassen sich dieselben, wie schon anfangs bemerkt wurde, in den Satz zusammenfassen, dass alle mit Tüpfeln versehenen Zellmembranen eine solche optische Reaction geben, als wenn sie in der Richtung, in die der grössere Durchmesser der Tüpfel fällt, gezogen wären.

Schliessen wir uns denjenigen an, die die doppelbrechenden Eigenschaften der Zellmembranen auf Spannungen zurückführen, so hat die constatirte Thatsache nichts Auffallendes; vielmehr scheint dieselbe auf den ersten Blick einen schönen Beweis für die Richtigkeit ihrer Ansicht zu liefern. Es scheint mir jedoch, dass die letzte Schlussfolgerung zu voreilig sein würde, denn es wäre ja doch ebenso gut möglich, dass die constatirte Beziehung in den zwischen den Micellen wirkenden Molecularkräften ihren Grund hat.

Berlin, botanisches Institut der
landwirthschaftl. Hochschule.

21. L. Kny: Die Beziehungen des Lichtes zur Zelltheilung bei *Saccharomyces cerevisiae*.

Eingegangen am 18. März 1884.

Zellwachsthum und Zelltheilung sind Vorgänge, welche, wie bekannt, bei der Gewebebildung der höheren Pflanzen meist Hand in Hand gehen, aber nicht nothwendig mit einander verbunden sind. Zahlreiche Beispiele gibt es dafür, dass ein sehr ausgiebiges Wachsthum ohne Fächerung durch Scheidewände erfolgen kann (Thallus vieler Phycomyceten und der meisten Siphoneen, Milchzellen der *Euphorbien*). Dass auch das Gegentheil, nämlich Theilung des Plasmakörpers ohne nachweisbare Vergrösserung der Mutterzelle vorkommt, zeigt die Entwicklung der Stammglieder vieler Sphacelariaceen und die Schwärm-sporenbildung gewisser Algen und Pilze.

Bei der Unabhängigkeit, in welcher die Processe des Zellwachsthums und der Zelltheilung nebeneinander verlaufen, steht von vornherein zu erwarten, dass äussere Agentien, wie Licht, Wärme, Schwerkraft etc. nicht den gleichen Einfluss auf beide ausüben werden. Diese Voraussetzung findet in der Thatsache eine Unter-

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1884

Band/Volume: [2](#)

Autor(en)/Author(s): Zimmermann Albrecht

Artikel/Article: [Molecular-physikalische Untersuchungen.\(II.\) 124-129](#)