

3. Die Familie der *Cladoniaceen* besteht aus ganz heterogenen Gattungen, und kann daher in ihrer bisherigen Abgrenzung nicht bestehen bleiben.

4. Mit Rücksicht auf die neuesten Resultate der Untersuchung ist nicht nur eine präcisere Diagnose und Abgrenzung der Arten, sondern auch eine andere Zusammenstellung derselben zu einzelnen Gruppen nothwendig.

Schliesslich sage ich schon hier Herrn Ober-Landesgerichtsrath Dr. Arnold in München für die vielfachen Unterstützungen, die derselbe mir in der lebenswürdigsten Weise hat zu Theil werden lassen, meinen verbindlichsten Dank. Auch bin ich Herrn Prof. Eichler für die Erlaubniss, das kgl. Herbar in Berlin benutzen zu dürfen, zu Dank verpflichtet.

Botanisches Institut der Universität  
Berlin.

---

## 8. N. I. C. Müller (Münden): Polarisations-Erscheinungen pflanzlicher und künstlicher Colloid-Zellen.

Eingegangen am 17. Februar 1883.

---

Vor einer Reihe von Jahren habe ich versucht, die Erscheinung der Polarisation pflanzlicher Gewebe aus Anziehungskräften zu erklären, wie sie bei der Adhäsion als Zug und Druck zum Ausdruck kommen.

Diese Versuche und die früher in der Literatur vorhandenen Angaben über die Doppelbrechung in erhärteten Colloiden veranlassten mich, künstliche Membranen aus flüssigen Pflanzen- und Thier-Colloiden herzustellen. Es sollte hierbei von jeder complicirteren Hypothese über den Bau der pflanzlichen Zellen abgesehen und lediglich die Frage behandelt werden:

Welche Verhältnisse müssen herrschen bei dem Uebergang aus dem flüssigen in den festen Aggregatzustand für pflanzliche Colloide, damit dieselben zu doppelbrechenden Membranen erstarren? Angeregt wurde ich zu dieser Untersuchung zum Theil auch durch die interessanten Beobachtungen des englischen Physikers Maxwell über die Doppelbrechung, welche in viscosen Flüssigkeiten durch Umrühren hervorgebracht wird.

Die Erklärung für diese Erscheinung, wie sie von Maxwell seiner Zeit gegeben wurde, ist ganz frei von complicirteren Hypothesen über die Molecular-Structur der Flüssigkeiten und kann etwa so ausgesprochen werden:

Eine viscose oder klebrige Flüssigkeit unterscheidet sich von einer gewöhnlichen, z. B. Wasser oder Alkohol, dadurch, dass das Zurückschnellen der kleinsten Theilchen in die ursprüngliche Ruhelage nach einer vorübergehenden Zerrung durch Umrühren langsamer erfolgt, so dass in Polariscope die durch das Umrühren mit einem festen Körper bewirkten Unterschiede in der Dichte noch vor der Reflexation der Theilchen wahrgenommen werden können.

Da man es in der Pflanze mit solchen viscosen Flüssigkeiten zu thun hat, so lag es nach der vorstehenden Untersuchung nahe, zu fragen, ob nicht Membranen gebildet werden können, indem man Zug- oder Druckkräfte wirken lässt, welche ähnlich wirken, wie das Umrühren mit einem festen Körper in einem flüssigen Colloid. Solche Kräfte kommen zur Geltung beim Eintrocknen flüssiger Colloidmassen, oder besser gesagt, wenn eine flüssige Masse durch Wasserentziehung soeben fest wird.

Gehen die thierischen und pflanzlichen Colloide aus dem flüssigen in einen festen Zustand über, so werden sie optisch Iaxig oder optisch IIaxig, positiv oder negativ gespannt, je nach ihrer chemischen Natur und der Form, in welcher sie erstarren. Ganz bemerkenswerth hierbei ist ein Hauptzug: Nicht alle Colloide ziehen sich bei diesem Uebergang zusammen, wie aus dem Wasserverlust zu schliessen wäre. Der Stärkekleister dehnt sich aus, so dass die trockene Form grösser ist, wie die nasse. Alle Colloide erstarren in der Ebene zu optisch Iaxigen Membranen, ebenso in einer kuglichen Fläche. In beiden Fällen aber nur, wenn die Anziehungskräfte in der Ebene und in der Kugelfläche nach allen Richtungen die gleichen sind.

An allen solchen Membranen, welche in der Ebene entstanden sind, kann man mit Hülfe der besseren Polarisations-Microscope das Axenbild Iaxiger Crystalle ganz deutlich und scharf beobachten,<sup>1)</sup> namentlich dann, wenn die Membran an einer Glasplatte festhaftet. Besonders lehrreich sind jene durchsichtigen, dünnen und dickeren Gelatineplatten, wie sie in den Handel kommen. Diese werden bekanntlich aus der feuchten Gelatine-Masse geschnitten und auf Netzen von Bindfaden getrocknet. Hierbei werden Zugkräfte in der Richtung der Ebene des Netzes und in der Richtung senkrecht zu dieser Ebene frei. So kommt es, dass die Platte da, wo sie sich gleichmässig zusammenziehen kann, das Axenbildchen Iaxiger Crystalle zeigt. Häufig aber werden diese Zugkräfte verschieden gross durch das Anhaften an dem Netz. Die Platte wirft und wölbt sich zwischen den Maschen des

1) Das Axenbildchen wird mit Hülfe der besseren Polarisationsmicroscope beobachtet, indem man das Object mit Hülfe eines starken Condensors bei durchfallendem Lichte beleuchtet, und das Ocular entfernt, und nur mit dem stärkeren Objectiv benutzt. Das Axenbildchen einaxiger und zweiaxiger Crystalle wurde beobachtet bei: Senegal und arabischen Gummi, Kirschgummi, Collodium, Traganthgummi und Gelatine.

Netzes. An solchen Stellen zeigt die Platte das Axenbildchen der IIaxigen Crystalle. Die Gelatine ist das ausgezeichnetste Studien-Object, da sie von den dünnsten nach den dickeren Platten bereits die Uebergänge der Interferenzfarben von der I. nach der II. Ordnung zeigt und jeden Eindruck lange Zeit bewahrt.

Die optische Analyse wird am besten für alle pflanzlichen Gewebe und Zellendurchschnitte, wie bekannt, bei gekreuzter Stellung der Nicols und diagonalen Lage eines über dem ersten Nicol eingeschalteten Gypsplättchens ausgeführt.

Der erste Schritt ist die Bestimmung der Elasticitätsaxen in dem Gypsplättchen. Für diese wollen wir die Zug- und Druck-Richtungen einführen. Man bestimmt alsdann die senkrecht zu einander stehenden Richtungen, bezogen auf ein Fadenkreuz, welches in dem Ocular angebracht ist. In den Diagonalen dieses Fadenkreuzes liegen nämlich die Elasticitätsaxen, beziehentlich die Schwingungsebenen des Gypsplättchens. Die eingehende Theorie der Interferenz-Erscheinungen möge hier vorausgesetzt sein. Für das einleitende Studium der Polarisation pflanzlicher Gewebe aber empfiehlt sich diese Methode:

Aus einer in der Ebene erstarrten dünnen, homogenen, plastischen, trocknen Gelatineplatte schneidet man einen kleinen Streifen: Man überzeugt sich, dass diese Platte die Interferenzfarbe des Gypsplättchens nicht verändert, befeuchtet sie ganz wenig und übt einen geringen Zug in der Längsrichtung des Streifens aus, welcher leicht so zu bemessen ist, dass von der Platte die nächstbelegenen Additions- und Subtractionsfarben, bezogen auf Roth I, zum Vorschein kommen.

Da die Richtung von Zug und Druck in einem solchen Plättchen an der Figur desselben leicht festgehalten werden kann, so lässt sich offenbar ebenso leicht mit Hülfe desselben die Zug- und Druckrichtung in dem festliegenden Gypsplättchen und von diesem aus in allen zu untersuchenden Objecten bestimmen. Im Nachfolgenden sind alle Haupt-Resultate der Bestimmung von natürlichen und künstlichen Zellen zusammengestellt.

(Siehe Tabelle S. 80).

Offenbar entsprechen die optischen Durchschnitte der Luftkugeln an dem Uebergange zu der festen demselben Uebergange von der Zellmembran nach dem hohlen Zellraum und es müssen die Zug- und Druckkräfte nothwendigerweise in beiderlei Gebilden in der ganzen Kugelfläche dieselben sein, ebenso muss Zug und Druck nach allen radialen Richtungen für die gegebene Masse gleich sein, auch muss ein Flächenelement, aus der Kugel herausgeschnitten gedacht, als ebenes Plättchen einem optisch einaxigen Crystallplättchen entsprechen, dessen optische Axe senkrecht, beziehentlich parallel, zur Kugelfläche steht.

Ganz bemerkenswerth aber ist, dass sich die Colloide an der Randschicht einer solchen Luftblase beim Festwerden entgegengesetzt verhalten, einige ziehen sich zusammen, so dass der Kugelraum grösser

Objecte	Zug Richtung	Druck Richtung	
<b>I. Hohlkugeln optisch Iaxig.</b>			
1. Luftblase in Collodium . . . . .	tangent.	radial.	
2. „ Stärkekleister . . . . .	„	„	
3. „ Senegal	}	}	
4. „ Arabischen Gummi . . . . .			
5. „ Kirsch			
<b>II. Vollkugeln optisch Iaxig.</b>			
6. Amylum (Vgl. No. 2) . . . . .	radial.	tangent.	
7. Inulin . . . . .	„	„	
<b>III. Ringabschnitte aus Cylindern.</b>			
8. Glasringe aus Röhren abgesprengt	}	}	
			innere Schaale
		äussere „	tangent.
9. Collodium . . . . .	tangent.	radial.	
10. Gelatine	}	}	
11. Gummi arabic.			
12. „ senegal.			
13. „ cerasor.)			
14. „ tragacanth (verhält sich wie ein Ringabschnitt der Caulerpastammzelle) . . . . .	radial	tangent.	
<b>IV. Cylinderfläche optisch IIaxig.</b>			
15. Collodium . . . . .	parallel der	senkrecht zur	
	Cylinderaxe.		
16. Gelatine . . . . .	„	„	
17. Gummi arabic. . . . .	„	„	
18. „ senegal. . . . .	„	„	
19. „ cerasor. . . . .	„	„	
20. „ tragacanth . . . . .	senkrecht zur	parallel der	
	Cylinderaxe.		
<b>V. Vorspringende Leisten an der Cylinderfläche.</b>			
21. Spiral- und Ringleisten vor den Gefässzellen . . .	parallel der	senkrecht zu	
	Längsaxe der	dieser	
	Leisten.	Längsaxe.	
22. Künstlich mit einem Zahnrädchen erzeugte Leisten in Gelatine . . . . .	„	„	
<b>VI. Linsen- oder halbkugelförmige Vertiefungen.</b>			
23. Nadelholztüpfel in der Fläche . . . . .	tangent.	radial.	
24. Halbkuglige Vertiefungen in Gelatine . . . . .	„	„	
<b>VII. Geschichtete Epidermen</b>			
im Durchschnitt, verhalten sich wie der	}	}	
Glasing			
	Jntine . . .	radial.	
	Exine . . .	tangent.	

wird, bezogen auf den Zustand vor dem Erstarren, andere dehnen sich aus, so dass ebenso der Kugelraum kleiner wird. Gehen wir nun zur zweiten Reihe von Beobachtungen über, in welcher dies Verhalten der Colloide beim Erstarren in einer ebenen Glasfläche studirt wurde, so beachten wir, wie schon oben angegeben, dass alle so entstehenden Membranen optisch Iaxig sein müssen, unter der Voraussetzung, dass in allen Flächen, allen Elementen gleiche Adhäsion und gleiche Dichte herrschen. Von besonderem Interesse ist nun aber das Verhalten von künstlich hergestellten Zug- und Druckkräften in einer solchen Membranplatte und hier kann gerade das Maxwell'sche Experiment in einfacher und lehrreicher Weise erweitert werden. Wenn man auf einer mässig erwärmten Glasplatte eine dünne Colloid-Schicht in dem Augenblick, wo sie erhärtet, mit einer Nadel ritzt, so dass ein gradliniger Strich entsteht, so wirken die beiden Ränder des Strichs am Polariscope gerade so, wie die Ränder einer eben im Gesichtsfelde liegenden Crystalplatte (Siehe Theorie der Inferenz und Polarisation dünner Crystalplättchen). Dies gilt aber nur in den seltenen Fällen, wo die beiden Ränder des Einrisses der Nadeln zufällig gleichen Druck erfahren haben. Bei dem gradlinigen Nadelzug liegt die optisch nachweisbare Zugrichtung in der Richtung der Zuglinie oder des angefertigten Striches. Dennoch kann Zug und Druck in den beiden Rändern ein verschiedener sein, der eine wirkt wie ein gepresstes und der andere wie ein gezerstes Gelatineplättchen. Lässt man einen solchen Strich im Gesichtsfelde des Polariscope in der gewohnten Weise rotiren über ein Gypsplättchen Roth I. Ordnung, so erscheinen die beiden Ränder in der diagonalen Stellung unter sich gleich, sie erscheinen aber ungleich in der Interferenzfarbe, wenn sich der Strich der orthogonalen Stellung nähert. Die Colloid-Platten sind optisch positiv oder negativ: Sie erstarren so, dass sie sich ausdehnen bei dem Uebergang vom halbflüssigen in den festen Zustand (in der Richtung der Adhäsions-Ebene ist hierbei eine Anziehung zu überwinden, in der Richtung senkrecht zur Ebene nicht) oder sie ziehen sich zusammen, so wird aus demselben Grunde die Elasticität nach den beiden Richtungen verschieden sein müssen. Wenden wir uns nun von den ebenen Platten und den hohlen Kugeln zu den natürlichen Vollkugeln: solcher giebt es nur zwei — das Stärkemehl und das in Alcohol niedergeschlagene Inulin-Sphaeroid, in beiden steht die Zugrichtung radial, die Druckrichtung tangential und beide Kugeln müssen als optisch Iaxig angesehen werden und die optische Axe muss in der Richtung des Radius der Kugel oder senkrecht zu dieser Richtung orientirt sein. Von diesen Vollkugeln gehen wir zu den natürlichen und künstlichen Hohlprismen über und setzen dabei voraus, dass dies Prisma aus dem Cylinder durch auf die Cylinderwand wirkenden Druck entstanden sei, ebenso wie die polyedrische Zelle durch Abplattung aus der Kugel hervorgegangen ist. Im Grunde

genommen kommt es auf die Gestalt nur insofern an, als Kugel und isodiametrischer Polyeder von dem Cylinder und dem Prisma zu unterscheiden sind. Freilich werden nur dünnwandige Polyeder beim Aufhören des Flächendrucks sich der Kugel und dünnwandigen Prismen, beim Aufhören des seitlichen Drucks dem Cylinder nähern. Der isodiametrische Polyeder wie die Kugel müssen optisch Iaxig sein, die Cylinder und Prismen optisch IIaxig.

Die grösste Complication in der Vertheilung der Spannkkräfte findet sich im optischen Durchschnitt und der Flächenansicht der Cylinderwand des Spiral- und Treppengefässes, so dass z. B. bei einer gegebenen Einstellung des Gefässes über ein Gypsplättchen Roth I, das Verdickungsband subtractionell gelb, der optische Durchschnitt der Cylinderwand additionell blau erscheint. Daraus geht bekanntlich hervor, dass die Axen gleicher Elasticität im optischen Längsdurchschnitt und im Ringband senkrecht zu einander oder so stehen, wie ihre geometrische Lage angiebt, oder mit anderen Worten, dass die Elasticität in der Richtung parallel dem Schraubenband dieselbe ist wie in Richtung parallel dem optischen Längsdurchschnitt der Cylinderwand, während doch das Spiral- oder Treppenband einer örtlichen Verdickung oder Faltung der Cylinderwand entspricht. Die scheinbar ausserordentlich complicirte Anordnung der Theilchen lässt sich an jeder halbfesten plastischen Colloidplatte, besonders überraschend und leicht an einer wenig befeuchteten Gelatineplatte nachahmen, indem man mit einem kleinen Rädchen, welches an seinem Rande Rillen (vorspringende Unebenheiten) besitzt, unter mässigem Druck über die Colloidplatte hinfährt; die Rillen hinterlassen Querbänder, dies sind die Compressionsstellen, sie entsprechen den Verdickungsstellen eines Spiral- oder treppenähnlichen Gefässes; die Richtung, in welche man das Rädchen rollte, ist die Zugrichtung, sie entspricht dem optischen Durchschnitt der Gefässwand. Der so erhaltene Addruck entspricht in jeder Hinsicht vollständig den natürlichen Membranen, welche man sich einem Treppengefäss der Länge nach herausgeschnitten denkt.

Fasst man mit Bezug auf den im gezerzten Gelatine-Additionsplättchen herrschenden Spannungszustand die Resultate zusammen, so erhält man diese Sätze:

1. Die Hohlkugeln in pflanzlichen Colloiden und in Gelatine sind in der Randschicht negativ gespannt, d. h. sie verhalten sich so, wie wenn ihre Randschicht unter Expansion des Hohlraumes erstarrt wäre.

2. Die Vollkugeln (natürliche Stärke und Inulinsphäroide) sind positiv gespannt, d. h. sie entsprechen einer Erstarrung unter Compression.

3. Alle im Innern der Pflanze belegenen Zellhäute verhalten sich

so, wie wenn sie in negativ gespanntem Zustande erstarrt wären. Polyedrische und kuglige Zellen sind optisch einaxig, Cylinder und Prismen optisch zweiaxig. Die Querschnitte aller entsprechen dem optischen Durchschnitt der Hohlkugelrandschicht.

4. Die Cuticularschicht und die Korkmembran verhalten sich umgekehrt, sie entsprechen einer unter Compression erhärteten Colloidmasse, so dass eine Callotte, welche aus einer Exine-Intinemasse der Epidermis herausgeschnitten ist, sich optisch gerade so verhält, wie der Ringabschnitt aus einem Glasrohr.

5. Alle pflanzlichen Colloide lassen sich zu cylindrischen Zellen modeln, welche in ihrem optischen Verhalten den natürlichen im Innern des Pflanzenkörpers belegenen Cylinder- oder Prismenzellen entsprechen. Nur der künstliche Traganthcylinder verhält sich abweichend, er entspricht der Stammzelle der Caulerpen.

6. Alle feineren Structurverhältnisse, so die Vertiefung in der Membran, Tüpfel, Poren einerseits, vorspringende Masse, Leisten, Schraubenbänder andererseits, lassen sich künstlich in erstarrenden Colloiden nachahmen.

Die ersteren können auf die Phänomene, welche an Hohlkugeln herrschen, die letzteren auf örtliche Compression oder Dilatation der soeben erstarrenden Masse zurückgeführt werden.

---

## 9. Georg Firtsch: Ueber einige mechanische Einrichtungen im anatomischen Bau von *Polytrichum juniperinum* Willd.

(Mit Tafel II).

Eingegangen am 18. Februar 1883.

---

Seit dem Erscheinen von Schwendener's Werk über „das mechanische Princip im anatomischen Bau der Monocotylen“ ist bereits eine grössere Zahl von Abhandlungen erschienen, welche unsere Kenntnisse über das mechanische System der Pflanzen in verschiedener Hinsicht bereicherten; doch befindet sich meines Wissens keine darunter, welche die mechanischen Einrichtungen der gefässlosen Pflanzen einer näheren Betrachtung unterziehen würde.

Es liegt in dieser Hinsicht vor allem nahe, die höchst entwickelten Vertreter der Laubmoose genauer zu untersuchen. Speciell durfte man

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

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1883

Band/Volume: [1](#)

Autor(en)/Author(s): Müller N.I.C.

Artikel/Article: [Polarisations-Erscheinungen pflanzlicher und künstlicher Colloid-Zellen 77-83](#)