

entwickelten, wie schon erwähnt, keine Zoosporen; am folgenden Tage war aber die Temperatur des Wassers und der Luft bedeutend niedriger als vorher und jetzt wurden Zoosporen in ausgiebiger Weise entwickelt. Sie entstanden durch Zweitheilung der Astzellen. Eigenthümlicherweise sahen diese Zoosporen etwas anders aus als diejenigen, welche im Januar, als die Kälte ziemlich gross war, gebildet wurden. Sie waren etwas grösser und nur selten tetraëdrisch, sondern fast immer birnenförmig mit einem kurzen Schnabel, oder eiförmig, oder oval ohne jede Spur von Schnäbeln. Sonst waren sie den früher beobachteten Zoosporen ganz ähnlich gestaltet. Die einzelne Cilie war nach dem Töden der Zoosporen mit Jod-Jodkalium sehr deutlich zu sehen.

10. H. Ambronn: Pleochroismus gefärbter Zellmembranen.

(Vorläufige Mittheilung.)

Eingegangen am 13. Februar 1888.

Die optische Anisotropie der Zellmembranen ist schon Gegenstand zahlreicher Untersuchungen gewesen, jedoch beschäftigten sich dieselben fast ausschliesslich mit der Lage der Elasticitätsachsen, ihren Beziehungen zu Quellungserscheinungen u. dergl. oder mit Theorien über die feinere Structur der Membranen.

Ob jedoch der mit der Anisotropie in gewissen Fällen verbundene Pleochroismus sich auch an Zellmembranen nachweisen lasse, darüber liegen bis jetzt noch keine Beobachtungen vor. Man konnte erwarten, dass in bestimmter Weise gefärbte Membranen in dieser Hinsicht sich ähnlich wie die meisten gefärbten anisotropen Krystalle verhalten würden. Diese Erwartung hat sich nun bei meinen Untersuchungen bestätigt und ich will deshalb im Folgenden einen kurzen vorläufigen Bericht darüber geben.

Zunächst mag Einiges über die Untersuchungsmethode mitgeteilt werden. Da man es stets mit mikroskopischen Objekten zu thun hat, so kann man die in der Mineralogie häufig zur Prüfung auf Pleochroismus benutzte sog. HAIDINGER'sche Lupe nicht wohl anwenden; es ist deshalb am bequemsten, nach der von TSCHERMAK vorgeschlagenen Methode für mikroskopische Krystalle zu verfahren, indem man

die durch das Object gehenden Strahlen mittels eines NICOL'schen Prismas polarisirt.

Man kann dazu sowohl den Polarisator wie den Analysator verwenden, doch ist es für genauere Untersuchungen besser, den ersteren einzuschalten, um die Wirkung des bereits vom Spiegel oder von Wolken theilweise polarisirten Lichtes auszuschliessen.

Einfacher ist es allerdings, den Analysator anzuwenden, weil dieser sich entweder in Verbindung mit dem Ocular oder über demselben sehr bequem handhaben lässt. Die damit verbundene Ungenauigkeit kann in den meisten Fällen vernachlässigt werden; auch ist es möglich, durch Einschaltung einer depolarisirenden Schicht zwischen Spiegel und Objekt dieselbe fast ganz zu umgehen; ich benutzte zu diesem Zwecke mit gutem Erfolge ein Stückchen Oelpapier, das durch die verschiedene Lage der Fasern depolarisirend wirkt und die Helligkeit des Gesichtsfeldes nicht zu sehr beeinträchtigt.

An Stelle des Analysators kann man auch eine Kombination des HAIDINGER'schen Dichroskopes mit einem gewöhnlichen Ocular anwenden. Es hat dies den Vortheil, dass man das Bild des ordinären und extraordinären Strahls nebeneinander sieht und beide somit direkt in Beziehung auf ihre Farbnuancen vergleichen kann.

Beistehende Skizze (Fig. 1) zeigt die Construction eines solchen Dichroskop-Oculars.

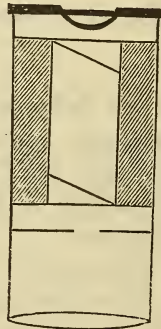


Fig. 1.

An Stelle der Blendung ist ein Diaphragma mit quadratischer Oeffnung angebracht, zwischen demselben und der Ocularlinse befindet sich ein Kalkspathrhomboeder, das an seinen schiefen oberen und unteren Flächen mit einem Glaskeil überdeckt ist. Man sieht in einem solchen Ocular zwei dicht nebeneinander liegende Bilder der quadratischen Oeffnung des Diaphragmas, in denen die Schwingungsrichtungen des Lichtes senkrecht aufeinanderstehen¹⁾.

1) Vergl. die Beschreibung der HAIDINGER'schen Lupe in GROTH, Physikalische Krystallographie S. 147.

Aus den bisher von mir untersuchten Fällen will ich hier nur wenige Beispiele herausgreifen. Die gefärbten Membranen lassen sich zunächst in zwei Gruppen scheiden, in solche, die bereits von Natur aus gefärbt sind und solche, deren Färbung auf künstlichem Wege hervorgerufen werden kann. Sieht man von den mehr oder weniger unbestimmt gelblichen oder bräunlichen Färbungen, die nicht allzu selten vorkommen, vorerst ab, so kennt man eigentlich nur wenige Fälle, in denen eine intensivere Färbung der Membran bereits in der Natur vorliegt. Es sind hier besonders die Schalen einiger Samen zu erwähnen, in denen die Farbstoffe nicht im Lumen der Zelle, sondern in den Wandungen sich vorfinden. Eine Reihe von Beispielen liefern in dieser Richtung die Leguminosen-Samen. Ich will hier einen der bekanntesten Fälle, die Zellen der Samenschale von *Abrus precatorius*, wählen. In dieser finden sich zweierlei ziemlich intensiv gefärbte Wandungen vor. In den um den sog. Nabel liegenden Partien, die äusserlich schwarz erscheinen, sind die Radialwände der palissadenförmigen Zellen violett gefärbt, in den übrigen Partien dagegen roth. Untersucht man diese Membranen in der oben beschriebenen Weise, so erkennt man sofort, dass bei Parallelstellung der Schwingungsebene mit der grösseren Achse der wirksamen Elasticitätsellipse die geringste Absorption, in der Richtung der kleineren Achse dagegen die stärkste Absorption stattfindet. Diese Uebereinstimmung der Richtung der Maximal- und Minimalabsorption mit den Achsenrichtungen bietet demnach auch ein einfaches Mittel dar, die Orientirung der optischen Elasticitätsfläche zu studiren.

Es lag nun die Frage nahe, ob auch an künstlich gefärbten Membranen ähnliche Erscheinungen auftreten und ferner, ob verschiedene Farbstoffe sich auch verschieden dabei verhalten würden. Ich habe eine grössere Anzahl von Farbstoffen in dieser Hinsicht untersucht und es hat sich dabei herausgestellt, dass man dreierlei Arten der Färbung in Bezug auf ihre optische Wirksamkeit zu unterscheiden hat. Es wird sich dieses verschiedene Verhalten wahrscheinlich auf die Art der Einlagerung des Farbstoffes zurückführen lassen. Man kann sich zunächst rein theoretisch folgende Möglichkeiten vorstellen: Entweder ist der Farbstoff in gelöster Form, also dilut in der Membran vertheilt, oder er findet sich in derselben im festen Aggregatzustand vor. Im letzteren Falle können die Farbstoffpartikelchen sich optisch isotrop oder anisotrop verhalten. Schliesslich wäre noch der Fall denkbar, dass die kleinsten Theilchen der Membran unter bestimmten Bedingungen eine farbige chemische Verbindung bildeten. Ist der Farbstoff in gelöster Form gleichmässig vertheilt, so werden sich die Membranen ähnlich wie die sog. idiochromatisch¹⁾ gefärbten Krystalle verhalten.

1) Vergl. GROTH l. c. S. 145.

Sind die Farbstoffpartikelchen in fester Form aber als isotrope Körper in der Membran vorhanden, so wird die letztere dieselben Erscheinungen wie die sog. allochromatisch gefärbten Krystalle zeigen. Sind dagegen die Farbstofftheilchen selbst anisotrop, so können je nach der Lagerung derselben wiederum zwei Möglichkeiten eintreten, bei verschiedener Orientirung derselben wird die Membran gleichfalls mit einem allochromatisch gefärbten Krystall zu vergleichen sein, bei gleichsinniger Orientirung dagegen, d. h. wenn die Achsen sämmtlicher Partikelchen parallel liegen, muss in den Richtungen der Achsen eine verschiedene Absorption des Lichtes stattfinden; liegt endlich eine farbige Celluloseverbindung vor, so muss gleichfalls diese Absorption eine verschiedene sein, vorausgesetzt, dass sich dabei die optischen Elasticitätsverhältnisse nicht geändert haben. Mit Ausnahme derjenigen Fälle, in denen die Membran ein ähnliches Verhalten wie die allochromatisch gefärbten Krystalle zeigt, wird sich demnach ein mehr oder minder deutlicher Pleochroismus nachweisen lassen.

Im Laufe der letzten Jahre ist eine grosse Anzahl von Farbstoffen in die mikroskopische Technik eingeführt worden und es mangelt deshalb auch nicht an Beispielen für künstliche Färbung der Membranen. Es muss jedoch einer ausführlicheren Veröffentlichung vorbehalten bleiben, eine Zusammenstellung der Wirkungen dieser verschiedenen Farbstoffe in Rücksicht auf unsere Frage zu geben. Ich will mich hier nur auf die Besprechung einer kleinen Anzahl solcher Färbemethoden beschränken.

Färbt man eine beliebige Zellmembran, z. B. eine Baumwollen- oder Leinenfaser mit Eosin, so erhält man eine ziemlich intensive Rothfärbung. Es ist wohl anzunehmen, dass derartige Farbstoffe in Lösung in den Membranen vertheilt sind, und dass demnach die letzteren einen ähnlichen Pleochroismus wie jene Zellen von *Abrus precatorius* zeigen werden. Diese Annahme wird durch die Untersuchung im polarisirten Lichte bestätigt; fällt die Schwingungsebene des Lichtes mit der Richtung der grossen Achse zusammen, so erscheinen die Membranen nur schwach gefärbt, steht sie senkrecht dazu, so zeigt sich eine intensive Färbung. Am schönsten kann man den Unterschied in der Farbennuance bei Anwendung des oben beschriebenen Dichroskop-Oculars beobachten, da man hier die beiden Bilder direkt mit einander vergleichen kann. Aehnlich wie Eosin verhalten sich nun eine ganze Reihe anderer Farbstoffe. Ja man braucht nur die Fasern irgend eines beliebig gefärbten Stückes baumwollenen oder leinenen Zeuges zu untersuchen und man kann sicher sein, dass dieselben in den meisten Fällen einen deutlichen Pleochroismus zeigen werden. Dabei ist stets leicht zu constatiren, dass die Richtung der Maximal- und Minimalabsorption mit den Richtungen der grösseren und kleineren Elasticitätsachse zusammenfällt. Man hat demnach ebenso wie in jenen von Natur aus

gefärbten Zellen in der Färbung der Membranen ein Mittel, um die Orientirung des Elasticitätsellipsoides zu bestimmen.

Es mag hierbei erwähnt werden, dass man auch künstlich gefärbte Krystalle herstellen kann, denen unter diesen Bedingungen gleichfalls eine pleochroitische Wirkung zukommt. Bereits SENARMONT¹⁾ hat die Entstehung derartiger Krystalle aus gefärbter Lösung beobachtet und deren Pleochroismus constatiren können. Neuerdings hat bekanntlich KNY²⁾ gezeigt, dass man Krystalle von oxalsaurem Kalk mit verschiedenen Färbungen herstellen kann; es war zu erwarten, dass auch in diesem eine verschiedene Absorption je nach der Achsenrichtung sich nachweisen lassen würde. Ich habe den Versuch KNY's mit Eosinlösung wiederholt und es zeigte sich dabei in der That, dass die auf diese Weise gefärbten Krystalle von Calciumoxalat einen allerdings schwachen, aber immerhin deutlichen Pleochroismus erkennen lassen.

Abweichend von den eben beschriebenen Arten der Färbung verhalten sich einige Fälle, bei denen die Membranen zwar eine intensive Färbung annehmen aber keinen Pleochroismus zeigen. Am eclatantesten zeigt sich dies bei der Bildung von Berliner Blau in der Membran. Ich habe an Baumwollenfasern sehr intensive und gleichmässige Färbungen mit dieser Substanz erhalten aber ich konnte an denselben keine Spur von Pleochroismus nachweisen. Worauf in diesem Falle das Unterbleiben der pleochroitischen Wirkung zurückzuführen ist, lässt sich vorerst noch nicht mit Sicherheit angeben, doch ist es mir sehr wahrscheinlich, dass man es hier mit einer Einlagerung amorpher Farbstoffpartikelchen zu thun hat, und es würden sich demnach diese Färbungen den sog. allochromatischen der Krystalle anschliessen lassen.

Die interessantesten Erscheinungen zeigten sich bei Färbungen mit Jod, und die bisher gewonnenen Resultate dürften geeignet sein über diese seit langer Zeit angewandte Reaction einen überraschenden Aufschluss zu gewähren. Bei Gelegenheit einer Untersuchung über die Entstehung von Calciumoxalatkrystallen in gewissen Membranen über deren Ergebnisse ich demnächst berichten werde, war es mir aufgefallen, dass die mit Chlorzinkjod intensiv gefärbten Membranen der an die grossen Luftgänge anstossenden Parenchymzellen von Nymphaeaceen einen ausserordentlich starken Pleochroismus zeigen. Fällt die Schwingungsebene des NICOL'schen Prismas mit der grösseren Achse der Elasticitäts-ellipse zusammen, so erscheint die Membran fast farblos, steht dieselbe senkrecht dazu, so ist die Farbe der Wandung eine fast schwarze. Untersucht man die den Luftgang direkt begrenzenden Membranen, die ziemlich stark verdickt sind, auf dem Querschnitt, so zeigt sich Folgendes: In zwei diametral gegenüberliegenden

1) POGGENDORFF's Ann. Bd. 91, S. 491.

2) Vergl. diese Berichte Jahrg. 1887. Heft 8.

Partien erscheinen die Membranen schwarz und in einer hierzu senkrechten Richtung fast farblos. Die Erklärung hierfür ist eine ganz einfache. Die beistehende Skizze Fig. 2 giebt ein

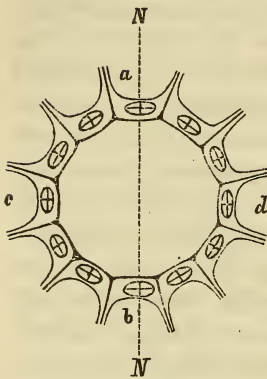


Fig. 2.

schematisches Bild der annähernd in einem Kreise liegenden Membranen, die Linie N. N. giebt die Schwingungsebene des NICOL'schen Prismas, die in den Wandungen eingezeichneten Ellipsen die Orientirung der Achsen an. Es ist nun sofort ersichtlich, dass in den Membranen der Zellen *a* und *b* das Maximum, bei *c* und *d* dagegen das Minimum der Lichtabsorption eintreten muss: Da bei der Färbung mit Jod diese Absorption im ersteren Falle eine sehr starke im zweiten Falle eine sehr schwache ist, so werden die Membranen bei *a* und *b* fast schwarz, diejenigen bei *c* und *d* fast farblos erscheinen. Dasselbe muss natürlich auch bei einer

einzelnen Zelle im Querschnitt auftreten sobald ihre Membran jene Färbung besitzt, und man kann sich hiervon sofort überzeugen, wenn man einen Querschnitt durch eine beliebige mit Chlorzinkjod sich blau färbende Membran untersucht. Es ist selbstverständlich, dass bei einer Drehung des Prismas oder des Objectes die dunkle Farbe auf andere Stellen übergeht, nach einer Drehung um 90° erscheinen die früher dunkel gefärbten Partien jetzt fast farblos und umgekehrt. Beobachtet man mit Jod gefärbte Membranen auf dem Längsschnitt in der Profilansicht, so tritt auch hier, wenn die Schwingungsebene des Lichtes mit der grossen Achse zusammenfällt d. h. mit der Längsrichtung der Wand, die geringste, bei senkrechter Stellung die grösste Absorption auf. In der Flächenansicht wird je nach der Lage der Elasticitätsellipse eine Modification eintreten. Bei Membranen in denen, wie etwa bei den Collenchymzellen, die kleinere Achse senkrecht zur Längsrichtung steht, wird demnach beim Zusammenfallen der Schwingungsrichtung mit der Längsachse der Zelle die geringste bei transversaler Stellung die grösste Absorption auftreten. Bei Bastzellen mit schief gestellter Elasticitätsellipse wird, wie leicht einzusehen, die Maximalabsorption eintreten, wenn die Schwingungsebene des NICOL'schen Prismas parallel der kurzen Axe der wirksamen Elasticitätsellipse liegt.

Da in allen diesen Fällen in der einen Richtung das Licht fast vollständig absorbiert wird, so lassen sich die mit Jod blau gefärbten Membranen am einfachsten mit einer Turmalinplatte von bestimmter Dicke vergleichen, bei welcher bekanntlich der eine Strahl vollkommen ausgelöscht wird, oder mit einem NICOL'schen Prisma, in dem der eine Strahl zwar nicht ausgelöscht, aber durch totale Reflexion eliminiert wird. Ist dieser Vergleich zutreffend, so muss in der That eine

solche Membran wie jenes Prisma oder wie eine Turmalinplatte wirken. Dass dies wirklich der Fall ist, kann man am leichtesten durch Einschaltung eines Gypsplättchens zwischen Membran und Prisma demonstrieren. Am besten eignen sich hierzu die Gypsplättchen Roth II. und III. Ordnung weil bei diesen die Complementärfarben ein leuchtendes Grün geben.

Bei einer derartigen Versuchsstellung treten in den Membranen nicht die dunkeln und hellen Partien auf, sondern sie nehmen die Farbe des Gypsplättchens an. Bringt man beispielsweise das Plättchen auf das untere Prisma, natürlich in der Diagonalstellung, so zeigt die Membran bei Drehung des Prismas oder des Objectes abwechselnd rothe und grüne Färbung je nach dem Zusammenfallen der verschiedenen Achsen mit der Schwingungsebene des Lichtes. An Querschnitten zeigen sich beide Farben zugleich in der Weise, dass in zwei senkrecht zu einanderstehenden Richtungen Roth und Grün auftreten. Nimmt man statt eines NICOL'schen Prismas jenes Dichroskop-Ocular und bringt unterhalb des Kalkspathrhomboiders das Gypsplättchen an, so kann man die rothe und grüne Färbung derselben Membranpartie neben einander beobachten. Sehr gut eignen sich hierzu gefärbte Baumwollenfasern und zwar besonders die lang auslaufenden dünnen Enden derselben. Hier erscheint bei bestimmter Stellung des Oculars die Faser in dem einen Felde lebhaft grün in dem anderen dagegen schön roth. Auch in noch anderer Weise lässt sich zeigen, dass die Wirkung der intensiv gefärbten Membranen derjenigen eines NICOL'schen Prismas fast gleichkommt. Bringt man Kartoffelstärkekörner zwischen die Membran und das Prisma — was sich leicht dadurch bewerkstelligen lässt, dass man auf die Membran ein sehr dünnes Deckgläschen und auf dieses die Stärkekörner legt und wieder mit einem Deckgläschen bedeckt — so sieht man an allen denjenigen Körnern die zufällig über eine Membran zu liegen kommen, ein deutliches Interferenzkreuz auftreten. Aehnliche Erscheinungen zeigen auch gewisse Sphaerokristalle, die sich in der Flüssigkeit des Präparates bilden und entweder auf oder unter eine Membran zu liegen kommen, im letzteren Falle natürlich nur wenn man das untere Prisma einschaltet. Besser noch als die schmalen Zellwände von Baumwollenfasern und dergl. eignen sich zu diesen Versuchen solche von bedeutenderer Flächenausdehnung. Ein sehr brauchbares Object liefern in dieser Hinsicht die Membranen der *Nitellaschläuche*, die man bequem aufschneiden und ausbreiten kann, sowie diejenigen von *Valonia utricularia*, mit denen man noch leichter operiren kann. Beide Membranen lassen sich, besonders nach vorausgegangener Quellung in verdünnter Kalilauge mit Chlorzinkjod leicht färben und bieten so ein geeignetes Object für jene Versuche mit Stärkekörnern und Sphaerokristallen dar.

Es könnte merkwürdig erscheinen, dass im Vorstehenden die Färbung der Stärkekörner nicht erwähnt wurde, es hat dies jedoch darin seinen Grund, dass hier wesentlich andere Verhältnisse vorliegen. Allerdings zeigen auch die Stärkekörner jenen starken Pleochroismus, aber dieser tritt deshalb nicht so deutlich hervor, weil man es mit Gebilden zu thun hat, die aus konzentrischen Schalen bestehen. Immerhin kann man in den äussersten Randpartien, wo keine störenden Einflüsse vorhanden sind, den Wechsel von Dunkel und Hell bei Drehung des NICOL'schen Prismas ebenso wie an einer Membran im Querschnitt beobachten. Würde man einen ganz dünnen Schnitt aus einem Stärkekorn herstellen und diesen mit Jod färben, so müsste ein solches Präparat natürlich ähnliche Verhältnisse wie sie z. B. auf dem Querschnitt einer Bastzelle eintreten, zeigen.

Wir haben uns bei den letzten Auseinandersetzungen immer nur mit den durch Jod hervorgerufenen Blaufärbungen beschäftigt; es fragt sich nun, wie verhalten sich die Gelb- und Braunfärbungen die man an gewissen Membranen durch Einwirkung von Jod hervorrufen kann. Es lässt sich leicht constatiren, dass in diesen Fällen eine ganz abweichende Erscheinung auftritt. Färbt man die Cuticula oder verholzte Zellen mit Jod, so kann man sofort erkennen, dass trotz intensiver Färbung kaum eine Spur von Pleochroismus sich zeigt und es ist mir noch fraglich ob dabei überhaupt eine Verschiedenheit in der Absorption des Lichtes auftritt, jedenfalls ist diese eine äusserst geringe. Eine schwache Aenderung der Farbe scheint z. B. bei Untersuchung der Epidermis von *Clivia nobilis*, in deren Zellen die cuticularisirten Partien sich scharf gegen die Cellulosemembran absetzen, vorhanden zu sein, und zwar würde diese Aenderung auch hier wiederum mit dem Achsenverhältniss der wirksamen Elasticitätsellipse übereinstimmen. In dem Dichroskop-Ocular kann man bei passender Beleuchtung eine solche schwache Verschiedenheit des Farbentones erkennen, wenn man dasselbe so dreht dass die Membranen in den beiden Feldern direct aneinander stossen. In dem einen erscheinen dann die Cellulosemembranen blass, in dem anderen dunkel, die cuticularisirten Partien scheinen dagegen in dem ersteren Felde etwas dunkler gefärbt zu sein als in dem letzteren, was mit der bekannten optischen Reaction der Cuticula ganz gut übereinstimmen würde. Bei anderen Objecten blieb es mir allerdings zweifelhaft ob überhaupt eine Farbenänderung vorhanden war, doch zeigen auch auf andere Weise hergestellte Gelb- oder Braunfärbungen von Membranen nur einen äusserst schwachen Pleochroismus; und es dürfte deshalb doch gerechtfertigt erscheinen jene Färbungen mit Jod den idiochromatischen anzureihen. Die Annahme, dass in diesen Fällen das Jod in gelöster Form in den Membranen vorhanden ist, dürfte wohl das Richtige treffen.

Fasst man im Gegensatz hierzu das Charakteristische der mit Blaufärbung durch Jod verbundenen optischen Erscheinungen kurz zusammen, so lässt sich als allgemeines Resultat Folgendes aussprechen: Alle mit Jod blau gefärbten Membranen ebenso die Stärkekörner zeigen einen ausserordentlich starken Pleochroismus, wobei die Richtung der Maximal- und Minimalabsorption stets mit der Richtung der Achsen in der wirksamen Elasticitätseellipse in der Weise zusammenfällt, dass die Maximalabsorption in der Richtung der grösseren die Minimalabsorption in der Richtung der geringeren optischen Elasticität erfolgt.

Es fragt sich nun, wie ist diese Erscheinung zu erklären. Zwar zeigen auch anders gefärbte Membranen, wie aus dem oben Gesagten hervorgeht einen deutlichen Pleochroismus, aber der Unterschied in der Absorption ist niemals ein so bedeutender wie bei der Blaufärbung durch Jod. Schon dieser letztere Umstand spricht dafür, dass man es hierbei mit einer wesentlich anderen Erscheinung zu thun hat, und vor Allem wird dies auch durch das Verhalten der mit Jod gelb oder braun gefärbten Membranen bestätigt.

Man könnte die Annahme machen, dass das Jod in krystallinischer Form entweder als metallisches Jod oder in irgend einer optisch in derselben Weise reagirenden Jodverbindung¹⁾ in der Membran vorhanden sei. Dies würde natürlich die weitere Annahme nöthig machen, dass alle diese Krystalle gleichsinnig nicht blos untereinander sondern auch parallel mit den optischen Elasticitätsachsen der Membran orientirt seien. Wäre diese Annahme richtig, so müsste sich nachweisen lassen, dass das metallische Jod selbst oder jene Jodverbindung an und für sich schon einen so starken Pleochroismus zeigen. Dieser Nachweis ist nun in der That für das metallische Jod bereits früher durch SIRKS in POGGENDORF's Annalen, Bd. 143, geführt worden; derselbe giebt in einer kleinen Anmerkung bei Gelegenheit einer Untersuchung über das Selen an, dass sich Jod in ganz dünnen Krystallen als sehr stark pleochroitisch erweise und vergleicht auch schon diese Wirkung des Jods in ganz zutreffender Weise mit derjenigen einer Turmalinplatte.

Ohne Kenntniss von dieser SIRKS'schen Mittheilung zu haben, war mir diese Eigenschaft des Jods bereits bekannt geworden durch einen Versuch, der zur Gewinnung sehr dünner Jodkrystalle in der Weise angestellt wurde, dass eine alkoholische Jodlösung zwischen zwei fest aufeinander gepressten Linsen von sehr schwacher Krümmung verdunsten konnte. Dabei krystallisirte das Jod allmählich in ganz dünnen Platten von wünschenswerther Pellucidität aus, deren Dicke man durch die Farben der in diesem Falle entstehenden NEWTON'schen Ringe bestimmen konnte.

1) Eine solche ist bereits in dem schwefelsauren Jodchinin, dem sog. Herapatit bekannt, dessen optische Wirkungen in den Lehrbüchern der Krystallographie auseinandergesetzt sind. Vgl. GROTH l. c. S. 63.

Es zeigte sich nun an diesen Krystallen derselbe starke Pleochroismus verbunden mit demselben Farbenwechsel, wie bei den mit Jod blau gefärbten Membranen. Ich habe diesen Versuch mehrmals wiederholt, indem ich sowohl aetherische Jodlösung als auch solche in Schwefelkohlenstoff zwischen jenen Linsen oder zwischen zwei fest aufeinander gepressten gut abgeschliffenen Objectträgern, wobei sich gleichfalls in schönster Weise die NEWTON'schen Farbenringe zeigen, auskrystallisiren liess. Dabei ergab sich immer dass die Jodkrystalle erst dann die genügende Durchsichtigkeit erlangen, wenn sie in den Farben der zweiten und dritten Ordnung entstehen und dass sie von da an um so durchsichtiger werden je mehr sie sich den Farben der ersten Ordnung nähern. Ihrem Habitus nach zeigen sie eine meist dendritische Form, doch finden sich nicht selten auch schön ausgebildete rhombische Platten, die wohl mit Sicherheit als Pinakoide des rhombischen Systems anzusprechen sind.

Es werden demnach diese Jodkrystalle erst dann genügend pellucid, wenn sie eine Dicke von $0,0005-0,0006$ mm besitzen. In diesen und noch dünneren Formen zeigen sie dann nach der einen Richtung eine je nach der Dicke vollständige oder fast vollständige Absorption des Lichtes und in der dazu senkrechten Richtung eine braunviolette bezw. ganz blausviolette Farbe. Der in der Anmerkung erwähnte Herapathit zeigt bekanntlich eine ganz ähnliche Erscheinung.

Diese Thatfachen machen es höchst wahrscheinlich, dass jene Annahmen über die Ursache der Blaufärbung richtige seien, es würde also in diesem Falle das Jod in krystallinischer Form entweder als metallisches Jod oder in einer dem Herapathit ähnlich wirkenden Verbindung in der Membran vorhanden sein; es würden ferner alle diese Kryställchen nicht nur unter einander gleichsinnig, sondern auch parallel der Elasticitätsachsen der Membran orientirt sein.

Die Gelb- und Braunfärbung cuticularisirter und verholzter Membranen würde dagegen auf eine gleichmässige Vertheilung des Jods in gelöster Form innerhalb der Membran zurückzuführen sein.

Es wäre somit die viel behandelte Frage über die Art der Jodeinlagerung in den Membranen ihrer Lösung näher gerückt. Ob auf diesem Wege sich auch exacte Aufschlüsse über die feinere Structur der Membranen selbst ergeben werden, muss vorläufig dahingestellt bleiben, doch glaube ich, dass weitere Untersuchungen in dieser Richtung, mit denen ich zur Zeit noch beschäftigt bin, zu einer Klärung auch dieser wichtigen Frage nicht unwesentlich beitragen dürften.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1888

Band/Volume: [6](#)

Autor(en)/Author(s): Ambronn Hermann

Artikel/Article: [Pleochroismus gefärbter Zellmembranen 85-94](#)