

- Beispielhafter Auszug aus der digitalisierten Fassung im Format PDF -

Die Untersuchung der Pflanzen- und der Thiergewebe in polarisiertem Lichte

Gabriel Gustav Valentin

Die Digitalisierung dieses Werkes erfolgte im Rahmen des Projektes BioLib (www.BioLib.de).

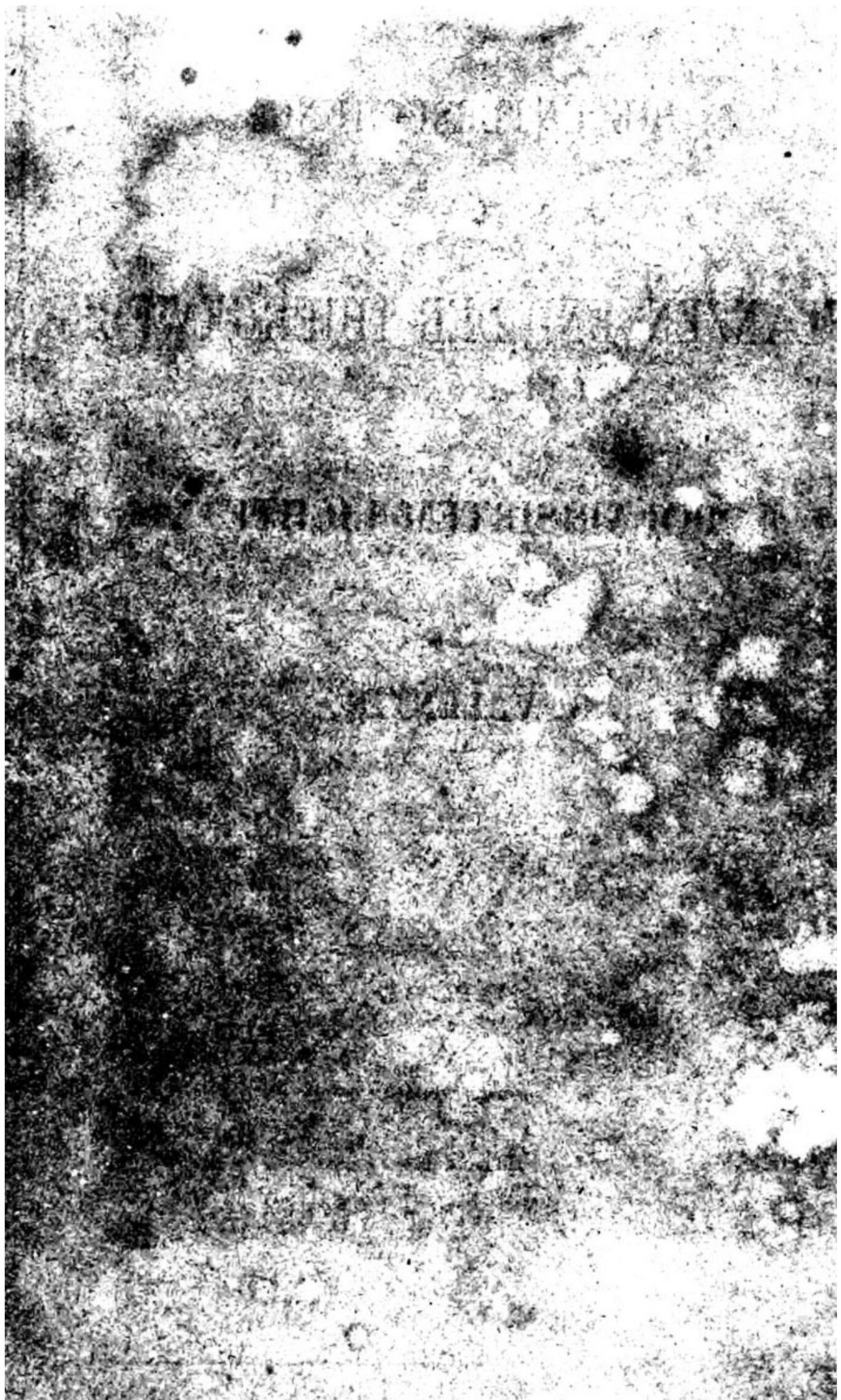
Die Bilddateien wurden im Rahmen des Projektes Virtuelle Fachbibliothek Biologie (ViFaBio) durch die [Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg \(Frankfurt am Main\)](#) in das Format PDF überführt, archiviert und zugänglich gemacht.

DIE UNTERSUCHUNG
DER
PFLANZEN- UND DER THIERGEWEBE
IN
POLARISIRTEM LICHT

VON
G. VALENTIN
IN BERN.

MIT 84 HOLZSCHNITTEN.

LEIPZIG,
VERLAG VON WILHELM ENGELMANN.
1861.



G. Saug

DIE UNTERSUCHUNG
DER
PFLANZEN- UND DER THERGEWEBE
IN
POLARISIRTEM LICHT.

THE UNIVERSITY OF CHICAGO

PHYSICS DEPARTMENT

PHYSICS 309

DIE UNTERSUCHUNG
DER
PFLANZEN- UND DER THIERGEWEBE
IN
POLARISIRTEM LICHT.

VON
G. VALENTIN
IN BERN.

MIT 84 HOLZSCHNITTEN.

LEIPZIG.

VERLAG VON WILHELM ENGELMANN

1861.

DIE ENZYMEN

1881

PFLANZEN- UND TIERISCHES

POLARISIRTES LICHT.

G. VALLIN

MIT 12 TAFELN

LEIPZIG

VERLAG VON WILHELM ENGELMANN

1881

VORREDE.

Meine Arbeit soll vor Allem einen Leitfaden für die Untersuchung der organischen Gewebe in polarisirtem Lichte bilden. Das Mikroskop und andere jener Forschung dienende Hilfsmittel wurden daher vorzugsweise berücksichtigt. Es liegt in der Natur der Sache, dass die drei ersten Abschnitte, welche die Polarisation und die Doppelbrechung, die Polarisationsinstrumente und die Nebenapparate behandeln, meistentheils Bekanntes enthalten. Ich hoffe jedoch, dass auch hier diejenigen, welche sich mit dem Studium der Pflanzen oder der Thiere beschäftigen, manches Belehrende, und die Optiker von Fach einiges Neue aus der Litterargeschichte und der Technik finden werden. Die zwei letzten Abschnitte, welche die allgemeinen Eigenthümlichkeiten der organischen Gewebe betrachten und eine Reihe von Einzelheiten über pflanzliche und thierische Theile geben, fussen ausschliesslich auf eigenen Untersuchungen. Es ist keine Kunst, Entdeckungen auf einem bis jetzt so wenig durchforschten und doch an Früchten so reichen Felde zu machen. Jeder Nachfolger, der Mühe und Scharfsinn auf die Feststellung eines einzelnen unentschieden gelassenen Punktes mit

Glück verwendet, erwirbt sich ein grösseres Verdienst, als der erste Reisende, der seine Wissbegierde in einem unbekanntem Lande befriedigte.

Es gereicht mir zum Vergnügen, den Herren L. FISCHER, FISCHER-OOSTER, FLÜCKIGER, GERBER, SCHERER in Würzburg, M. und H. SCHIFF, SHUTTLEWORTH und WILD für die Mittheilung einzelner, zum Theil seltener Stücke und meinem früheren Assistenten, Herrn DUPLESSIS, für die Anfertigung zahlreicher Polarisationspräparate öffentlich danken zu können.

Bern, den 15. März 1861.

Valentin.

INHALT.

	Seite
Einleitung	1
Erster Abschnitt. Polarisation und Doppelbrechung . . .	4
Zweiter Abschnitt. Polarisationsinstrumente	75
Dritter Abschnitt. Benennungen und Nebenapparate . .	109
Vierter Abschnitt. Eigenthümlichkeiten der Polarisations- präparate organischer Körper	171
Fünfter Abschnitt. Bemerkungen über einzelne Gewebe der Pflanzen und der Thiere	191
I. Krystalle und krystallinische Kugeln.	193
II. Kieselschalen	203
III. Kalkstäbe und Kalknetze, vorzüglich der Polypen und der Sta- chelhäuter	204
IV. Kalkschalen und Perlmutter	207
V. Stärkmehl der Gewächse	214
VI. Zellen und Gefäße der Pflanzen	221
VII. Chitin und Horn	236
VIII. Knorpel, Knochen und Zähne	251
IX. Zell- oder Bindegewebe, Sehnen und elastisches Gewebe . . .	264
X. Hornhaut, Sclerotica, Linse und Glaskörper.	270
XI. Muskeln.	277
XII. Nervengewebe	293
XIII. Blut- und Lymphkörperchen und krankhafte Ausschwitzungen	303
XIV. Formbestandtheile des Samens und des Eies.	305
XV. Embryonale Gewebe	306

INHALT

1	Einführung
1	Erster Abschnitt: Polarisation und Doppelbrechung
72	Zweiter Abschnitt: Polarisationselemente
109	Dritter Abschnitt: Brechungen und Reflexionen
151	Vierter Abschnitt: Kinetische Eigenschaften der Polarisation
181	Fünftes Kapitel: Eigenschaften organischer Körper
181	Fünftes Kapitel: Bemerkungen über einzelne Gewebe der Pflanzen und der Thiere
193	I. Krystalle und krystallinische Körper
202	II. Krystalle
202	III. Kalkstein und Kalkstein, vorzüglich der Fall der Krystalle und der Krystalle
202	IV. Kalkstein und Torment
202	V. Krystalle der Gesteine
202	VI. Krystalle und Krystalle der Pflanzen
202	VII. Gattungen und Arten
202	VIII. Krystalle, Krystalle und Krystalle
202	IX. Krystalle oder Krystalle, Krystalle und Krystalle
202	X. Krystalle, Krystalle, Krystalle und Krystalle
202	XI. Krystalle
202	XII. Krystalle
202	XIII. Krystalle und Krystalle, Krystalle und Krystalle
202	XIV. Krystalle, Krystalle, Krystalle und Krystalle
202	XV. Krystalle, Krystalle

... und die nächsten 10 Seiten ...
... and the next 10 pages ...

Beryll, endlich bei einer Quarzplatte, die das Kreuz im innersten Ringe ihrer Dünne wegen gab (§. 185), unsicher aus.

Bringe ich den innersten Ring einer völlig ausgetrockneten Fischlinse in den Kreuzungspunkt der Mikrometerfäden eines gewöhnlichen Polarisationsmikroskopes und schiebe die Platte des (positiven) unterschwefelsauren Bleioxydes darüber ein, so sieht man sehr schön, wie der Farbenring von dem Kreuzungspunkte nach aussen zurückweicht. Man hat also eine Erweiterung. Wiederholt man den Versuch mit einer (negativen) Kalkspathplatte, so erhält man eine Verengerung. Beide Prüfungen stimmen also in dem Zeugnisse überein, dass das ausgetrocknete Linsenpräparat negativ ist (§. 238).

BILLET¹ empfiehlt vor Allem ein zusammengedrücktes Glas als negativen Körper in solchen Fällen anzuwenden. Ich kann diesem nicht beistimmen.

Es ergibt sich aus den Formeln von LANGBERG², dass man die gleiche Probe für Platten, die parallel zur Achse geschliffen sind, benutzen darf.

§. 216. Das, theoretisch genommen, beste und für Messungen allein brauchbare Mittel, sich circular polarisirtes Licht zu verschaffen, besteht in der Anwendung des FRESNELSchen Parallelepiped³, das aus Crownglas mit einem mittleren Brechungs-exponenten von 1,51 gefertigt wird. Man hat in ihm zwei gänzliche innere Zurückwerfungen eines zur Endfläche senkrecht eintretenden Strahles, da hier der Einfallswinkel $54\frac{1}{2}^{\circ}$ beträgt (§. 75), und bei jeder eine Verzögerung von $\frac{1}{8}$ Wellenlänge, also im Ganzen von $\frac{1}{4}$, oder die Grundbedingung des circular polarisirten Lichtes (§. 27) eintritt. Man kann daher dieses für jede beliebige Farbe des einfallenden Strahles herstellen. Anders verhält sich die Sache mit den zuerst von AIRY zu dem gleichen Zwecke gebrauchten Glim-

1. BILLET a. a. O. Tome I. p. 349 und 494.

2. LANGBERG in Pogg. Ann. Ergänzungsband zu Bd. LI. 1842. S. 542—44.

3. FRESNEL, *Ann. de Chimie*. Tome XLVI. 1831. p. 243 und Pogg. Ann. Bd. XXII. 1831. S. 100. 103. 107 u. 122. Eine theoretische Erläuterung desselben gibt WILDE in Pogg. Ann. Bd. LXXXIX. 1853. S. 241—45. Vgl. auch RADICKE a. a. O. Bd. I. S. 176—79.

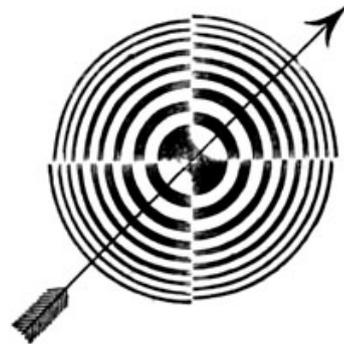
merblättchen. Man ist im Stande, diesem eine Dicke annäherungsweise zu geben, die einen Gangunterschied von $\frac{1}{4}$ oder von $\frac{3}{4}$ Wellenlänge bedingt. Die letztere wechselt aber mit den Farben. Man kann daher im glücklichsten Falle nur ein Glimmerblättchen herstellen, das nahezu circular polarisirtes Licht für eine einzige Farbe liefert. Das lichtstarke und im Innern des Spectrums befindliche Gelb dient hierzu am besten. Es ist dieses die Art von verzögerndem Blättchen, die wir schon §. 198 unter der Bezeichnung $\frac{1}{4}$ Glimmerblättchen aufgeführt haben. Steht die Achsenebene eines solchen Blättchens unter 0° oder 90° , so hat man linear polarisirtes Licht. Befindet sie sich unter $+45^\circ$, so erhält man rechts circular polarisirtes Licht. Die Einstellung -45° liefert links circular polarisirtes Licht. Die Zwischengrade geben elliptisch polarisirtes Licht. Dreht man also das unter 0° eingestellte $\frac{1}{4}$ Glimmerblättchen von 0° nach 45° , so führt man auf diese Art allmählig das linear polarisirte Licht durch elliptisches in circular polarisirtes über. Die gleiche Veränderung lässt sich auch durch ein FRESNELSches Parallelepiped hervorrufen.

§. 217. Leitet man circular polarisirtes Licht zu einer Platte und untersucht sie mit einem gewöhnlichen Zerleger, so nennt man dieses die lineare Analyse bei circularer Polarisation. Ist das zur Platte gehende Licht linear und das zum Zerleger tretende wegen der Einschaltung eines FRESNELSchen Parallelepipeds oder eines $\frac{1}{4}$ Glimmerblättchens circular polarisirt, so spricht man von circularer Analyse des linear polarisirten Lichtes. Man analysirt das circular polarisirte Licht circular, wenn sich eine Vorrichtung, die kreisförmig polarisirtes Licht erzeugt, zwischen dem Polarisator und der Platte und eine zweite zwischen dieser und dem Zerleger befindet.

Ich habe ein FRESNELSches Parallelepiped zur Polarisation und eines zur Analyse bei meinen Linsenuntersuchungen gebraucht. Da aber die mikroskopischen Beobachtungen keine genaue Messung voraussetzen, so reicht das $\frac{1}{4}$ Glimmerblättchen für sie immer aus.

§. 218. Schaltet man ein solches Blättchen bei der Untersuchung einer auf die optische Achse senkrechten einachsigen Platte ein, so sondern sich die Ringe bei rechtwinkelig gekreuzten (oder parallelen) Polarisations Ebenen in vier Quadranten, deren Trennungskreuz den Richtungen der Polarisations Ebenen entspricht und die paarweise einander gegenüberstehen, wie Fig. 48 zeigt. Verläuft z. B. die Achsenebene des Glimmerblättchens unter $+45^\circ$ oder in der Richtung

Fig. 48.



des Pfeiles, Fig. 48, so hat man im dunklen Gesichtsfelde den Durchmesser des am meisten nach innen verschobenen Paares in der gleichen Richtung in positiven und in einer darauf rechtwinkligen Richtung in negativen Körpern (Fig. 51). Die Orientierung -45° oder die Anwendung eines $\frac{3}{4}$ Glimmerblättchens statt eines $\frac{1}{4}$ Blättchens unter $+45^\circ$ gibt das Umgekehrte, weil man dann links circular polarisiertes Licht statt rechts circular polarisiertes benutzt. Man kann auch den Charakter zweiachsiger Körper¹ durch die Verschiebung der Ringquadranten erkennen. Die Untersuchung erfordert aber hier grosse Aufmerksamkeit, um leicht möglichen Irrungen zu entgehen.

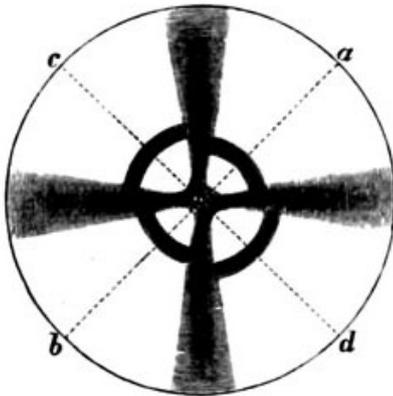
§. 219. Die Verschiebung der Ringquadranten, die auch andere doppelt brechende Körper herbeiführen, wird von der Herstellung von Ergänzungsfarben begleitet, so dass das eine Quadrantenpaar nahezu die complementären Farben des anderen besitzt. Wählt man zur Beobachtung einfarbiges Licht, dessen Farbe der eines Quadrantenpaares möglichst nahe steht, so wird dieses hell und das andere sehr dunkel oder beinahe schwarz erscheinen. Eine doppelt brechende Platte, welche jene Färbung als ihre glatte Farbe gibt, kann auf diese Art die eines Quadrantenpaares auslöschen. Die dunklen Quadrantenpaare liegen aber in positiven Körpern entgegengesetzt, wie in negativen.

1. DOVE, Farbenlehre S. 246. 247.

BREWSTER¹ wandte zuerst zu diesem Zwecke den Quarz und später, wie HERSCHEL², den Gyps an. Der erstgenannte Optiker empfiehlt Gypsblättchen von Roth zweiter Ordnung (§. 174). Ich finde solche von Roth dritter Ordnung für die Untersuchung von Linsenpräparaten, und für die von vielen Mineralplatten am vortheilhaftesten und gebrauche gewöhnlich eine Gypsplatte, die Bläulichgrün dritter Ordnung gibt (Werth = 1334 §. 174) zur Prüfung zweiachsiger Platten. Die inneren Ringhälften werden dann z. B. bei paralleler Stellung der Polarlinie und der Richtung der Achsen-ebene in dem positiven Topase und die äusseren in dem negativen Rohrzucker beinahe schwarz gefärbt.

§. 220. Dreht man das unter 0° eingestellte Glimmerblättchen allmählig nach $\pm 45^{\circ}$, so dass man das linear polarisirte Licht durch das elliptische in circular polarisirtes überführt (§. 216), so öffnen sich die schwarzen Kreuzesarme einer auf der optischen Achse senkrechten einachsigen Platte und verwandeln sich in zwei Hyperbeln, deren Scheitelpunkte ihren grössten Abstand bei $\pm 45^{\circ}$ errei-

Fig. 49.



chen. Dreht man von 0° nach $+45^{\circ}$, so dass man rechts elliptisch oder circular polarisirtes Licht erzeugt, so liegt die nicht transversale, also die die Hyperbeln nicht durchschneidende Achse ab Fig. 49, die von französischen Geometern³ und Optikern⁴ sogenannte reelle Achse in positiven Körpern parallel und in negativen senkrecht auf der Richtung der Achsenebene des Glimmerblätt-

1. BREWSTER, *Phil. Transact.* 1818. p. 219. BILLET a. a. O. Tome I. p. 500.

2. HERSCHEL, *Vom Licht.* S. 520. 21.

3. Siehe z. B. BOURDON, *Application de l'Algèbre à la Géométrie. Seconde Édition.* Bruxelles 1828. 8. p. 282.

4. BILLET a. a. O. Tome II. p. 620.

chens. Die Drehung nach -45° gibt natürlich wiederum das Umgekehrte¹.

§. 221. Stellt man das $\frac{1}{4}$ Glimmerblättchen unter $\pm 45^{\circ}$ ein, so dass man in circular polarisirtem Lichte arbeitet, so verwandelt sich immer der innerste Abschnitt des schwarzen Kreuzes einer einachsigen auf der optischen Achse senkrecht stehenden Platte in zwei Schattenpunkte. Arbeitet man bei $+45^{\circ}$ oder in rechts circular polarisirtem Lichte, so ist die Verbindungslinie derselben auf der durch den Pfeil Fig. 50 angezeigten Richtung der Achsenebene

Fig. 50.

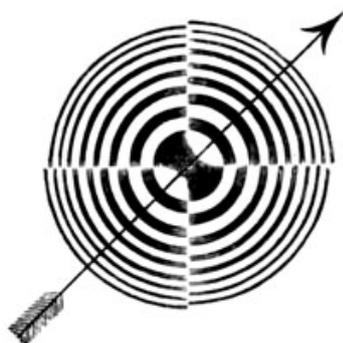


Fig. 51.



senkrecht in positiven und geht ihr, wie Fig. 51 zeigt, parallel in negativen Körpern. Dieses von DOVE² empfohlene Erkennungsmittel bewährt sich als sehr praktisch nicht bloss in Mineralien, sondern auch in organischen Körpern. Eine Quarzplatte, die so dünn ist, dass sie auch das Kreuz innerhalb des ersten Ringes zeigt, gibt die ihrer positiven Beschaffenheit entsprechende Punktstellung Fig. 50.

§. 222. DOVE³ benutzt auch zwei Glimmerblättchen, um über die Zerstreuung der optischen Achsen zweiachsiger Körper (§. 43) urtheilen zu können. Betrachtet man eine senkrecht auf die Mittellinie geschnittene Platte zuerst in rothem und dann in blauem

1. DOVE a. a. O. S. 245. 46.

2. DOVE a. a. O. S. 244 und Pogg. Ann. Bd. XXV. 1835. S. 290. WILDE a. a. O. S. 411. GRAILICH a. a. O. S. 202.

3. DOVE, Ebendasselbst S. 247.

Lichte, so wird die Polarlinie in dem ersteren Falle kürzer erscheinen, wenn die rothen und länger, wenn die blauen Achsen einen kleineren Achsenwinkel bilden. Da der Unterschied meist gering und das angewandte Licht der farbigen Gläser nicht ganz rein ist, so kann man sich hier leicht täuschen. Man steht oft auf sicherem Boden, wenn man ein blaues Glas nimmt, das noch viele rothe Strahlen durchlässt und so die Lagenbeziehung der rothen und der blauen Ringe unmittelbar vergleicht¹. DOVE schaltet ein $\frac{1}{4}$ Glimmerblättchen unterhalb und eines oberhalb der Prüfungsplatte ein, analysirt also circular in circularem Lichte (§. 216) und orientirt die Polarlinie unter 0^0 oder 90^0 . Das schwarze Kreuz, das sonst zum Vorschein kommt, fehlt hier. Ist der Achsenwinkel der rothen Strahlen kleiner als der der blauen, so sind die blauen (oder grünen) und im entgegengesetzten Falle die gelben (oder rothen) inneren Begrenzungsstreifen einander zugewandt. Die circular Analyse des circular polarisirten Lichtes beseitigt auch das Kreuz und macht die Ringe oval in einer senkrecht auf die Achse geschnittenen einachsigen Platte.

Ein $\frac{1}{4}$ Glimmerblättchen verräth noch die Circularpolarisation (§. 86) einer auf der optischen Achse senkrecht geschliffenen Platte

Fig. 52.



Fig. 53.



und die Richtung, in der sie die Polarisations-ebene dreht. Hat man eine Quarzplatte, die das Kreuz innerhalb des ersten Ringes ihrer Dicke wegen nicht zeigt, so ist sie rechtsdrehend, wenn die Ringe nach der Einschaltung eines $\frac{1}{4}$ Glimmerblättchens unter $+45^0$ oder bei dem Gebrauche circular polarisirten Lichtes die Fig. 52 gezeichneten Spiralen darbieten und die keulenförmigen Anschwellungen in der Richtung von 0^0 nach 180^0 liegen. Befinden sich diese in der Richtung 90^0 und 270^0 (Fig. 53), so dreht die Platte nach links. Nun brauchen wir einen Doppelquarz (§. 85) für die Untersuchung circular polarisirender Flüssigkeiten.

1. NÖRRENBERG und NEUMANN, Pogg. Ann. Bd. XXV. 1835. S. 382.

Wir können also auf diese Art bestimmen, welches die rechts und welches die links drehende Platte ist. Ein anderes Verfahren wurde schon §. 85 angeführt und ebenso §. 200 die Methode angegeben, nach der man bestimmen kann, ob jede der beiden Quarzplatten genau senkrecht auf die optische Achse geschnitten ist. Das circular polarisirte Licht verschiebt übrigens auch die steifen Kreuzarme (§. 186) der Achse parallel geschnittener Platten in entgegengesetzter Weise, je nachdem der Quarz rechts oder links dreht¹.

§. 223. Die glatte Farbe (§. 196) einer senkrecht auf die optische Achse geschnittenen Quarzplatte ändert sich mit der Drehung des Zerlegers, weil jede Farbe einen eigenen Drehungswinkel besitzt (§. 90). Lässt man den Zerleger unverrückt und schaltet dafür eine drehende Flüssigkeit ein, so wird natürlich die Farbe der Quarzplatte ebenfalls wechseln. Fällt die Drehungsrichtung der Flüssigkeit in demselben Sinne, wie die der Quarzplatte aus, so steigt die Farbe, wenn wir den Fortgang von Roth nach Violett unter diesem Ausdrucke verstehen. Sie muss herunterkommen, wenn beide Drehungsrichtungen entgegengesetzt sind. Legen wir nun eine rechts und eine links drehende Platte neben einander, so erzeugt eine eingeschaltete drehende Flüssigkeit ein Wachsthum der Farbe in der einen und ein Herabgehen in der anderen. Ein Doppelquarz (§. 85) bietet diesen Fall dar. Der Unterschied fällt leichter auf, wenn beide Platten die gleiche Farbe vor der Einschaltung besessen haben. Man nimmt aber hier, wie bei den Gypsblättchen, die Farbenveränderungen, die das lichtstarke Gelb erfährt, am schwersten und die, welche das Blauviolett erleidet, am leichtesten wahr. Biot nannte daher die letztere Färbung die empfindliche oder die Uebergangsfarbe. Ist jede der beiden Platten eines Doppelquarzes 7,5 oder 3,75 Mm. dick, so erscheinen sie beide bei einer Stellung des Zerlegers grünlichgelb und bei einer anderen blauviolett im Tone der Uebergangsfarbe. Man benutzt sie auf diese Weise, um die schwachen Kräfte drehender Flüssigkeiten aufzufinden. Diejenige Quarzplatte, deren Drehung

1. BILLET a. a. O. Tome II. p. 40 und p. 602.

die gleiche Richtung mit der der Flüssigkeit hat, wird roth und die andere blau. Der azimuthale Drehungswinkel, um den der Zerleger gedreht werden muss, damit das frühere Blauviolett in beiden Platten zurückkehre, misst die Grösse der Drehung¹. Schaltete BIOT² eine nicht hohe Säule einer Zuckerlösung ein, so fand er, dass sein Doppelquarz von 3,75 Mm. die Drehung anzuzeigen anfing, wenn diese $0^{\circ}147$ oder $0^{\circ}9'$ betrug.

§. 224. WILD gebraucht bei der neuesten Construction seines Photometers eine Einrichtung, die noch empfindlicher als der Doppelquarz mit der Uebergangsfarbe ist. Hat man eine oder zwei unter 45° geschnittene Quarzplatten, die allein die scheinbaren und verbunden die wahren geraden Linien geben (§. 182), so werden diese durch einen weissen Streifen unterbrochen, sowie man den Zerleger dreht. WILD nimmt nun zwei sehr dicke Quarzplatten, die erst die Linien bei dem Gebrauche eines Vergrösserungsglases erkennen lassen. Das Auseinanderbrechen derselben erfolgt bei der geringsten Wendung der Polarisationsebene, und Winkelbestimmungen, die man nach diesem Verfahren macht, liefern nach WILD geringere wechselseitige Abweichungen, als die, welche auf der Anwendung des Doppelquarzes und der Uebergangsfarbe fussen. Es versteht sich von selbst, dass jene Verbindung auch auf Apparate zur Zuckerbestimmung oder Saccharimeter und ähnliche Instrumente angewendet werden könnte.

§. 225. Ein Polariskop ist eine Vorrichtung, welche schwache Spuren polarisirten Lichtes verräth. Die Polarisationsfiguren vieler auf die optische Achse senkrecht geschnittener Platten können zu diesem Zwecke benutzt werden. Hält man eine solche oder ein getrocknetes Präparat der Krystallinse, das Ringe im Polarisationsapparate zeigt, gegen den Himmel und analysirt mit einem Nicol, so erscheinen jene Figuren wegen des polarisirten

1. Ueber den aus einer links drehenden Quarzplatte und zwei rechts drehenden Quarzkeilen bestehenden SOLEIL'schen Compensator siehe z. B. BILLET a. a. O. Tome II. p. 287. SS. MOUSSON a. a. O. S. 353.

2. BILLET a. a. O. Tome II. p. 281.

Zustandes des von dem Himmelsgewölbe zurückgeworfenen Lichtes. Man kann auf diese Art die Polarisationssebene des letzteren (§. 152) und die neutralen Stellen bestimmen. Das Polariskop von SAVART¹, welches aus zwei in gekreuzter Verdoppelung (§. 206) zusammengestellten Quarzplatten und einer mit ihrer optischen Achse unter 45° zu ihnen geneigten Turmalinplatte besteht, fusst auf ähnlichen Grundlagen, als für diesen Versuch vorausgesetzt werden. Diese verhältnissmässig gröberen Prüfungsmittel reichen aber nicht aus, wenn es sich um Spuren polarisirten Lichtes oder der dasselbe erzeugenden Doppelbrechung handelt.

§. 226. Man bedient sich in solchen Fällen der Einschaltung von verzögernden Blättchen (§. 196). Ihre Farbe ändert sich natürlich da, wo ein doppelt brechender, also ein Gangunterschiede liefernder Körper liegt. Der Gyps dient am vortheilhaftesten, weil er die lebhaftesten und entschiedensten Farben gibt. Gelb ist hier wieder unempfindlicher als Blauviolett (§. 223) und besonders als Roth erster oder zweiter Ordnung (§. 198). BRAVAIS² suchte ein noch empfindlicheres Polariskop durch eine gekreuzte Doppelplatte herzustellen. Man nimmt eine Platte von Quarz, Gyps oder Glimmer, welche die Uebergangsfarbe bei senkrechten Polarisationssebenen gibt, schneidet sie in zwei Hälften auseinander und fügt sie so zusammen, dass die optische Achse der einen auf der der anderen senkrecht steht³. Legt man nun die schwach doppelt brechende Platte auf die Grenze beider, so sinkt natürlich die Farbe in der einen Hälfte und steigt in der anderen. Geringere Farbenänderungen werden auf diese Weise in Folge des Contrastes leichter wahrgenommen. Das Polariskop von SÉNARMONT⁴ besteht aus zwei rechts und zwei links drehenden Quarzprismen, die entgegengesetzt

1. Eine Abänderung desselben durch DELEZENNE s. BILLET a. a. O. Tome I. p. 507.

2. BRAVAIS, Pogg. Ann. Bd. XCVI. 1855. S. 397.

3. Man schneidet z. B. ein Glimmerblättchen unter 45° zu der Richtung der Achsenebene, in der die optischen Achsen liegen, aus einander, kehrt die eine Hälfte um und bringt die Stücke in der Schnittlinie zusammen. Ich finde hier Rothviolett (Werth 575) weit empfindlicher als Blau.

4. SÉNARMONT, Pogg. Ann. Bd. LXXX. 1850. S. 293—95. Vgl. auch BILLET a. a. O. Tome I. p. 343.

combinirt und so zusammengefügt sind, dass die Ein- und die Austrittsfläche des Ganzen auf der optischen Achse senkrecht stehen. Weicht die Ebene der ursprünglichen Polarisation eines durchgeleiteten Strahles von der des Polariskopes im mindesten ab, so wird eine mittlere schwarze Franse in ihrem geradlinigten Verlaufe sogleich unterbrochen. (Vgl. Fig. 47 S. 149.)

§. 227. Die Einschaltung eines Gypsblättchens gewährt noch einen anderen wesentlichen Vortheil für die mikroskopische Untersuchung organischer Gewebe. Sie macht natürlich das dunkle Gesichtsfeld wiederum hell und färbt es in der Farbe ihres Grundes. Dieser wird überall, wo eine einfache Brechung stattfindet, wiedergegeben, mag sie durch die Natur der Masse oder durch die Durchgangsrichtung des Strahles bedingt sein. Das Uebrige erscheint in anderen Farben. Sie und die Färbung des Grundes fallen aber im Allgemeinen um so lebhafter aus, je höher die Ordnung ist, welcher die Farbe angehört. Ich finde daher auch, dass ein rothes Gypsblättchen erster Ordnung die besten Dienste für die Untersuchung der Pflanzen- und der Thiergewebe leistet. Es ist immer gemeint, wenn kein anderes ausdrücklich bezeichnet wird. Man kann aber das mit schwach doppelt brechenden Körpern versehene Gesichtsfeld auf dem hellen gefärbten und andersfarbige Gegenstände darbietenden Grunde besser durchsuchen, als wenn es schwarz ist und schwach glänzende Objecte führt.

§. 228. Der concentrisch geschichtete Bau, den wir in vielen organischen Gebilden, wie dem Stärkmehl, den verdickten und den verholzten Pflanzenzellen, den krystallinischen Kugeln, den Amyloidkörpern, der Krystalllinse, den Knochen und einzelnen Horngeweben antreffen, führt zu einer Reihe von Eigenthümlichkeiten, die, soviel ich weiss, noch nicht berücksichtigt wurden, obgleich etwas Aehnliches hin und wieder in krystallinischen Mineralmassen vorkommt. Wir nehmen zuerst den einfachsten Fall, nämlich den eines mit concentrischen Mänteln versehenen Kreiscylinders eines einachsigen Körpers, dessen Durchschnitt