

Sitzungsberichte
der
mathematisch-physikalischen Classe
der
k. b. Akademie der Wissenschaften
zu München.

Band XX. Jahrgang 1890.



München.
Verlag der K. Akademie.
1891.

In Commission bei G. Franz.

Sitzung vom 6. Dezember 1890.

1. Herr E. LOMMEL macht eine Mittheilung: „Berechnung von Mischfarben.“ Dieselbe ist für die Denkschriften bestimmt.

2. Herr P. GROTH legt eine Abhandlung des Herrn Paul Glan, Privatdozent der Physik in Berlin: „ein Spektrosaccharimeter“ vor.

3. Herr R. HERTWIG berichtet über den Fortgang der Untersuchungen über die Flora und Fauna des Bodensees, welche bei Gelegenheit der Herstellung der Bodenseekarte von der dazu niedergesetzten internationalen Kommission gemacht werden. Die zoologischen Untersuchungen hat Herr R. HERTWIG mit Herrn Privatdozent Dr. HOFER übernommen. Die Resultate sollen später veröffentlicht werden.

Ein Spektrosaccharimeter.

Von Dr. Paul Glan.

(Eingelaufen 6. Dezember.)

Der Apparat dient dazu, das Drehungsvermögen des Zuckers, oder anderer die Polarisationssebene des Lichts drehenden Stoffe, für jede beliebige Farbe des Spektrums zu untersuchen, mit Benützung einer weissen Lichtquelle, der Flamme einer Petroleum-, oder Gaslampe, oder von elektrischem Licht. Er hat den doppelten Vorzug von der Farbe des zu untersuchenden Körpers unabhängig zu sein,

so dass bei ihm das Entfärben von Zuckerlösungen nicht nötig ist und eine grössere Genauigkeit der Messung zu gewähren, als die Apparate, welche Natronlicht, oder das nichthomogene Licht einer weissen Flamme, welches durch eine Lösung des chromsauren Kalis gegangen ist, oder weisses Licht benutzen, weil er die Messung der Drehung im Grün oder Blau gestattet, und Zucker, wie andre Stoffe, die Polarisationsebene dieser Lichtarten erheblich stärker drehen, als die von gelbem Licht. Seine Einrichtung ist die folgende. Der Spalt s_1 befindet sich im Brennpunkt der achromatischen Linse l_1 , und das Licht der Flamme, welches eine Linse von kurzer Brennweite auf den Spalt s_1 konzentriert, tritt parallel aus ihr; es geht dann durch ein Glan'sches Polarisationsprisma p_1 , welches es geradlinig polarisiert, und dann durch ein Diaphragma, das zur Hälfte

Fig. 1.

 $\frac{1}{4}$ der natürlichen Grösse.

mit einer dünnen Quarzplatte q senkrecht zur Axe geschliffen bedeckt ist. Diese dreht die Polarisationsebene des durch sie gehenden Lichtes um wenige Grade, und zwar für die verschiedenen Farben des weissen Lichtes verschieden viel. Nachdem es dies Diaphragma passiert hat, geht es entweder ungeändert, oder wenn eine Röhre mit Zuckerlösung im Spektrosaccharimeter liegt, durch diese, welche die Polarisationsebenen der einzelnen Farben des durch sie gehenden Lichtes dreht,

und durchläuft nun das drehbare Polarisationsprisma p_1 , dessen Drehung an einem geteilten Kreis mit Hilfe eines Nonius bis auf Hundertel eines Grades abgelesen werden kann. Es geht dann durch das Flintglasprisma p , welches das vom Spalt s_1 herrührende und von der Linse l_1 entworfene Bild zum Spektrum entfaltet, von welchem dann die achromatische Linse l_2 ein verkleinertes Bild auf dem in ihrem Focus befindlichen Spalt s_2 entwirft, durch den nur eine Farbe desselben hindurchgeht. Er wird dann durch die achromatische Linse l_3 von kurzer Brennweite in dieser Farbe vergrößert gesehen, wenn sie um ihre Brennweite von ihm absteht. Die Linse l_2 entwirft nun auch von dem Diaphragma mit der Platte q ein Bild hinter der Ebene des Spaltes s_2 , zwischen ihm und der Linse l_3 , das man mit dieser sehen kann, wenn man sie soweit herauszieht, dass sie um ihre Brennweite von diesem Bilde entfernt ist, und das in der Farbe erscheint, welche vom Spektrum durch den Spalt s_2 getreten ist. Da für jede Farbe die Polarisations Ebenen des Lichtes, das durch die unbedeckte und die mit der Platte q bedeckte Hälfte des Diaphragmas gegangen ist, einen Winkel mit einander bilden, so erscheinen diese beiden Hälften nur dann gleich hell, wenn das von ihnen ausgehende Licht das Polarisationsprisma p_2 passiert hat, wenn dessen Polarisations ebene diesen Winkel halbiert, oder zu der Halbierungslinie desselben senkrecht ist. Die letztere Stellung desselben ist diejenige, bei welcher die kleinste Drehung von dieser Stellung aus den grössten Helligkeitsunterschied des Bildes der beiden Hälften bewirkt; sie ist deshalb diejenige, in die man das Polarisationsprisma p_2 bringt, bei der Messung. Dreht man nämlich das letztere von der Stellung, bei der seine Polarisations ebene den Winkel α derjenigen der Hälften des Lichtbündels, welche den freien und bedeckten Teil des Diaphragmas passiert haben, halbiert, um den sehr kleinen Winkel γ , so wird das Helligkeits-

verhältnis dieser beiden Hälften $1 + 4 \tan \frac{\alpha}{2} \sin \gamma$; dreht man es dagegen von der Stellung, bei der seine Polarisations-ebene senkrecht zur Halbierungslinie des Winkels α ist, um denselben kleinen Winkel γ , so wird dies Helligkeitsverhältnis

$1 - 4 \cotan \frac{\alpha}{2} \sin \gamma$. Es ist also seine Aenderung durch die

Drehung um den Winkel γ im letztern Fall grösser, weil der Winkel α nur wenige Grade beträgt. Man stellt den Apparat zuerst wie einen Spektral-Apparat ein, indem man den Spalt s_1 mit Natronlicht beleuchtet, stellt dann den Spalt s_2 sechs Centimeter von der Linse l_2 , — er steht dann in ihrem Focus — und zieht nun die Linse l_3 so weit heraus, dass der Spalt s_2 deutlich sichtbar ist. Jetzt bringt man s_1 in eine solche Entfernung von der Linse l_2 , dass man das Bild des Spaltes s_1 mit dem Spalt s_2 zugleich deutlich sieht. Dem Spalt s_1 gibt man, im allgemeinen, eine Breite von $\frac{1}{3}$ mm etwa, und gibt dem Spalt s_2 eine solche Breite, dass er ebenso breit erscheint, wie das in seiner Ebene entworfene Bild des Spaltes s_1 . Dieses füllt dann den Spalt s_2 vollständig aus, wenn das kleine Keppler'sche Fernrohr mit den Linsen l_2 und l_3 , welches um die Axe des Tischchens mit dem Flintglasprisma p drehbar ist, durch Drehung passend gestellt ist. Sowohl das Spaltrohr als das Fernrohr können durch je drei Stellschrauben in ihren Lagern gedreht werden, dass das Bild des Spaltes s_1 von der Mitte des Gesichtsfeldes des Keppler'schen Fernrohrs weder nach oben, noch nach unten abweicht, und das vom Spaltrohr ausgehende Licht das von mir angegebene Polarisationsprisma p_2 axial, oder nahezu axial, passiert. Das Bild des Spaltes s_1 kann dann durch Drehung des Polarisators p_2 völlig verlöscht werden. Man kann nun diese Linse l_3 weiter herausziehen, während der Spalt s_2 seine Stellung unverändert behält, bis das Bild des Diaphragmas mit der Platte q deutlich erscheint. Seine

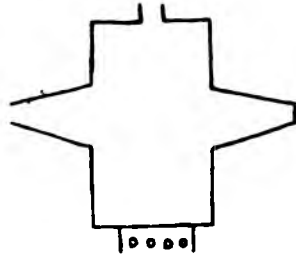
beiden Hälften werden im allgemeinen verschieden hell erscheinen; dreht man indes das Polarisationsprisma p_1 , bis das Licht einer Hälfte verlöscht, so wird man durch eine kleine Drehung desselben von dieser Lage aus eine solche finden, bei der die beiden Hälften gleich hell sind, und eine Drehung von wenigen Hundertsteln eines Grades von dieser letztern genügt, um einen merklichen Helligkeitsunterschied der beiden Hälften in ihrem Bilde im Fernrohr hervorzu-
bringen.

Beleuchtet man nun den Spalt s_1 mit weissem Licht, und schiebt die Linse l_3 wieder so weit hinein, dass der Spalt s_2 sichtbar ist, so erscheint er in derjenigen Spektralfarbe, welche von dem durch das Flintglasprisma p in seiner Ebene entworfenen Spektrum auf ihn fällt, und zieht man nun die Linse l_3 soweit heraus, dass man das Diaphragma mit der Quarzplatte q erblickt, so erscheint dies in dieser Farbe. Um die erblickte Farbe zu charakterisieren, stellt man die Linse l_3 auf den Spalt s_2 ein, und beleuchtet den Spalt s_1 mit Lithium-, Natron-, Thallium-, Strontium-, Rubidium-Licht, und merkt die Stellung des Kepplerschen Fernrohrs mit Hilfe des mit ihm fest verbundenen Nonius an der Teilung am Rande des Tischchens, wenn das Bild des Spaltes s_1 von einer dieser Flammen beleuchtet im Spalt s_2 erscheint. Oder man verengt den erstern und erhellt ihn mit Tageslicht, bis die Fraunhofer'schen Linien im zweiten sichtbar werden. Die Stellungen des Fernrohrs, bei denen je eine von ihnen in seiner Mitte erscheint, bemerkt man gleichfalls an der erwähnten Teilung. Man erhält so eine ausreichende Anzahl fest bestimmter Stellungen des Fernrohrs, bei denen genau charakterisierte homogene Farben durch den Spalt s_2 gehen, für die man das Drehungsvermögen des zu untersuchenden Stoffes mit dem Spektrosaccharimeter bestimmen kann.

Das Spektrosaccharimeter bedarf einer hellen Lichtquelle

und ich habe lichtstarke Lampen mit eigens konstruierten Lichtkondensatoren angewandt. Die Lampen sind Petroleumlampen von mindestens 36 Kerzen Lichtstärke, sogenannte Blitzlampen, welche eine sehr weisse, an blauem und brechbarerem Licht reiche Flamme geben. Der Lichtkondensator, dessen Gestalt Figur 2 zeigt, konzentriert möglichst alles von der runden Flamme

Fig. 2.



der Blitzlampe ausgesandte Licht auf die kleine kreisförmige Oeffnung desselben von 2 cm Durchmesser, aus der das Licht aus ihm austritt, und der möglichst nahe der Spalt s_1 des Spektrosaccharimeters gebracht wird. Er besteht aus einem Blechkasten, dessen Innenwände mit Neusilberplatten belegt sind; die Platten an den Wänden des Kastens, in welche die konischen Kondensatoren nicht eingesetzt sind, divergieren nach der Oeffnung des Lichtkondensators, so dass das auf sie fallende Licht dem konischen Kondensator zugespiegelt wird, aus dem das Licht austritt. Diese konischen Kondensatoren sind innen polierte Kegel aus Neusilberblech, welche an ihrem breiteren Ende eine Weite von etwa 10 cm, an ihrem schmalen eine solche von etwa 2 cm haben. Der eine von ihnen ist an seinem schmalen Ende durch eine Platte von Neusilber verschlossen, welche das auf sie konzentrierte Licht wieder aus dem Kondensator zurückwirft und dem andern zuschickt. Der Lichtkondensator trägt an seinem untern Ende einen durchlöcherten Hals und an seinem obern einen kurzen schornsteinartigen Ansatz, um den Luftwechsel im Innern des Kastens zu begünstigen. Er gibt eine starke Konzentration des Lichts an seiner kleinen kreisförmigen Oeffnung.

Ich gebe hier einige Einstellungen auf gleiche Helligkeit

der beiden Hälften des Diaphragmas mit der Platte q , für die Stellung des Polarisators p_1 , bei der eine kleine Drehung desselben von der Einstellung auf gleiche Helligkeit den grössten Helligkeitsunterschied der beiden Hälften bewirkt, während keine Röhre mit Flüssigkeit im Apparat lag. Ich bemerke dazu, dass diese Beobachtungen vor der Herstellung des Lichtkondensators mit einer einfachen Gaslampe angestellt sind, welche mit einem schwarzen Blechcylinder mit spaltförmigem Ausschnitt umkleidet war. Sie sind im roten, grünen und blauen Licht des Spektrums ausgeführt, von dem das Blau das äusserste gerade noch sichtbare des Spektrums der Gasflamme war. Die mit einem Fragezeichen versehene Einstellung im Blau habe ich ausgeschlossen, weil ich während derselben gestört wurde. Ausser dem Mittel der einzelnen Einstellungen ist die grösste Abweichung von ihm in Graden und Minuten angegeben.

Rot	Grün	Blau
4·02°	3·43°	2·31°
4·02°	3·43°	2·28°
3·99°	3·46°	2·50° (?)
3·96°	3·43°	2·40°
3·997°	3·437°	2·330°
Gr. A.	Gr. A.	Gr. A.
·037°	·023°	·070°
= 2·2'	= 1·4'	= 4·2'

Ich teile hier weiter eine Anzahl Einstellungen mit, welche sowohl ohne Röhre, wie die vorigen, als nach dem Einlegen einer solchen von 2·16 Decimeter Länge in das Spektrosaccharimeter, welche mit schwach konzentrierter Zuckerlösung gefüllt war, angestellt sind. Ich konnte sie durch die Güte des Herrn Geheimrat Professor Dr. Scheibler in dessen Laboratorium ausführen, wofür ich ihm hier meinen aufrichtigsten Dank ausspreche, in dem ich die ersten Prüf-

ungen des Spektrosaccharimeters anstellte. Sie sind für die dem Natronlicht entsprechende Stelle des Spektrums ausgeführt.

D.

Ohne Röhre.	Mit Röhre.
13·40°	15·45°
13·46°	15·49°
13·43°	15·46°
13·45°	15·467°
13·435°	
Gr. A.	Gr. A.
·035°	·023°
= 2·1'	= 1·4'

Sie ergeben, auch wenn die Röhre mit Flüssigkeit im Spektrosaccharimeter liegt, keine grössere Unsicherheit der Messung. Die Röhren müssen hier mit besonderer Sorgfalt hergestellt werden; wenn ihre Endflächen nicht parallel sind, stellen sie, mit Flüssigkeit gefüllt, ein Flüssigkeitsprisma dar, und bei ihrem Einlegen in das Spektrosaccharimeter kann dann das Spektrum in der Ebene des Spaltes s_2 verschoben werden, und die Farbe des Spektrums sich ändern, welche durch ihn geht. Die Röhren werden deshalb bei ihrer Herstellung auf die Parallelität ihrer Endflächen geprüft, indem der Spalt s_1 mit Natronlicht beleuchtet wird, die Linse l_2 auf den Spalt s_2 eingestellt und dieser so erweitert wird, wenn nötig, dass ihn das Bild des Spaltes s_1 ganz ausfüllt. Dies letztere darf sich dann bei dem Einlegen und Drehen der mit Flüssigkeit gefüllten Röhre im Spektrosaccharimeter gegen den Spalt s_2 nicht verschieben. Am besten ist es, wenn die Verschlussringe der Röhren mit einer Marke versehen werden, erst mit Wasser gefüllt, und mit der Marke nach oben eingelegt werden, und dann die Anfangsstellung des Polarisators p_2 bestimmt wird. Hierauf werden die Röhren mit der drehenden Flüssigkeit gefüllt und wieder

mit der Marke nach oben untersucht. Zum Zwecke von Analysen empfiehlt sich die Benutzung des grünen Lichtes des Spektrums, indem man den Spalt s_1 einmal etwa mit Thalliumlicht beleuchtet, und die Stellung des Fernrohrs an der ihm zugehörigen Teilung merkt, bei der das Bild des Spaltes s_1 in dieser Farbe den Spalt s_2 ausfüllt. Grün ist für das Auge sehr angenehm, was bei einer grössern Anzahl von Messungen von Belang ist, und die Einstellung in dieser Farbe eine sehr sichere.

Ich hoffe, dass das Spektrosaccharimeter auch dem spektralen Studium der Circularpolarisation der Kristalle nützliche Dienste leisten wird, wenn es mit passenden Einrichtungen versehen wird, dass es die allgemeinere Untersuchung der Rotationsdispersion erleichtern und der quantitativen drehungsmessenden Analyse förderlich sein wird. Das Spektrosaccharimeter wird von der Firma Lisser und Benecke in Berlin hergestellt.