

## Verbesserung des Polaristrobometers.

Von

**H. Wild.**

(Hiezu Tafel VII.)

---

Für das von mir im Jahre 1865 angegebene Polaristrobometer <sup>1)</sup> habe ich 1869 eine verbesserte Form beschrieben <sup>2)</sup> und sodann 1883 eine Vervollständigung desselben mitgeteilt <sup>3)</sup>, welche den Gebrauch des Instrumentes bei weisser Lichtquelle ermöglichte. Seither haben anderweitige Arbeiten mir leider nicht gestattet, mich mit weitem Verbesserungen dieses Apparats zu beschäftigen, so dass derselbe von andern Instrumenten der Art, insbesondere aber von den Halbschatten-Apparaten von Jelett, Cornu und Laurent, sowie von deren Verbesserungen durch Lippich fast verdrängt worden ist.

Indessen hat schon Herr Tollens <sup>4)</sup> bei seinen Messungen mit meinem Polaristrobometer darauf hingewiesen, dass die Einstellungen bei demselben bedeutend an Sicherheit gewinnen, wenn man den Analysator mit seinem Hauptschnitt statt um  $45^\circ$ , wie ich es angegeben hatte, um einen kleinern Winkel zum Hauptschnitt der Savart'schen Doppelplatte neige und dann von den zwei hellen und dunklen Quadranten, die bei der Drehung des Polarisators sich ergeben, die letztern beiden zu den Einstellungen

---

<sup>1)</sup> H. Wild. Ueber ein neues Polaristrobometer (Saccharimeter. Diabetometer) und eine neue Bestimmung der Drehungskonstante des Zuckers. Bern 1865 bei Haller.

<sup>2)</sup> Ueber die neuste Gestalt meines Polaristrobometers. Bulletin de l'Acad. Imp. des sciences de St.-Petersbourg, T. XIV, p. 149. 1869.

<sup>3)</sup> Ueber den Gebrauch meines Polaristrobometers in weissem Lichte. Ibidem T. XXVIII, p. 405. 1883.

<sup>4)</sup> Berichte der Deutschen chemischen Gesellschaft Bd. 10, S. 1403 und Bd. 11, S. 1800. 1877 und 1878.

auf das Verschwinden der Interferenzfransen im Polariskop benutze. Die früher von ihm bei meinem Instrument beobachteten Maximaldifferenzen aufeinander folgender Einstellungen im Betrag von  $15'$  gingen dann auf  $5'$  zurück, und als er den Analysator bloss um  $5^\circ$  bis  $10^\circ$  zum Hauptschnitt der Doppelplatte neigte, erhielt er im Natriumlicht Einstellungsfehler von bloss  $1'$ .

Auch Herr Lippich äusserte sich schon in seiner Abhandlung „Polaristrobometrische Methoden“<sup>1)</sup> dahin, dass durch Verkleinerung des Winkels zwischen den Hauptschnitten des Analysators und der Doppelplatte die Empfindlichkeit meines Polaristrobometers sich steigern müsse.

Grössere Musse, über welche ich jetzt verfüge, sowie ein bezügliches Gesuch der Hauptverfertiger meines Polaristrobometers, nämlich der Herren Pfister & Streit in Bern, haben mich veranlasst, diesem Instrument wieder meine Aufmerksamkeit zuzuwenden. Herr Professor Pernet gestattete mir freundlichst, in seinem Laboratorium im Physikgebäude des eidgen. Polytechnikums vergleichende Versuche an einem Polaristrobometer der erwähnten Firma und einem Halbschatten-Apparat von Schmidt & Haensch in Berlin anzustellen. Hiebei ergab sich mir bald die Möglichkeit, das Polaristrobometer erheblich zu vervollkommen.

Zunächst erwies eine theoretische Untersuchung die volle Richtigkeit der Bemerkungen der Herren Tollens und Lippich. Nach S. 29 meiner erst erwähnten Schrift ist nämlich die Intensität  $J$  des durch mein Polaristrobometer durchgegangenen Lichts gegeben durch:

$$J = A \cdot \left[ \cos^2(v - \alpha) - \sin 2\alpha \cdot \sin 2v \cdot \sin^2 \cdot \frac{d_o - d_e - (d'_o - d'_e)}{2} \right]^2$$

wo  $A$  eine konstante Grösse,  $v$  den Winkel der ursprünglichen Polarisationssebene (Hauptschnitt des Polarisators) mit dem Hauptschnitt der ersten Platte der Savart'schen Doppelplatte und  $\alpha$  den Winkel desselben Hauptschnitts — beide Platten mit ihren Hauptschnitten genau senkrecht aufeinander stehend angenommen —

<sup>1)</sup> Sitzungsberichte der Wiener Akademie, Abteilung II a, Bd. 85 S. 305, 1879.

<sup>2)</sup> Zur Verhütung von Missverständnissen habe ich hier die Intensitäten einfach mit  $J$  und  $A$  bezeichnet, statt sie, wie dort, als Quadrate der Amplitude der Lichtwellen einzuführen.

mit der analysierenden Polarisationssebene (Hauptschnitt des Analysators) und sodann  $\mathcal{A}_o$  und  $\mathcal{A}_e$  die Verzögerungsphasen der gewöhnlich und ungewöhnlich gebrochenen Strahlen in der ersten Platte  $\mathcal{A}'_o$  und  $\mathcal{A}'_e$  aber die entsprechenden Grössen für die zweite Platte der Savart'schen Doppelplatte darstellen. Das zweite Glied in der Klammer ist also der Ausdruck, welcher die Interferenzstreifen bedingt. Die Lichtintensität der hellen Streifen im homogenen Licht wird somit sein:

$$J_{max.} = A \cdot \cos^2(v - \alpha)$$

und die der dunkeln Streifen:

$$J_{min.} = A \cdot [\cos^2(v - \alpha) - \sin 2\alpha \cdot \sin 2v].$$

Also ist die Differenz  $D$  beider Intensitäten, d. h. der hellen und dunkeln aneinandergrenzenden Streifen:

$$D = A \cdot \sin 2\alpha \cdot \sin 2v.$$

Bei meinem Instrument ist der Winkel  $\alpha$  beim Gebrauch konstant und dagegen  $v$  variabel. Die Aenderung, welche diese Differenz  $D$  bei der Drehung des Polarisators um den kleinen Winkel  $dv$  erfährt, ist daher gegeben durch:

$$dD = A \sin 2\alpha \cdot 2 \cdot \cos 2v \cdot dv.$$

Hieraus ist ersichtlich, dass der Einstellungsfehler  $dv$  des Polarisators im Moment des Verschwindens der Interferenzstreifen, wo  $v = 0^\circ$  oder  $90^\circ$  ist, für einen gewissen eben noch wahrnehmbaren Intensitäts-Unterschied  $D$  am kleinsten ist, wenn  $\alpha = 45^\circ$  gemacht wird. Daher meine ursprüngliche Normierung dieses Winkels.

Nun hängt aber die Empfindlichkeit des Auges, wie Herr Lippich gezeigt hat, nicht sowohl von dieser Differenz als vielmehr von ihrem Verhältnis zur ganzen Helligkeit des Gesichtsfeldes ab, und da diese im Moment des Verschwindens der Interferenzfransen durch:

$$J = A \cos^2(v - \alpha)$$

gegeben ist, so ist das eigentliche Kriterium für die Einstellung:

$$\frac{dD}{J} = \frac{2 \cdot \sin 2\alpha \cdot \cos 2v}{\cos^2(v - \alpha)} \cdot dv.$$

Hieraus aber folgt, wenn wir berücksichtigen, dass in der Nähe des Auslöschens der Interferenzfransen  $v$  wenig von  $0^\circ$  oder  $90^\circ$  abweicht, mit genügender Annäherung:

$$dv = \frac{dD}{J} \cdot \frac{1}{4} \cotang \alpha;$$

oder, wenn wir  $\alpha = 90^\circ - e$  setzen, so dass  $e$  die Abweichung von der senkrechten Stellung der Hauptschnitte der beiden Polarisatoren oder von vollständiger Verdunklung des Gesichtsfeldes darstellt:

$$I. \quad dv = \frac{dD}{J} \frac{1}{4} \tang e,$$

d. h. der Einstellungsfehler  $dv$  des Polarisators im Moment des Verschwindens der Interferenzstreifen, wo  $v = 0^\circ$  oder  $90^\circ$  ist, für einen gewissen noch wahrnehmbaren Intensitäts-Unterschied  $D$  der hellen und dunklen Fransen im Verhältnis zur allgemeinen Helligkeit des Gesichtsfeldes, ist um so kleiner, je mehr der Winkel  $e$  sich der Null nähert. Die Grenze für die Kleinheit dieses Winkels  $e$  hängt von der Helligkeit der Lichtquelle ab, da die mit seinem Abnehmen anwachsende Dunkelheit des Gesichtsfeldes nicht zu weit gehen darf. Ich werde diesen Winkel  $e$  in der Folge kurz mit Schattenwinkel bezeichnen.

Angenommen, es sei der Schattenwinkel  $e = 5^\circ$  und  $\frac{dD}{J} = 0,01$ , eine für gewöhnliche Augen noch wahrnehmbare Grösse, so kommt:

$$dv = 45'' \text{ oder } 0,75.$$

Betrachten wir jetzt zum Vergleich die entsprechenden Verhältnisse beim Lippich'schen Halbschatten-Apparat, so ist die Intensität des durch den Apparat auf der rechten Hälfte des Gesichtsfeldes durchgegangenen Lichts, wenn dort der Halbschatten-Polarisator eingeschaltet ist, gegeben durch:

$$R = J \cdot \cos^2(\alpha - \varepsilon) \cdot \cos^2 \varepsilon,$$

und auf der linken Hälfte durch:

$$L = J \cdot \cos^2 \alpha,$$

wo  $J$  eine Konstante,  $\alpha$  den Winkel, den die Hauptschnitte des Polarisators und Analysators miteinander einschliessen, und  $\varepsilon$  den

sogen. Halbschattenwinkel, d. h. den Winkel des Hauptschnitts des Halbschatten-Polarisators mit dem des erstern Polarisators darstellen. Dabei haben wir von dem Schwächungskoeffizienten des Halbschatten-Polarisators als wenig von 1 abweichend abgesehen.

Die beiden Gesichtsfeld-Hälften werden gleich hell sein, wenn  $R = L$  ist, also:

$$\cos^2 \alpha = \cos^2 \varepsilon \cdot \cos^2 (\alpha - \varepsilon),$$

oder

$$\cos \alpha = \pm \cos \varepsilon \cdot \cos (\alpha - \varepsilon).$$

Die zwei Wurzeln obiger Gleichung sind somit:

$$\cotang \alpha_1 = \frac{\sin \varepsilon \cos \varepsilon}{1 - \cos^2 \varepsilon} = \cotang \varepsilon.$$

also:

$$1. \quad \alpha_1 = \varepsilon;$$

und

$$\cotang \alpha_2 = \frac{-\sin \varepsilon \cos \varepsilon}{1 + \cos^2 \varepsilon}$$

oder angenähert, da  $\varepsilon$  stets ein kleiner Winkel sein soll:

$$\cotang \alpha_2 = -\tan \varepsilon \cdot \frac{\varepsilon}{2},$$

oder:

$$\tan (90^\circ - \alpha_2) = \tan \left( -\frac{\varepsilon}{2} \right),$$

also:

$$2. \quad \alpha_2 = 90^\circ + \frac{\varepsilon}{2}.$$

Die erstere Wurzel entspricht einem gleichmässig hellen und die zweite einem gleichmässig verdunkelten Gesichtsfeld. Die letztere Stellung des Analysators wird als die weitaus empfindlichere benutzt.

Die Aenderung der Licht-Intensitäten der einen und andern Hälfte des Gesichtsfeldes im Verhältnis zur ganzen Intensität derselben, welche einer Aenderung  $d\alpha$  des Winkels  $\alpha$  entsprechen, sind hier:

$$\frac{dL}{L} = 2 \tan \alpha \cdot d\alpha,$$

$$\frac{dR}{R} = 2 \tan (\alpha - \varepsilon) \cdot d\alpha,$$

und somit ist die Differenz dieser Intensitäts-Aenderungen:  $dD$

im Verhältnis zu  $L$  im Moment des Gleichwerdens der beiden Hälften  $L = R$ , wo  $\alpha = 90^\circ + \frac{\varepsilon}{2}$  wird, gegeben durch:

$$\frac{dD}{L} = 4 \cotang \frac{\varepsilon}{2} \cdot d\alpha,$$

oder:

$$d\alpha = \frac{dD}{L} \frac{1}{4} \tang \frac{\varepsilon}{2}, \quad \text{II.}$$

d. h. der Einstellungsfehler  $d\alpha$  des Analysators im Moment des Gleichwerdens der beiden Gesichtsfeld-Hälften beim Lippich'schen Halbschatten-Apparat für einen gewissen, eben noch wahrnehmbaren Helligkeitsunterschied derselben im Verhältnis zur ganzen Helligkeit ist um so kleiner, je kleiner der Halbschattenwinkel  $\varepsilon$  bei der gegebenen Lichtquelle genommen werden kann. Die Empfindlichkeits-Gleichungen I und II meines Polaristrobometers und des Halbschatten-Apparates sind also für  $e = \frac{\varepsilon}{2}$  vollkommen identisch, d. h. es sollten theoretisch beide Apparate, wenn  $e = \frac{\varepsilon}{2}$  genommen wird, dieselbe Empfindlichkeit aufweisen oder es würde für  $\varepsilon = 10^\circ$  und  $\frac{dD}{L} = 0,01$  auch werden:

$$d\alpha = 45''.$$

Auf die Sicherheit der Einstellung bei den beiderlei Instrumenten haben indessen in Wirklichkeit noch einige andere Momente als die eben betrachteten Einfluss.

Beim gut konstruierten Lippich'schen Halbschatten-Apparat stossen die beiden Felder ungleicher Helligkeit in einer scharfen Kante aneinander, welche bei erzielter Gleichheit verschwinden soll. Die hellen und dunklen Interferenz-Streifen bei meinem Polaristrobometer sind dagegen nicht scharf abgegrenzt, sondern gehen allmählich ineinander über. Diesem Uebelstande soll aber bei einem gut konstruierten Polaristrobometer nach meiner Angabe dadurch begegnet werden, dass die Interferenz-Fransen beim Drehen des Polarisators nicht im ganzen Gesichtsfeld verschwinden, sondern vielmehr nur auf einem Querstreifen, der komplementäre Fransen beiderseits trennt, beim Drehen des Polarisators über das Gesichtsfeld hinwandert und so auf die Mitte des Fadenkreuzes eingestellt werden kann. Nur der Versuch kann daher entschei-

den, welches von beiden Einstellungsmomenten die grössere Sicherheit darbietet: das Verschwinden der scharfen Kante beim Halbschatten-Apparat oder das Einstellen des hellen Querstreifens durch die Interferenzfransen auf das Fadenkreuz bei meinem Instrument.

Ebenso ist nur durch das Experiment zu bestimmen, ob beim Savart'schen Polariskop der Winkel  $e$  ebenso klein wie  $\frac{\epsilon}{2}$  beim Halbschatten-Apparat genommen werden darf, ohne dass die Verdunklung des Gesichtsfeldes der Wahrnehmbarkeit der Interferenzfransen allzusehr Eintrag thut und so die Sicherheit der Einstellung wieder gefährdet.

Es fragt sich endlich noch, ob nicht bei der sogen. Nullpunktseinstellung, d. h. der Einstellung ohne Zwischenschaltung eines aktiven Körpers und derjenigen Einstellung, wo eine mehr oder minder drehende Substanz in den Apparat eingelegt worden ist, sich ein Unterschied in der Empfindlichkeit zeige. Auch da kann wieder nur der Versuch Näheres lehren und zeigen, ob und inwiefern in dieser Beziehung bei den beiderlei Apparaten Unterschiede bestehen.

Was nun speciell die letzte von mir angegebene Form des Polaristrobometers (siehe das 2. Citat auf S. 1) betrifft, so schien mir dieselbe, abgesehen von der erörterten veränderlichen Einstellung auch des Analysators zum Hauptschnitt der Savart'schen Platte noch folgender Verbesserungen bedürftig. Die Linse vor dem Polarisator gegen die Lichtquelle hin, in deren Fokus die letztere sich befinden soll, ist wie beim ersten Apparat wieder aufzunehmen und zur Vermeidung des Seitenlichts das Diaphragma in dem die Lichtquelle (Natrium-Gasflamme) umhüllenden Metall-Cylinder viel kleiner, etwa von 15 mm Durchmesser, zu machen. Zugleich ist der Halter der Lichtquelle (Bunsen'scher Gasbrenner samt seinem Blechcylinder und dem Träger des Kochsalz-Löffels) unmittelbar am vordern Ende des Instruments zu befestigen, so dass ein Aufsuchen der Lichtquelle beim Beobachten nicht mehr nötig ist und somit auch eine Drehbarkeit um eine vertikale und horizontale Achse des Instrumenten-Körpers an seinem Fuss entbehrlich wird. Da es ferner offenbar ganz gleichgültig ist, ob sich die Savart'sche Doppelplatte unmittelbar vor dem Objektiv des auf parallele

Strahlen eingestellten Fernrohrs oder in einiger Entfernung davon befinde und ob die Röhre mit der drehenden Flüssigkeit sich zwischen ihr und dem Polarisator oder zwischen ihr und dem Analysator (beim Fernrohr) sich befinde und ob der letztere beim Okular der Fernrohrs oder vor seinem Objektiv eingeschoben sei, so war zur weitem Vermehrung der Bequemlichkeit des Beobachters und Handlichkeit des Instrumentes nachstehende veränderte Anordnung seiner Teile möglich.

Die Savart'sche Doppelplatte wird unmittelbar hinter dem Polarisator in fixer Lage angebracht, der letztere ist zwar auch noch drehbar, aber nur um  $45^\circ$ , indem er die bisherige Rolle des Analysators in Bezug auf die Doppelplatte übernimmt, und der Winkel  $\alpha$  resp.  $e$  seines Hauptschnitts mit dem der letztern ist an einer einfachen Grad-Teilung auf kleinerer Kreisscheibe mit einem an seiner Fassung sitzenden Zeiger, der auch zur Drehung dieser Fassung dient, abzulesen. Es folgt dann nach hinten zu die Flüssigkeitsröhre und darauf der Analysator, dessen Winkel  $\nu$  mit dem Hauptschnitt der Doppelplatte, resp. mit seiner verdrehten Stellung durch die aktive Substanz, an dem mit ihm sich drehenden Teilkreise durch feststehende Verniere mittels Lupen abgelesen werden können.

An dem Halter der Verniere ist zuletzt auch das ebenfalls feststehende Fernrohr angebracht.

Es schien mir endlich behufs genauer Vergleichung der Leistungsfähigkeit der beiderlei Apparate wünschenswert, das neue Instrument so einzurichten, dass es ebensowohl als Halbschatten-Apparat wie auch als Polaristrobometer mit Savart'scher Doppelplatte benutzt werden kann. Dies ist aber bei der erwähnten Anordnung leicht dadurch möglich, dass man die letztere mit ihrer Fassung entfernen und durch einen Halbschatten-Polarisator mit entsprechender Fassung ersetzen kann und dass sich beim Fernrohr statt des auf den Fokus des Objektivs eingestellten Okulars mit Fadenkreuz ein schwächeres Okular einschieben lässt, das auf das Bild der Halbschatten-Blende im Fernrohr eingestellt wird. Man wird durch diese kleinen Zugaben nicht bloss unter übrigens ganz gleichen Umständen den Halbschatten-Apparat und mein Polaristrobometer zu Messungen nacheinander benutzen können, sondern es dem Beobachter auch ermöglichen, diejenige



Kombination auszuwählen, welche seiner Individualität oder besonders Anwendungen besser zusagt.

Die Herren Pfister & Streit haben es nun freundlichst übernommen, ein nach diesen Erwägungen verbessertes Polaristrobometer, das zugleich auch als Lippich'scher Halbschatten-Apparat dienen kann, zu konstruieren und mir dasselbe zur Prüfung zuzustellen.

Ich gebe zunächst eine Beschreibung des ausgeführten, mir vorliegenden Instruments und seiner Justierung an der Hand der beiliegenden Tafel und werde dann über die damit angestellten Messungen berichten.

**Beschreibung des Instruments.** Auf einem Dreifuss mit vertikaler Säule ist oben der Halter *A* für den Trog *B* zur Aufnahme der Röhren mit der Mutter *m* befestigt. Im Troge, der durch den aufklappbaren Deckel *D* verschlossen wird, liegt nach der Tafel die kürzeste, 100 *mm* lange Röhre der üblichen Einrichtung für die drehende Flüssigkeit; die beiden andern, 200 und 220 *mm* langen Röhren *C* und *C'* sieht man neben dem Dreifuss auf dem Tische liegen.

Am vordern, der Lampe zugewendeten Ende des Troges *B* ist eine feste cylindrische Röhre angebracht, auf deren äusseres Ende der mit der Schraube *F* zu klemmende Ring *E* angeschoben wird, der seinerseits den Halter *G* der Gas-Lampe trägt. Diese besteht aus dem Bunsen'schen Brenner *I* mit Schlauchansatz *s*, über den das Eisenblech-Kamin *K* gestülpt und unten durch die Klemme *x* an einen durchbrochenen, die Brenner-Röhre umfassenden Ring befestigt ist. Dieses Kamin trägt den Halter *L* für das Rad *M*, auf dessen Speichen die Röhren mit den Kochsalzperlen oder Platindraht-Körbchen mit Kochsalz zur Erzeugung des homogenen Lichts aufgesteckt und durch einen horizontalen Schlitz im Kamin in die Gasflamme eingeführt werden. Oberhalb dieses Schlitzes ist in der Kaminwand centrisc zur Achse des Troges *B* eine 15 *mm* im Durchmesser haltende Oeffnung angebracht, durch welche die Lichtstrahlen auf den Apparat fallen, und endlich hat das Kamin oben noch einen dem Apparat zugewendeten Ausschnitt *O*, dessen Bedeutung im Verlauf näher zu bezeichnen ist.

In der Röhre, auf welcher der Ring *E* des Lampenträgers aufgeschoben ist, ist die Fassung des Glan-Thompson'schen, von

Dr. Steeg gelieferten Polarisators drehbar eingeschoben, welche Drehung vermittelt eines an ihr befestigten, durch einen Schlitz in jener Röhre heraustretenden Hebels bewerkstelligt werden kann. Dieser Hebel ist mit einer Klemme versehen und läuft in einen Zeiger aus, der auf eine Kreisteilung an der Scheibe  $P$  weist, so dass die Grösse der Drehung des Polarisators daran abgelesen werden kann. Am äussern Ende der Röhre bemerkt man in der Figur noch einen Ansatz  $Q$ , auf welchen die unten auf dem Tisch liegende Blendröhre  $R$  aufzuschieben ist. Eine Linse von 100 mm Brennweite ist bei  $Q$  vor dem Polarisator eingesetzt und liefert also von der um diese Grösse von ihr abstehenden Lichtquelle parallele Strahlen für den Apparat.

Hinter dem Polarisator lässt sich vom Troge aus nach Belieben eine Fassung mit eingeschlossener Savart'scher Doppel-Kalkspath-Platte ( $n$  oben) oder eine solche mit Lippich'schem Halbschatten-Nicol ( $g$  unten auf dem Tisch) in die Röhre einschieben. Eine Nase  $v$  an diesen Fassungen, welche in einen Schlitz der Röhre eindringt und dort durch eine Schraube  $r$  gegen eine justierbare, festzustellende Schraubenspitze angepresst werden kann, gestattet trotz des Auswechselns die betreffenden optischen Teile stets wieder nahe in dieselbe Lage zu den andern Apparaten-Teilen zu bringen.

Am hintern, dem Beobachter zugewendeten Teile des Troges  $B$  ist wieder eine mit der ersteren centrische Röhre befestigt, in welcher die durchbrochene Achse der Kreisteil-Scheibe  $S$  sitzt. Drei Arme gehen von jener, als Achsen-Büchse dienenden Röhre, einer vertikal nach unten ( $u$ ) und zwei seitliche horizontal ( $h$  und  $h'$ ) um die Kreisscheibe herum und vereinigen sich hinter derselben wieder zu einer Achsen-Büchse, in welche dann das fixe Fernrohr  $T$  eingeschraubt ist. In einem besondern, von der hintern Büchse herabgehenden, beweglichen vertikalen Arm ist die Achse eines Getriebes eingesetzt, das mit dem ränderierten Kopfe  $V$  versehen ist und in das auf der Kreisscheibe sichtbare Zahnrad eingreift. Mittelst desselben bewerkstelligt der Beobachter die groben Drehungen der Kreisscheibe und damit des in ihrer Durchbohrung sitzenden, analysierenden Polarisators gleicher Konstruktion wie der vordere. Die feineren Drehungen werden durch die Mikrometerschraube  $w$  bewirkt, welche auf das untere, gegen sie durch

die Feder in  $y$  angedrückte Ende des beweglichen vertikalen Armes stösst und selbst mit dem Federhause an einer, am festen vertikalen Arm  $u$  befestigten Gabel sitzen. Indem dabei der bewegliche Arm gegen den festen gedreht wird, bewirkt er eine entsprechende Drehung der Kreisscheibe, weil das Getriebe im erstern infolge der stärkern Reibung seiner Achse sich nicht dreht, sondern durch sein seitliches Fortrücken das Rad in Bewegung setzt. Man kann so ohne weiteres, d. h. ohne einer besondern Klemmung zu bedürfen, nach Belieben die grobe oder feine Einstellung gebrauchen. Die horizontalen Arme  $h$  und  $h'$  tragen die diametral gegenüberstehenden, an die bis zum Rande der Kreisscheibe gehende Teilung anstossende Verniere, zur Ablesung der Drehungen. Der Kreis ist in  $\frac{1}{3}^\circ$  geteilt, so dass mit den 20 auf 19 Teile des Kreises umfassenden Teilen der Verniere noch einzelne Minuten abzulesen sind. Hierzu dienen die an einem drehbaren Arm befestigten Lupen  $l$  und  $l'$ , wobei die Beleuchtung der Teilung durch die an den Lupen-Fassungen drehbar befestigten Spiegel  $i$  und  $i'$  geschieht, indem sie bei passender Stellung das durch den obenerwähnten Ausschnitt  $O$  des Lampen-Kamins austretende Licht der Flamme auf die Teilung werfen<sup>1)</sup>.

Das Fernrohr  $T$  besitzt ein Objektiv von 70  $mm$  Brennweite und zwei zu vertauschende Okulare. Das eine, für den Gebrauch mit der Savart'schen Doppelplatte bestimmte hat eine Brennweite von ungefähr 20  $mm$  und in seinem Einschiebrohr ein Diaphragma mit Fadenkreuz der bisherigen Form, auf welches das für sich noch bewegliche Okular durch schraubenförmige Drehung um seine Achse vom jeweiligen Beobachter eingestellt wird. Dabei befindet sich das Fadenkreuz ohne weiteres im Brennpunkt des Objektivs, wenn das ganze Okularrohr bis zum Ansatz in das Objektiv-Rohr eingeschoben wird, und eine in einen Schlitz eingreifende Nase sichert dem Fadenkreuz die richtige Stellung seiner Arme. Das andere Okular, welches mit dem Halbschatten-Nikol zu kombinieren ist, hat eine Brennweite von ungefähr 30  $mm$ , vergrössert also weniger als das erstere und wird jeweilen mit seinem Rohr vom

---

<sup>1)</sup> Aehnliche Vorkehrungen zur Beleuchtung der Kreisteilung von der als Lichtquelle benutzten Lampe aus findet man bereits bei andern Saccharimetern, so dass wir in dieser Beziehung keinen Anspruch auf Originalität erheben.

Beobachter so weit eingeschoben, bis er ein deutliches Bild der Blende, resp. der das Gesichtsfeld in zwei Hälften trennenden Kante des Halbschatten-Nikols erhält.

Justierung des Instruments. Sowohl die Savart'sche Doppelplatte als auch das Halbschatten-Nikol sind mit ihren besondern Fassungen je noch in den respektiven äussern Fassungen mit Nasen für sich drehbar, so dass die Justierung der optischen Teile des Apparats am besten in folgender Weise erfolgt.

Man setzt zuerst die Savart'sche Doppelplatte in den Apparat ein, so dass die Nase ihrer äussern Fassung an der fixen Schraube der Einschiebröhre anliegt, stellt Polarisator und Analysator so, dass die Fransen deutlich erscheinen, merkt sich deren Verlauf und, wenn sie nicht horizontale Streifen darstellen, so dreht man die innere Fassung der Platte gegen die äussere unter abwechselndem Herausnehmen und Wiedereinsetzen derselben in den Apparat so lange, bis der angegebene Verlauf der Interferenz-Streifen erzielt ist.

Nunmehr wird der Zeiger an der kleinen Kreisteilung vorn auf  $0^\circ$  eingestellt und durch Anziehen der Klemme die Fassung des Polarisators in dieser Stellung fixiert. Mittelst eines Schlüssels wird sodann der letztere nach Abschrauben der Beleuchtungslinse mit dem Ansatz  $Q$  in seiner Fassung so lange gedreht, bis die Interferenzstreifen in der Mitte des Gesichtsfeldes verschwinden. Da dies mittelst des Schlüssels nur im Groben zu erzielen ist, so wird die feinere Justierung dann noch durch Drehen an der Anschlagsschraube der Nase der Platten-Fassung mittelst eines Schraubenziehers bewerkstelligt, worauf man die Contre-Mutter der Schraube anzieht und deren Stellung so fixiert. Bei der so bestimmten Lage dieser Teile — Nase der äusseren Fassung der Savart'schen Doppelplatte durch die Schraube  $r$  an die Spitze der fixen Schraube angedrückt und der Zeiger des vordern Polarisators auf den Nullpunkt der kleinen, nur  $55^\circ$  umfassenden Kreisteilung weisend — ist dann der Hauptschnitt der einen Kalkspath-Platte angenähert unter  $45^\circ$  zum Horizont geneigt und die Polarisations-Ebene des vordern Polarisators parallel zu ihm orientiert.

Endlich wird nach Lösen der Klemme der Zeiger des Polarisators etwa auf  $5^\circ$  eingestellt, so dass die Interferenzstreifen

wieder sichtbar werden, der grosse Kreis mit dem Analysator gedreht, bis die Verniere auf  $0^\circ$  resp.  $180^\circ$  — bei fortlaufender Bezifferung am Kreis von 0 bis  $360^\circ$  — weisen oder besser etwa auf  $3^\circ$  und  $183^\circ$ , damit man beim Gebrauch nicht über  $0^\circ$  resp.  $180^\circ$  bei den sogen. Nullstellungen zurückkommt und darauf der Analysator in seiner Fassung mittelst eines Schlüssels so lange gedreht, bis die Interferenzstreifen bei dunkeln Gesichtsfeld wieder in der Mitte des Gesichtsfeldes verschwinden. Alsdann ist die Polarisations-Ebene des Analysators parallel dem Hauptschnitt der einen Kalkspath-Platte und um  $90^\circ \pm 5^\circ$  zur Polarisations-Ebene des Polarisators geneigt.

Hiemit ist die Justierung des Instrumentes als Wild'sches Polaristrobometer beendet und es bleibt zur Benutzung desselben als Halbschatten-Apparat nur übrig, die Savart'sche Doppelplatte durch das Halbschatten-Nikol zu ersetzen und dieses in seiner äussern Fassung durch Drehen so zu justieren, dass beim Andrücken ihrer Nase an die unveränderte Anschlagsschraube und bei Einstellung des Polarisator-Zeigers auf  $0^\circ$  der kleinen Kreisteilung für dieselbe Stellung des Analysators beide Hälften des Gesichtsfeldes zugleich vollständig verdunkelt werden. Es ist dann die Polarisations-Ebene des Halbschatten-Nikols parallel derjenigen des vordern Polarisators, also um  $45^\circ$  zum Horizont geneigt, so dass demgemäss durch letzteres das Gesichtsfeld, nicht wie üblich vertikal, sondern schräg in zwei Hälften geteilt ist. Es beeinträchtigt indessen dieser Umstand in keiner Weise die Sicherheit der Einstellung. Da hierbei, um die vorherige Justierung für die Savart'sche Platte nicht zu stören, die Anschlagsschraube, wie schon bemerkt, nicht verstellt werden darf, so ist die Aufsuchung dieser richtigen Lage des Halbschatten-Nikols etwas umständlicher und zeitraubender als jene der Savart'schen Platte. Die Vorsetzung der Blendröhre *R* bei *Q* ist ganz besonders zur Erzielung einer vollständigen Verdunklung beider Gesichtsfeldhälften bei Justierung des Halbschatten-Nikols und damit auch überhaupt beim Gebrauch des letztern erforderlich. Sie ist aber auch bei Benutzung der Savart'schen Platte nützlich zur Verschärfung der Interferenzstreifen und es tritt hiebei keine Verminderung der Helligkeit ein, wenn an ihrem vordern Ende noch ein Diaphragma von bloss 4—5 mm angebracht wird.

Zur Justierung des Instrumentes ist endlich auch noch die Prüfung der Verschluss-Glasplatten der Flüssigkeitsröhren zu rechnen. Dass dieselben durch zu starkes Anpressen an die Röhren-Enden doppelbrechend werden und das Messungsergebnis so beeinträchtigen können, ist allgemein bekannt und wird daher vom Beobachter ohne weiteres vermieden werden. Schlecht gekühltes oder nicht homogenes Spiegelglas verhält sich aber ebenso und es ist daher rätlich, die Verschlussplatten vor dem Gebrauch daraufhin zu untersuchen. Es geschieht dies am besten vermittelt der Savart'schen Doppelplatte im homogenen Natriumlicht. Man stellt den Zeiger des Polarisators etwa auf  $5^{\circ}$  ein und beobachtet mit dem Fernrohr in den dunkeln Quadranten beim Drehen des Analysators zuerst ohne Flüssigkeits-Röhre das Verschwinden der Interferenz-Fransen in der Mitte des Gesichtsfeldes, resp. das Vorüberwandern am Fadenkreuz eines hellen Querstreifens zwischen komplementären Fransen. Sind die Glasplatten gut, so soll beim Einschalten der leeren Röhre mit ihnen, diese Erscheinung in unveränderter Deutlichkeit sich wieder manifestieren und die Auslöschung der Fransen bei derselben Ableseung der Verniere am Kreise erfolgen. Im andern Fall sind die eine oder andere oder beide Verschlussplatten schlecht, was durch Ausschalten der einen und andern leicht zu konstatieren ist.

Disponiert man über einen guten Kalibermasstab, dessen Nonius mindestens noch 0,1 mm ablesen lässt, so kann auch die richtige Länge der Flüssigkeits-Röhren mit einer für die Zuckerpraxis genügender Sicherheit kontrolliert werden. Es repräsentiert nämlich obige Grösse den  $\frac{1}{2000}$  Teil der ganzen Länge der Flüssigkeitsröhre von 200 mm und für eine Zuckerlösung, die 33 bis  $34^{\circ}$  in dieser Röhre dreht, stellt die erwähnte Ableseungsgrenze von 1' an den Vernieren einen entsprechenden Bruchteil der ganzen Drehung dar.

Diese Justierungen und Prüfungen alle sollen eigentlich bereits vom Verfertiger des Instruments ausgeführt sein, so dass vorstehende Bemerkungen dem Beobachter mehr nur eine Kontrolle genügender Erfüllung oder die Korrektur etwaiger Veränderungen oder Verstellungen beim Transport ermöglichen sollen.

Gebrauch des Instrumentes als Polarisstrobometer.  
Nach Einsetzung der Savart'schen Doppelplatte und des betreffen-

den Okulars im Fernrohr wird je nach der Helligkeit der homogenen Lichtquelle und dem Durchsichtigkeitsgrad der zu untersuchenden Flüssigkeit der Zeiger des Polarisators an der kleinen Kreisteilung auf einen grössern oder kleinern Winkel eingestellt. Wir haben Seite 60 gesehen, dass die Genauigkeit der Messung um so grösser wird, je kleiner dieser Winkel genommen werden kann, ohne dass eine allzugrosse Verdunklung des Gesichtsfeldes und damit eine ungenügende Wahrnehmbarkeit der Interferenzstreifen im gegebenen Fall eintritt. Bei der dem vorliegenden Apparat beigegebenen Gaslampe mit Natriumlicht — Kochsalzperle oder Kochsalz in Platinsieb-Löffel in der Flamme des Bunsen'schen Brenners — und bei Anwendung reiner Zuckerlösung von 200 g auf 1 Liter Lösung erschien  $5^\circ$  als passendster Winkel der Polarisations-Ebene des Polarisators mit dem Hauptschnitt der Savart'schen Platte.

Hierauf stellt man bei leerem Trog durch Drehen des Analysators in einem dunkeln Quadranten auf das Verschwinden der Interferenz-Streifen hinter der Mitte des Fadenkreuzes ein und liest den Kreis an beiden Vernieren ab, wobei man dies 5—10 Male wiederholt, unter jeweiligem Anschreiben der Ablesungen. Man legt dann die mit der Zuckerlösung (oder einer andern aktiven, zu untersuchenden Flüssigkeit) gefüllte Röhre von 200 mm Länge in den Trog und muss nun den Kreis mit dem Analysator von links nach rechts, resp. im Sinne der Bewegung eines Uhrzeigers drehen, um wegen der Rechts-Drehung durch den Rohrzucker wieder das Verschwinden der Interferenz-Streifen zu erzielen. Da die Bezifferung am Kreise entgegen der Bewegung eines Uhrzeigers verläuft, so gelangt man hiebei zu grössern Zahlen an demselben. Auch hier macht man wieder 5—10 Einstellungen unter Ablesung beider Verniere, worauf die Differenz dieser Ablesungen und der frühern ohne Röhre die Grösse der Drehung angiebt. Das Mittel aus den Angaben beider Verniere eliminiert einen allfälligen Excentricitätsfehler des Kreises. Dieselben Operationen wiederholt man nach Drehung des Analysators um  $180^\circ$  im zweiten dunkeln Quadranten — die zwischen liegenden hellen sind nicht zur Einstellung zu gebrauchen. Der hier erhaltene Drehungswinkel wird durchweg über die Fehlergrenze der Beobachtung *i. e.*, ungefähr  $1'$ , hinaus vom ersteren abweichen, wofür Herr H. G. van de Sande

Bakhuyzen seiner Zeit<sup>1)</sup> die wahren Gründe angegeben hat. Das Mittel aber aus den in den beiden diametral gegenüberliegenden Quadranten erhaltenen Drehungswinkeln ist, wie derselbe Forscher gezeigt hat, mit genügender Sicherheit als richtig zu betrachten.

Gebrauch als Halbschatten-Apparat. Will man das Instrument als Halbschatten-Apparat gebrauchen, so ist nach Ersetzung der Savart'schen Platte durch das Halbschatten-Nikol das bisherige Okular mit dem für dieses passende zu ersetzen und bei leerem Trog das letztere so einzustellen, dass die Kante des Nikols scharf erscheint<sup>2)</sup>. Ist der Zeiger des Polarisators auf  $5^\circ$  eingestellt, was unter den oben angegebenen Umständen auch in diesem Fall als der passendste Winkel erscheint, so muss man zur Herstellung gleicher Helligkeit oder besser Dunkelheit der beiden Gesichtsfeld-Hälften den Analysator um ungefähr  $2\frac{1}{2}^\circ$  gegenüber der Nullpunktstellung bei der Savart'schen Platte zurückdrehen. Dieser neue Nullpunkt oder Ausgangspunkt wird wie dort durch 5—10malige Wiederholung der Einstellung unter Ablesung beider Verniere am Kreis genauer bestimmt und ebenso nach Einlegen der Röhre mit der drehenden Substanz und Ausziehen der Okularröhre, bis die Kante des Halbschatten-Nikols wieder deutlich erscheint, durch eine entsprechende Zahl von Einstellungen auf gleiche Intensität der beiden Gesichtsfeld-Hälften die neue Lage des Analysators am Kreise sicherer ermittelt. Das Mittel der Differenzen der jetzigen und vorigen Kreis-Ablesungen an beiden Vernieren giebt wieder die Drehungsgrösse frei von einer allfälligen Excentricität des Kreises und die Kombination mit dem im zweiten dunkeln Quadranten analog bestimmten Drehungswinkel eliminiert die Fehler des drehenden Analysators.

Strahlenfilter. Will man das Natriumlicht der Gaslampe noch durch ein sogen. Strahlenfilter<sup>3)</sup> reinigen, resp. homogener machen, so lässt sich ein solches leicht zwischen Lampe und

<sup>1)</sup> Pogg, Ann. Bd. 145. S. 259.

<sup>2)</sup> Sollte dabei infolge nicht ganz genauer Centrierung der Röhrenachsen und der Linsen das Gesichtsfeld nicht genau durch diese Kante halbiert werden, so genügt ein geringes Losschrauben der Fernrohrfassung, um dies zu erzielen.

<sup>3)</sup> Siehe z. B. H. Landolt, Das optische Drehungsvermögen organischer Substanzen etc. 2. Auflage, Braunschweig, bei Vieweg. 1898. S. 359.



Blendröhre einschalten oder bei grösserer Dicke in dieser selbst anbringen. Das Lippich'sche Natriumlichtfilter, das aus einer Absorptionszelle mit zwei Abteilungen besteht, wovon die eine, 100 mm lange, mit gesättigter Kaliumdichromat-Lösung, die andere, 15 mm lange, mit Uranosulfat-Lösung gefüllt ist, lässt sich allerdings bei dem mir vorliegenden Exemplar des Instrumentes nicht zwischen der Lampe und der vordern Linse einschalten — es müsste zu dem Ende der die Lampe tragende Arm um 4 cm verlängert werden — wohl aber können Kombinationen von gelben und grünen Gläsern oder noch besser von Lösungen von Anilingrün und Anilinorange in dünnen Schichten eine für praktische Zwecke genügende Reinigung des Natriumlichts geben und ohne weiteres bei unserm Apparat in einer passenden, statt der Blendröhre *R* anzusetzenden Röhre mit zwei, höchstens 10 mm weiten Flüssigkeitszellen oder eine Zelle mit einer Mischung beider Flüssigkeiten benutzt werden. Soweit ich durch blosser Untersuchung mit einem Handspektroskop habe beurteilen können, lässt sich sogar mit den letztgenannten Flüssigkeiten in einfachster Weise nahezu derselbe Effekt wie mit dem Lippich'schen Filter erzielen, worüber ich später Näheres mitteilen werde.

Messungen zur Prüfung des Instrumentes. Es schien mir zunächst wünschenswert, experimentell zu untersuchen, ob gemäss der Formel I die Empfindlichkeit des Polaristrobometers in der That bei Verringerung des Schattenwinkels  $e$  beträchtlich über das bisherige Mass anwachse, und wie sich dieselbe unter diesen Umständen zu der des Halbschatten-Apparats verhalte. Sollte aber eine beträchtliche Verkleinerung von  $e$  erfolgen können, so war die Anwendung eines sehr hellen Lichts notwendig, wozu mir nur das weisse Licht eines Auer-Gasbrenners zur Verfügung stand. Es konnten also hiebei keine Drehungen durch Zucker gemessen, sondern nur Nullpunktseinstellungen gemacht werden. Zur Vermeidung von Missverständnissen werde ich die beiden Benutzungsweisen des Apparats in der Folge einfach durch Savart'sche Platte und Halbschatten-Nikol unterscheiden und jeweilen die Grösse des betreffenden Schattenwinkels  $e$  resp. Halbschattenwinkels  $\epsilon$  angeben.

## Savart'sche Platte.

## Auerbrenner

direkt anvisiert		$e = 1^{\circ},5$	mit vorgesetztem mattem Glas	
179°	35' 0',5		179°	35,0 0,1
	36 0,5			35,5 0,6
	35 0,5			34,5 0,4
	35 0,5			35,5 0,6
	36 0,5			34,5 0,4
	35 0,5			34,5 0,4
	36 0,5			35,5 0,6
	36 0,5			34,5 0,4
	35 0,5			34,0 0,9
	36 0,5			35,5 0,6
<hr/>			<hr/>	
179°	35',50		179°	34',90
	$\pm 0',53$	mittlerer Fehler einer Beob.		$\pm 0,56$
	$\pm 0',35$	wahrsch. " " "		$\pm 0,38$

## Auerbrenner mit vorgesetztem mattem Glase.

$$e = 1^{\circ},0$$

179°	33',5	0',25	
	33,0	0,25	
	33,5	0,25	
	33,5	0,25	
	33,5	0,25	
	33,0	0,25	
	33,5	0,25	
	33,0	0,25	
	33,0	0,25	
	33,0	0,25	
	33,0	0,25	
<hr/>			
179°	33',25	$\pm 0',26$	mittlerer Fehler einer Beob.
		$\pm 0',18$	wahrsch. " " "

## Halbschatten-Nikol

Auerbrenner mit vorgesetztem mattem Glas

$\varepsilon = 1^{\circ},8$			$\varepsilon = 1^{\circ},0$		
177°	28',5	0',4	178°	57',5	0,25
	30,0	1,1		57,0	0,25
	28,5	0,4		57,0	0,25
	28,0	0,9		57,0	0,25
	29,0	0,1		57,5	0,25
	28,0	0,9		57,5	0,25
	28,5	0,4		57,0	0,25
	30,0	1,1		57,0	0,25
	28,5	0,4		57,5	0,25
	30,0	1,1		57,5	0,25
<hr/>			<hr/>		
177°	28,90		178°	57',25	
	$\pm 0,80$	mittlerer Fehler einer Beob.		$\pm 0,26$	
	$\pm 0,54$	wahrsch. " " "		$\pm 0,18$	

Nach den Formeln I und II ergeben sich aber unter der Voraussetzung

$$\frac{dD}{J} = \frac{dD}{L} = 0,01$$

als theoretische Einstellungsfehler

bei der Savart-Platte  
für  $e = 1^{\circ}$ ,  $dv = \pm 9''$

beim Halbschatten-Nikol  
für  $\varepsilon = 1^{\circ}$ ,  $d\alpha = \pm 4'',5$

während der bei unsern Beobachtungen für  $e = \varepsilon = 1^{\circ}$  dem Vorstehenden zufolge bei beiden Apparaten war:  $dv = d\alpha$  und zwar der mittlere Fehler einer Beobachtung  $\pm 15'',6$  <sup>1)</sup> und der wahrscheinliche Fehler  $= \pm 10'',8$ .

Die Beobachtung ergab also für das Polaristrobometer (Savart'sche Platte) nahezu den theoretischen Fehler, während er für den Halbschatten-Apparat mit 2-teiligem Gesichtsfeld doppelt so gross als dieser war. Dagegen würde auch mit diesem Apparat unter Anwendung des dreiteiligen Gesichtsfeldes der theoretische

<sup>1)</sup> Seite 317 des oben S. 72 sub 3 citierten Werkes giebt Herr Landolt als mittleren Fehler einer Einstellung beim Lippich'schen Apparat mit zweiseitigem Gesichtsfeld für einen Halbschattenwinkel von  $1^{\circ}$  fast denselben Wert, nämlich  $\pm 15''$  an.

Fehler erreicht worden sein, da, wie Herr Lippich angiebt, das Instrument mit dreiteiligem Gesichtsfeld eine doppelt so grosse Genauigkeit wie dasjenige mit zweiteiligem darbieten soll.

Andererseits zeigen vorstehende Beobachtungen, dass in der That durch Verkleinerung des Schattenwinkels  $\epsilon$  die Genauigkeit des Polaristrobometers mit der Savart'schen Platte bedeutend erhöht worden ist. Da indessen halbe Minuten an den Vernieren nicht direkt abzulesen, sondern nur zu schätzen sind, so gestatten die obigen Messungen bloss ein approximatives Urtheil über die Leistungsfähigkeit des Apparates bei sehr hellem Licht.

In seiner beschriebenen Form ist nämlich das Instrument besonders für den praktischen Gebrauch als Saccharimeter bestimmt und wir haben daher seine Leistungsfähigkeit hauptsächlich in der Bestimmung von Drehungen zu ermitteln. Da kann aber nur die Beobachtung im homogenen Licht der ihm beigegebenen Natrium-Gaslampe ein richtiges Urtheil gestatten.

Messung von Drehungen durch Zuckerlösungen im Natriumlicht. Die Zuckerlösungen verschiedener Konzentration wurden je in die 200 mm lange Röhre eingefüllt und rasch nacheinander die Drehungen sowohl bei Benutzung der Savart'schen Platte als des Halbschatten-Nikols gemessen, indem man jeweilen zuerst den Nullpunkt ohne Röhre ermittelte und dann nach eingelegerter Röhre wieder einstellte. Hierbei wurden stets beide Verniere abgelesen und nacheinander in beiden dunkeln Quadranten beobachtet. Der Kürze halber gebe ich im Folgenden nur die Mittel der 10 Ablesungen an beiden Vernieren, aber für jeden Quadranten gesondert und füge je den mittleren Fehler einer Beobachtung bei.

#### Unfiltrirtes Natrium-Licht.

Halbschatten-Nikel	$\epsilon = e = 5^\circ$	Savart'sche Platte
176° 35',9 ± 1',2	1. Quadrant	179° 32',9 ± 0',4
14 11,3 ± 1,0		17 0,9 ± 1,0
17 35,4		17 28,0
176 36,7 ± 1,0	2. Quadrant	179 32,5 ± 0,8
14 11,1 ± 0,8		17 0,1 ± 1,8
17 34,4		17 27,6
17° 34',90 ± 0',90	Mittel	17° 27',80 ± 0',90

Halbschatten-Nikol	$\epsilon = e = 3,5^\circ$	Savart'sche Platte
177° 32',5 ± 1',0	1. Quadrant	179° 29',8 ± 0',8
22 12,5 ± 3,0		24 5,3 ± 2,0
24 40,0		24 35,5
177 32,2 ± 1,3	2. Quadrant	179 30,1 ± 0,8
22 9,3 ± 3,0		24 5,1 ± 2,0
24 37,1		24 35,0
24° 38',55 ± 3',00	Mittel	24° 35',25 ± 2',00
$\epsilon = e = 5^\circ$		
176 32,9 ± 1,2	1. Quadrant	179 31,1 ± 0,8
21 16,5 ± 0,8		24 9,9 ± 0,8
24 43,6		24 38,8
176 35,8 ± 0,9	2. Quadrant	179 30,9 ± 0,7
21 15,9 ± 1,6		24 5,9 ± 0,8
24 40,1		24 35,0
24° 41',85 ± 1',20	Mittel	24 36',90 ± 0',80
$\epsilon = e = 5^\circ$		
176 37,3 ± 0,6	1. Quadrant	179° 32',9 ± 0',4
32 42,9 ± 1,2		35 35,3 ± 0,6
36 5,6		36 2,4
176° 38',4 ± 0',8	2. Quadrant	179° 32',2 ± 0',6
32 41,3 ± 1,0		35 31,3 ± 0,8
36 2,9		35 59,1
36° 4',25 ± 1,10	Mittel	36° 0',75 ± 0',70

### Natrium-Licht

durch ein gelbes und ein grünes Glas filtriert:

Halbschatten-Nikol	$\epsilon = e = 5^\circ$	Savart'sche Platte
176° 36',5 ± 1',8	1. Quadrant	179° 30',5 ± 0',6
32 36,9 ± 1,6		35 30,3 ± 1,0
36 0,4		35 59,8
176 39,3 ± 1,8	2. Quadrant	179 32,8 ± 1,1
32 36,5 ± 2,4		35 27,7 ± 1,1
35 57,2		35 54,9
35° 58',80 ± 2',00	Mittel	35° 57',35 ± 1',05

Halbschatten-Nikol	$\epsilon = e = 7^\circ$	Savart'sche Platte
175 39,7 $\pm$ 0,9	1. Quadrant	179 33,7 $\pm$ 1,0
31 40,1 $\pm$ 1,9		35 32,7 $\pm$ 0,7
36 0,4		35 59,0
175 39,9 $\pm$ 1,2	2. Quadrant	179 34,1 $\pm$ 0,7
31 36,8 $\pm$ 1,7		35 30,1 $\pm$ 0,8
35 56,9		35 56,0
35° 58',65 $\pm$ 1',30	Mittel	35° 57',50 $\pm$ 0',75 <sup>1)</sup>

Hieraus ist zunächst ersichtlich, dass durchwegs im zweiten Quadranten (die Bezifferung geht beim vorliegenden Instrument nur je von 0 bis 180, wobei die Ziffern der 2. Hälfte durch beigesetzte Punkte unterschieden sind) die Drehungen für beide Benutzungsweisen kleiner ausgefallen sind als im ersten, so dass erst das Mittel aus beiden den wahren Drehungswinkel giebt.

Vergleichen wir nun die Drehungswinkel für das Halbschatten-Nikol und die Savart'sche Platte, so sind die ersteren bei unfiltriertem Natrium-Licht um 3',7 bis 7',1 grösser als die letztern, welche Differenz bei den durch Absorption in einem gelben und einem grünen Glase homogener gemachten Natrium-Licht sich auf nahe 1' reduciert, und diese Grösse ist bereits von der Ordnung der Beobachtungsfehler.

Der Beobachtungsfehler — als welchen ich, wie man sieht, nur den durchwegs grössern bei der Einstellung mit zwischen geschalteter Zuckerlösung den Mitteln beigesetzt habe — ist durchschnittlich für den Halbschatten-Apparat  $\pm$  1',2 und für mein Polaristrobometer  $\pm$  0',8 d. h. also 1 1/2 Mal grösser beim Halbschatten-Nikol als bei der Savart'schen Platte, ja im filtrierten Licht bei stärkerer Drehung sogar nahe doppelt so gross. Nur wenn das Gesichtsfeld durch starke Verkleinerung des Schattenwinkels  $e$  resp.  $\epsilon$  oder durch Schwächung des Natriumlichts infolge der Absorption in zwischengeschalteten Filtern allzu dunkel wurde, stieg der Fehler beträchtlich über obige Werte.

Nach Landolt <sup>2)</sup> beträgt beim Halbschatten-Saccharimeter (verfertigt von Schmidt & Haensch in Berlin), also ebenfalls bei

<sup>1)</sup> Die Schwankungen in den Fehlergrössen unter scheinbar gleichen Umständen sind hauptsächlich Helligkeitsänderungen des Natrium-Lichts während der Beobachtung beizumessen.

<sup>2)</sup> S. 348 des oben S. 72 sub 3 citierten Werkes.

Benutzung von Natrium-Licht, für einen Halbschattenwinkel von 5 bis 8° der mittlere Fehler einer Einstellung bei zweiteiligem Gesichtsfeld  $\pm 0^{\circ},06$  Ventzke und bei dreiteiligem Gesichtsfeld  $\pm 0^{\circ},03$  Ventzke. Da aber  $100^{\circ}$  Ventzke = 34,68 Kreisgrade für Natrium-Licht sind, so entsprechen diese Fehler

$$\begin{aligned} & \pm 1',25 \text{ bei zweiteiligem Gesichtsfeld,} \\ & \pm 0',62 \text{ bei dreiteiligem Gesichtsfeld.} \end{aligned}$$

Bei unserm Instrument als Halbschatten-Apparat mit zweiteiligem Gesichtsfeld ergab sich also fast genau derselbe Fehler einer Einstellung.

Für unfiltriertes Natrium-Licht der beigegebenen Gaslampe scheint 5° sowohl für mein Polaristrobometer als für den Halbschatten-Apparat die passende Grösse des Schattenwinkels zu sein. Darnach müsste also der letztere theoretisch eine doppelt so grosse Genauigkeit der Einstellung geben, während in Wirklichkeit nahezu das umgekehrte der Fall war. Wegen der grössern Schärfe der Interferenz-Fransen im homogenen Licht und der Seite 62 erörterten Wanderung eines auf das Fadenkreuz einzustellenden hellen Querstreifens über das Gesichtsfeld hin, ist also offenbar, wenigstens für mein Auge, das Einstellungsmoment bei der Savart'schen Platte empfindlicher als beim zweiteiligen Gesichtsfeld des Halbschatten-Apparats und würde beim dreiteiligen Gesichtsfeld des letztern wohl ungefähr gleich sein. Selbstverständlich kann beim vorstehenden Apparat für die Benutzung als Halbschatten-Instrument auch eine entsprechende Fassung mit dreiteiligem Gesichtsfeld eingesetzt werden, so dass es dann jedem Beobachter ermöglicht sein wird, dasjenige System zu wählen, das für sein Auge die grösste Empfindlichkeit und geringste Ermüdung gewährt.

Der Gebrauch des Instrumentes als Polaristrobometer in der bisherigen Weise d. h. mit der Savart'schen Platte scheint mir aber folgende nicht unwesentliche Vorteile gegenüber dem als Halbschatten-Apparat darzubieten. Zunächst ist es bei ersterem nicht nötig, das Okular zu verstellen, wenn man nach Ermittlung des Nullpunktes ohne Röhre oder bei leerer Röhre die letztere gefüllt einlegt; sodann verlaufen, da das Fernrohr auf Unendlichkeit eingestellt ist, die die aktive Flüssigkeit durchlaufenden Strahlen, welche das Interferenzbild geben, wirklich parallel, wes-

halb auch ohne Verminderung der Helligkeit des Gesichtsfeldes ein sehr beschränkter Teil der Lichtflamme im Fokus der vordern Linse zur Beleuchtung genügt. Endlich hat eine Veränderung des Schattenwinkels, resp. der Lage des vordern Polarisators keinerlei Einfluss auf die Einstellung des Analysators, während dieselbe beim Halbschatten-Apparat jeweilen eine andere wird.

Schliesslich kann ich nicht unerwähnt lassen, dass das Instrument in seiner jetzigen Gestalt eine ausserordentliche Handlichkeit und Bequemlichkeit beim Beobachten darbietet, und dass sich insbesondere auch die Vereinigung der Lampe mit dem Instrumenten-Körper sehr bewährt hat.

Zürich, 5. April 1898.



