

Ein Polarisationsapparat zur Bestimmung der optischen und magnetischen Rotationsdispersion im Ultraviolett

Autor(en): **Hagenbach, Aug.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Helvetica Physica Acta**

Band (Jahr): **3 (1930)**

Heft III-IV

PDF erstellt am: **13.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-109801>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Polarisationsapparat zur Bestimmung der optischen und magnetischen Rotationsdispersion im Ultraviolett

von Aug. Hagenbach.

(2. V. 30.)

Inhalt. Es wird ein Polarisationsapparat beschrieben, mit dem auf photographische Weise optische und magnetische Rotationsdispersionen bestimmt werden können. Als Polarisator dient ein Foucault, als Analysator ein Kalkspatprisma, das zugleich zusammen mit einem Quarzprisma die Dispersion hervorruft. Man bestimmt die Auslöschstellen. Die Methode wird an Beispielen besprochen.

Die optische und magnetische Rotationsdispersion im Ultraviolett ist bis jetzt nur wenig untersucht worden, hauptsächlich aus Mangel an geeigneten Apparaturen und Methoden. In dem kürzlich erschienenen Buche „Traité de Polarimétrie“ von G. BRUHAT¹⁾ findet man die verschiedenen bis jetzt angewandten Methoden beschrieben.

Die beste dürfte wohl die von COTTON und DESCAMPS²⁾ angegebene sein, die von Letzterem ausgeführt und beschrieben ist.

Ich habe nun einen Apparat gleicher Art konstruiert. Da aber einige Änderungen vorgenommen wurden, dürfte eine Beschreibung hier am Platze sein. Die wesentliche Erweiterung besteht darin, dass nicht nur die optische, sondern auch die magnetische Rotationsdispersion verfolgt werden kann. Zur Erzeugung des magnetischen Feldes kann sowohl eine eisenfreie Spule, als auch ein Elektromagnet je nach Wunsch in die Apparatur eingesetzt werden.

Die *Übersicht über den Apparat* gewinnt man am besten in der Abb. 1. Die Buchstaben und Zahlen im Text beziehen sich jeweils auf die in den Abb. 1—5 vermerkten. Die Abb. 1a ist eine photographische Aufnahme der ganzen Apparatur mit eingeschobenem Elektromagneten. Als Träger aller Apparatenteile, auch der grossen Spule mit Ausnahme des Elektromagneten,

¹⁾ G. BRUHAT, Traité de Polarimétrie, Editions de la Revue d'Optique 1930.

²⁾ A. COTTON et DESCAMPS, C. r. **182**, 22, 1916 und DESCAMPS, Rev. d'Opt. **5**, 481, 1926.

dient das Gestell einer alten Drehbank mit zwei Schienen von 150 cm Länge.

Mit einem Linsensystem L (Quarz-Flusspat von 3,4 cm Durchmesser und 34 cm Brennweite) wird die Lichtquelle, eine Quarz-Quecksilberlampe mit Längsdurchsicht, auf die Spalteinrichtung projiziert. Diese besteht aus zwei zu einander senkrecht stehenden Spalten und steht im Brennpunkt des Objektivs O_1 (Brennweite 34 cm). Spalt und Linse bilden den Kollimator. Er ist in zwei Kugellagern um die optische Achse drehbar montiert. Dahinter reiht sich der Polarisator nach HOFFMANN von 5,2 cm Öffnung (N), der aber nicht mit dem Kollimator mecha-

Ultraviolett-Polarisationsapparat

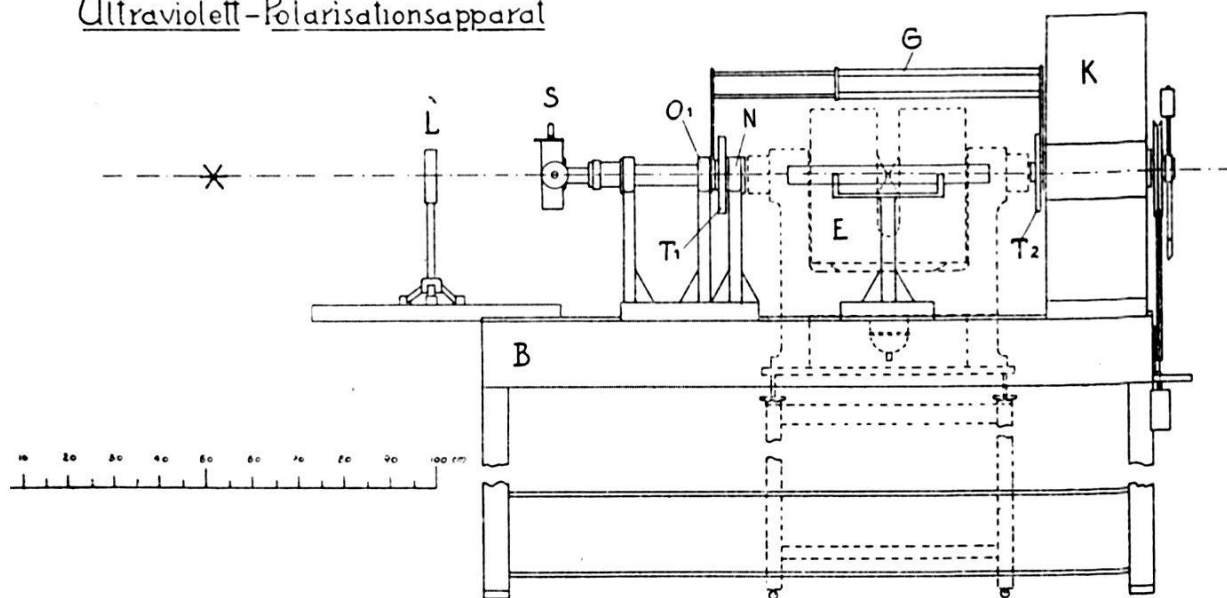


Abb. 1.

nisch verbunden ist, ausser durch die Grundplatte. Er ist durch eine Schraube drehbar und kann in jede beliebige Position gebracht werden, die mit einem Teilkreis bis auf $\frac{1}{20}$ Grad ablesbar ist. Die Grundplatte, welche Kollimator und Polarisator trägt, sitzt auf den Leitschienen auf und kann an geeigneter Stelle festgeklemmt werden.

Auf einer zweiten Grundplatte ist der Träger für die zu untersuchende Substanz, z. B. eine Röhre, angebracht. Diese Einrichtung wird verwendet, wenn nur optische Aktivität gemessen werden soll.

Bei magnetischer Drehung wird an deren Stelle eine eisenfreie Magnetspule auf ein Gestell aufgesetzt. Die Spule kann auf diesem aus der Achse herausgerollt werden, damit man die Untersuchungsröhre ohne Schwierigkeit einsetzen und herausnehmen kann. Die Länge der Spule beträgt 43 cm, die Öffnung

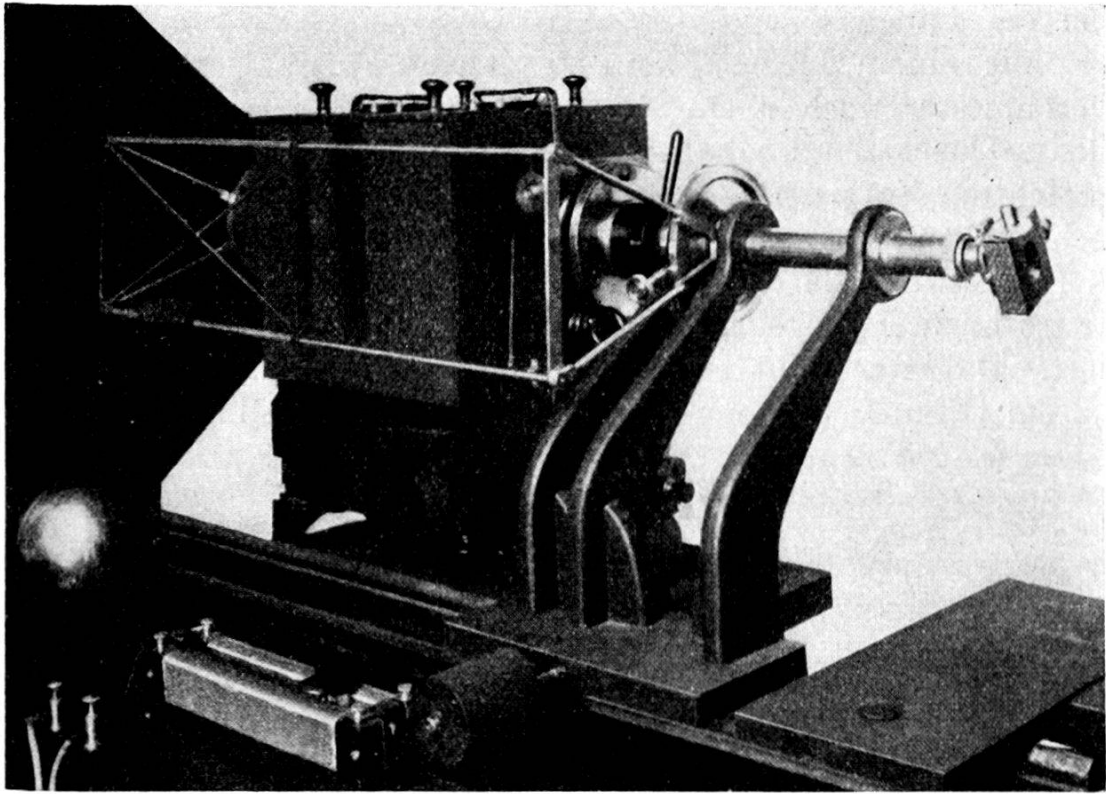


Abb. 1a.

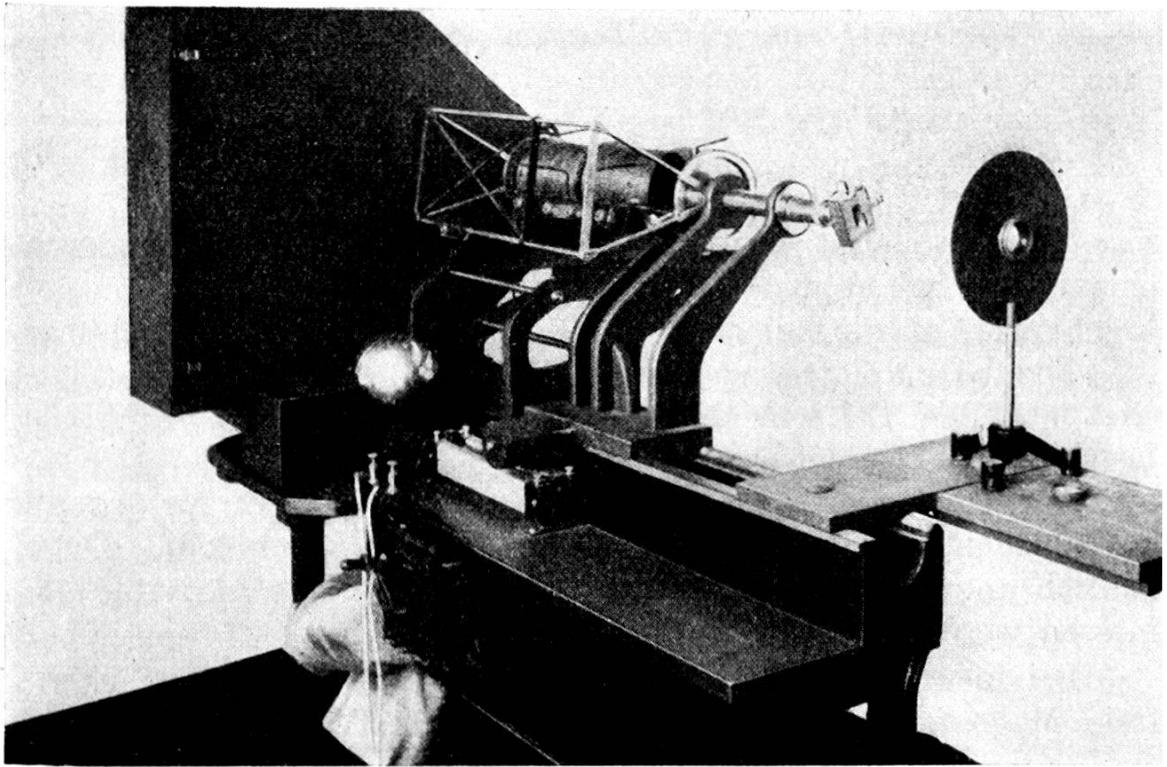


Abb. 1b.

ist 3,1 cm und ist auf die ganze Länge mit einer Wasserkühlung umspült. (Vergl. Abb. 1b.)

Hat das parallele Licht den Untersuchungskörper passiert, so fällt es durch eine runde kanalförmige, innen geschwärzte Öffnung von 28 mm Durchmesser in die Kamera *K*, durchläuft zuerst ein Kalkspatprisma von 60° , dessen optische Achse parallel der brechenden Kante ist, dann ein Quarzprisma von $47\frac{1}{2}^\circ$, das ebenso geschnitten ist. Dabei fällt nur der ordinäre Strahl aus dem Kalkspat auf das Quarzprisma, während der extraordinäre

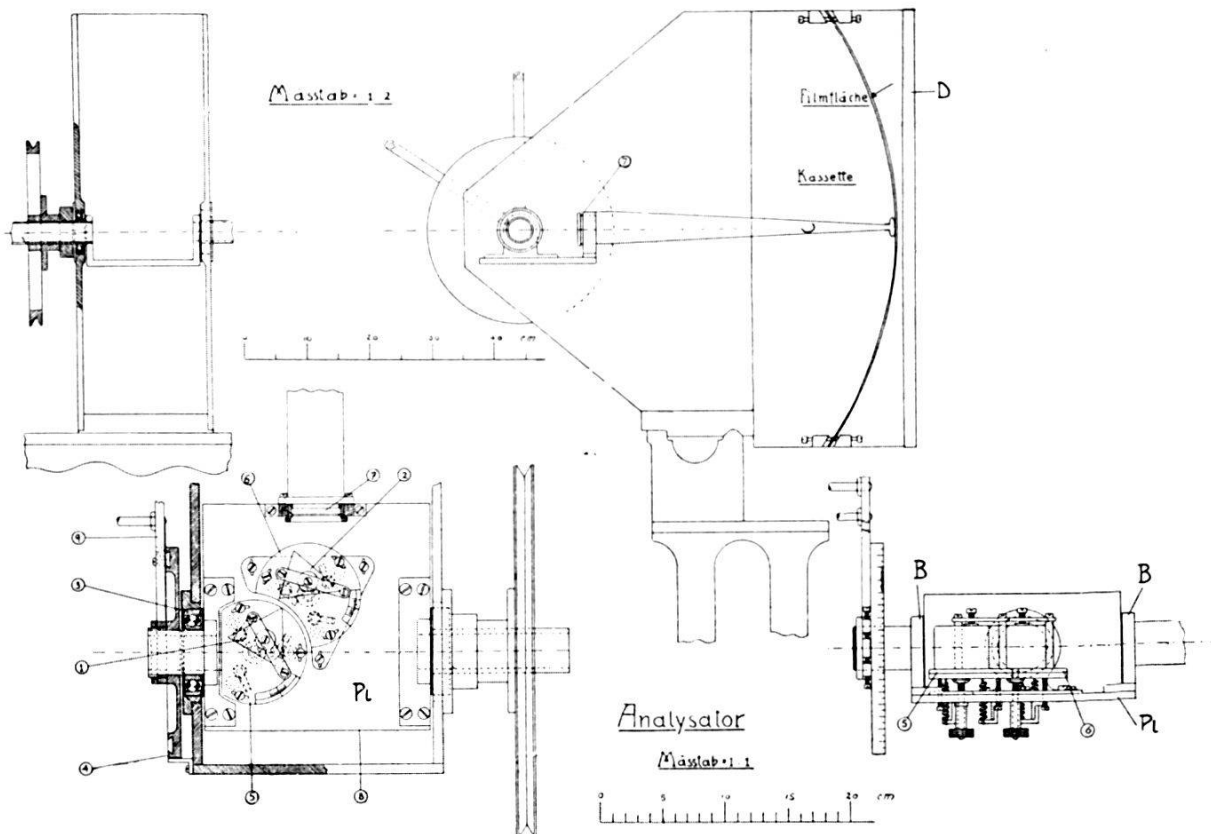


Abb. 2.

auf der geschwärzten Wand der Kamera absorbiert wird. Das Spektrum wird mit einem Flusspat-Quarzachromaten in 50 cm Entfernung auf einem Film entworfen. Das Minimum der Ablenkung für beide Prismen ist etwa für die Wellenlänge 3000 A. E. eingestellt. Diese Wellenlänge liegt in der Mitte des Spektrums von 14 cm Länge und hat eine Ablenkung von 90° . Das abgebildete Spektrum reicht von 5800 bis 2500 und ist überall von guter Schärfe.

Der Tisch, der die Prismen und die Linse 7 (Abb. 2) trägt, ist in zwei Kugellagern drehbar befestigt. Während der Aufnahme schwenkt man den Tisch mit Prismen und Objektiv um die Richtung des einfallenden Lichtes als Achse, so dass sich das Spektrum längs den Spektrallinien auf und ab bewegt.

An Stelle der Spule kann auch ein Boasscher Elektromagnet (bis 20,000 Gauss) eingeschoben werden. Die Abmessungen und das erhebliche Gewicht desselben forderten eine seitliche Verlegung der optischen Achse der ganzen Apparatur. Man erkennt in Abb. 3 (Montage des Kollimators mit Spalt von vorn gesehen) und in 4a, dass die Träger alle abgekröpft wurden; man erreichte dadurch eine Ausladung, welche die Achse um 25 cm verschob oder um 17 cm gegen die Laufschiene. Der Elektromagnet steht

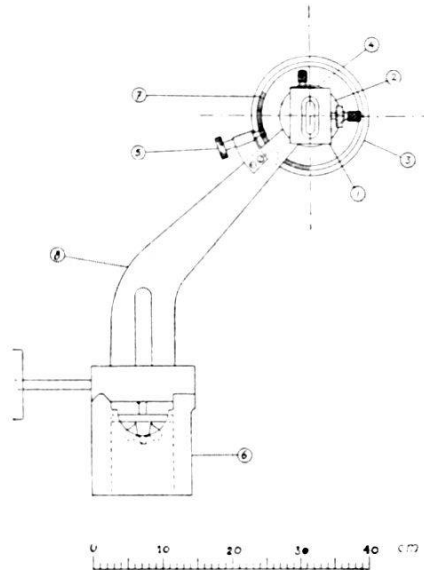


Abb. 3.

auf einem fahrbaren Wagen und kann somit leicht an die richtige Stelle hineingefahren werden (vgl. 1a). Die Höhe wird mit vier Stellschrauben geregelt.

Es ist notwendig, die Stellung der Prismen (Analysator) bei der Schwenkung in geeigneten Momenten abzulesen. Ein Teilkreis T_2 , der vor der Kamera auf der Rotationsachse sitzt und somit die Schwenkung mitmacht, gestattet die Ablesung auf $1/20^\circ$.

Die Prismen, die ja zugleich den Analysator bilden, lassen das linear polarisierte, einfallende Licht an den Stellen der Schwenkung nicht durch, wenn Polarisator und Analysator aufeinander senkrecht stehen. Dort erlischt die Spektrallinie (Nullstellung). Ohne eingelegte Substanz sind die Nullstellen für alle Wellenlängen im gleichen Moment erreicht. Der Film zeigt dann für alle Linien das Auslöschen an gleicher Stelle. Mit einer drehenden Substanz tritt für jede λ die Nullstelle an anderm Ort auf. Durch Vergleich der Nullstellen ohne und mit Versuchskörper kann man die Drehungswinkel messen. Eine einzige Aufnahme gibt für alle λ der Lichtquelle die gesuchte Drehung.

Nach der Darstellung des Prinzipes des Apparates lassen wir einige speziellere Bemerkungen folgen, die für das Verständnis und die Beurteilung notwendig sein dürften.

Die *Schwenkvorrichtung* ist auf Abb. 4 und 4a ersichtlich. Über ein Rad von 20 cm Durchmesser, das auf der Achse des drehbaren Prismentisches aufgesetzt ist, läuft ein Lederriemen, der am einen Ende durch ein Gewicht gespannt und am andern Ende an einer Hebelstange *H* festgemacht ist. Durch eine herzförmige Platte, an der das untere Ende des Hebels aufliegt, wird

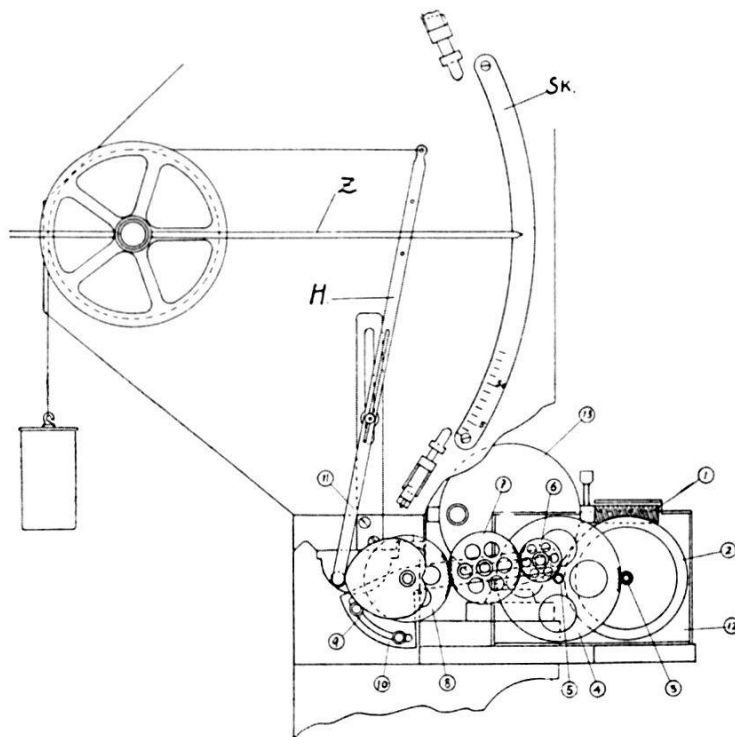


Abb. 4.

während einer Rotation des Herzens die Stange hin und her bewegt. Die Gestalt des Herzens ist so gewählt, dass die Bewegung des Prismentisches mit konstanter Geschwindigkeit vor sich geht, so dass die photographische Exposition an jeder Stelle des Filmes gleich gross ist. Ein kleiner Gleichstrommotor bringt die herzförmige Platte über ein Schneckenrad und vier Zahnradübertragungen in 2—20 Minuten je nach Wunsch zu einmaliger Umdrehung. Die Reduktion der Umdrehungen vom Motor bis Herz beträgt 16 000 zu 1.

Gleichzeitig mit dem Prismentisch dreht sich auch der Kollimator, damit der Spalt bei beliebiger Länge stets den Prismenkanten parallel bleibt. Ein Gestänge mit Ausladung *G* auf Abb. 1, das um den Elektromagneten herumreicht, schafft die Verbindung der beiden schwenkenden Teile. Es hat einen Auszug, da die

Distanz von Kollimator bis Kamera je nach Zusammenstellung der Apparatur verändert werden muss. Normalerweise beträgt die Entfernung Spalt bis Drehvorrichtung 125 cm.

Damit man während der Exposition die Richtung des austretenden Strahles verfolgen kann, ferner zur Einstellung der Ausgangsstellung, die je nach dem gewählten Schwenkungswinkel variiert, ist auf der Rotationsachse ein Zeiger *Z* angebracht, der

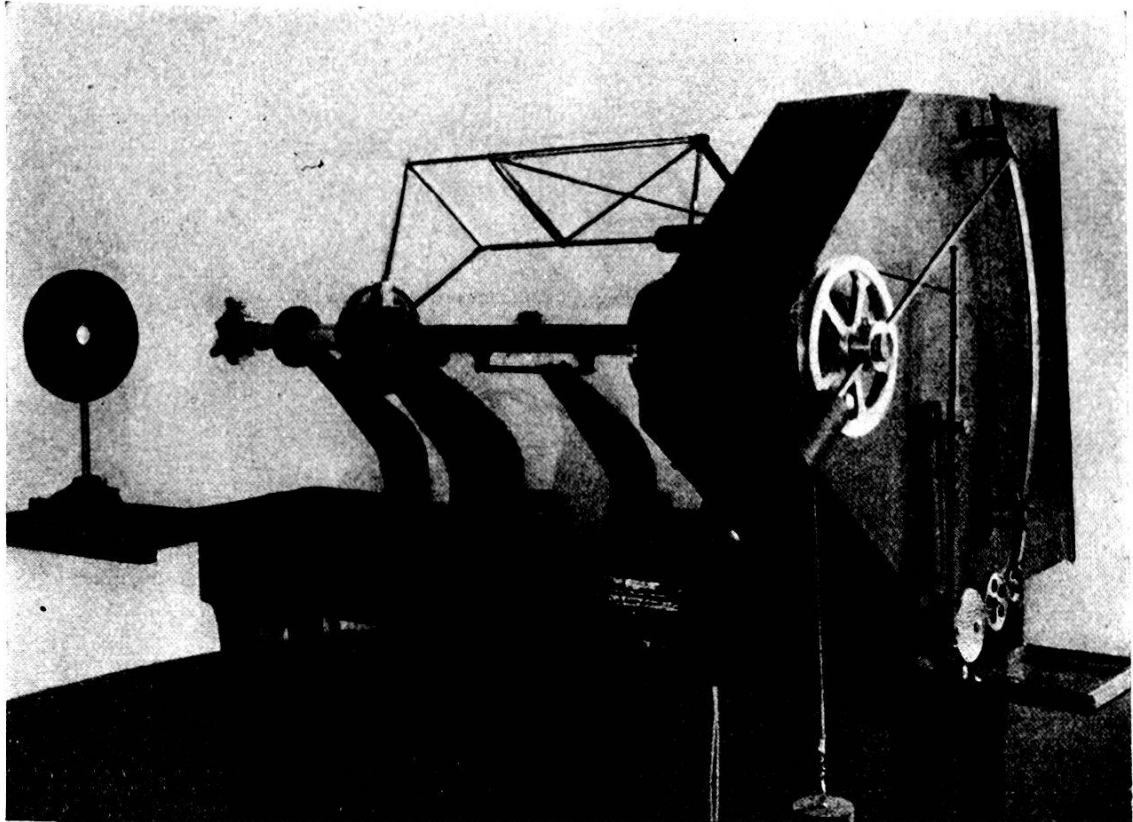


Abb. 4a.

die Bewegung auf einer Gradskala anzeigt. Damit kann auch die Geschwindigkeit gemessen und der Gang kontrolliert werden.

Der Schwenkungswinkel lässt sich einstellen zwischen 10 und 60°. Die Änderung wird teils durch Versetzung der Hebelachse *H* bewerkstelligt, teils durch Verkürzung des oberen Hebelarms, indem das Schnurende in tieferliegende Löcher des Hebels statt am Ende eingehängt wird.

Die *Kamera* (vgl. Abb. 2) ist ein Kasten aus Aluminiumblech innen matt geschwärzt. Die Breite beträgt innen 20 cm, die Höhe 28 und die Tiefe 85. Die Form ist keilförmig, entsprechend einer maximalen Schwenkung von 60°. Die Filmlänge ist 60 cm bei voller Ausnützung. Der Filmträger besteht aus zwei seitlich angebrachten Stahlbändern je 2 cm breit, deren Krümmung

57 cm durch die Brennweite des Objektivs plus Entfernung desselben von der Rotationsachse bestimmt ist. Zur Justierung der Filmträger sind in der Mitte und an den beiden Enden Stell-schrauben angebracht. Um Schleier der Photos durch diffuses Licht oder Reflexe zu vermeiden, kann ein mundstückartiger Tubus vor dem Objektiv befestigt werden. Bis jetzt hat sich die Einrichtung nicht als notwendig erwiesen, wird aber bei langen Expositionen (absorbierende Medien) von Vorteil sein.

Die hintere Wand der Kamera ist als Deckel aufklappbar

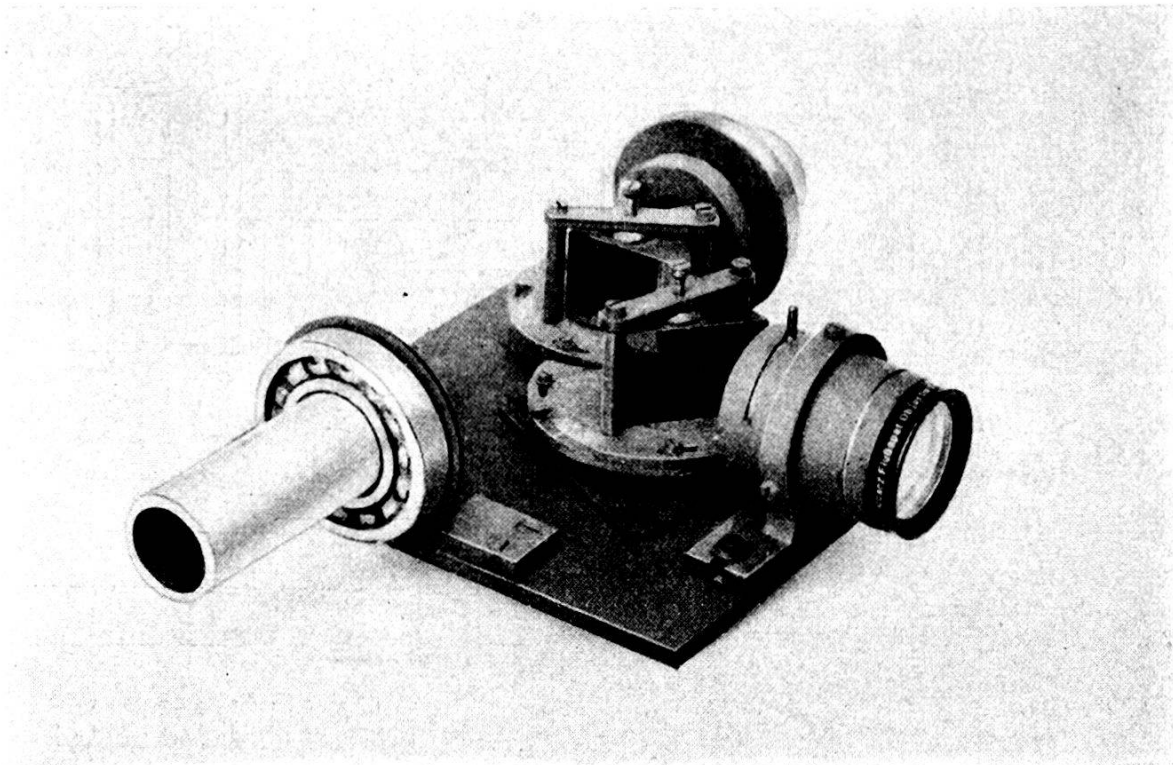


Abb. 2a.

zum Einlegen der Filme. Diese werden in geeigneter Länge in einfache Kartonrahmen eingezogen und auf die Filmträger aufgelegt. Je eine Klappe oben und unten pressen sie auf die richtige Krümmung. Passende Rahmen gestatten Filme von verschiedener Breite auf der linken oder rechten Seite, in der Mitte oder über das ganze Spektrum einzulegen (18 cm breit). Das Einsetzen geschieht im verdunkelten Zimmer bei rotem Licht.

Die *Prismenanordnung* ersieht man aus Abb. 2 und 2a. Das Kalkspatprisma ist in einem Halter 6 befestigt, der mit seiner Grundplatte auf einer zweiten Platte drehbar aufliegt. Diese wiederum steht auf drei Justierschrauben auf, die durch den eigentlichen Prisentisch (dicke Aluminiumplatte) durchgehen, und

wird mit einer Gegenschraube festgezogen, wenn die richtige Stellung gefunden ist.

Das Quarzprisma ist ebenso montiert, nur ist noch eine Zwischenplatte eingeschaltet, die auch eine seitliche Verschiebung gestattet.

Zwei Bügel *B* mit runder Öffnung sind auf der Aluminiumplatte aufgeschraubt und dienen zur Befestigung des Tisches in den Kugellagern. Auch das Objektiv ist auf dem Prismentisch seitlich und in Richtung der optischen Achse verschiebbar be-

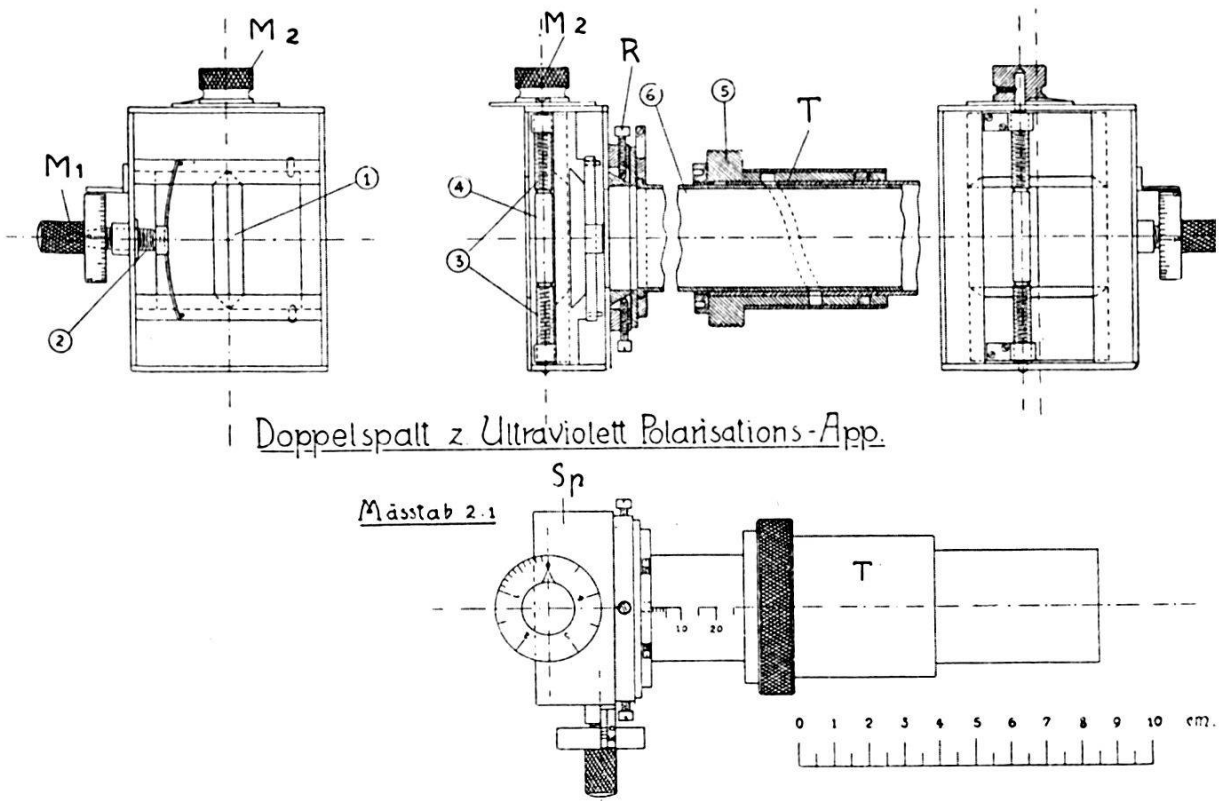


Abb. 5.

festigt. Es ist ein Quarz-Flusspatachromat von 50 cm Brennweite und 4,0 cm Durchmesser. Prismen und Achromat sind von der Firma Zeiss geliefert.

Das aus schlierenfreiem Kalkspat geschnittene Prisma ist 3,5 cm hoch, hat eine Seitenfläche von 5 cm und einen Winkel von 60° . Die entsprechenden Werte für das Quarzprisma sind 3,5 cm hoch, 5 cm breit und $47^\circ 24'$. Die Beleuchtungs- und die Kollimatorsysteme sind ältere Quarz-Flusspatachromate, seinerzeit unter der Leitung von CORNU in Paris hergestellt.

Die *Spalteinrichtung* (Abb. 5) besteht aus einem monolateralen vertikalen Spalt aus Nickelstahl. Die Backen sind nach innen zu mit 60° geschliffen. Mit einer Mikrometerschraube M_1 kann die

Weite auf 0,01 mm eingestellt und abgelesen werden. Unmittelbar davor liegt senkrecht zum ersten ein bilateraler (horizontaler) Spalt gleicher Konstruktion, ebenfalls mikrometrisch M_2 einstellbar. Der Schnittpunkt beider Spalten muss genau in die optische Achse des Kollimators gelegt werden, deshalb ist die ganze Spalteinrichtung in einen Rahmen R , der in zwei zueinander senkrechten Richtungen verschoben werden kann, eingesetzt. Dieser Rahmen wiederum ist im Tubus T verstellbar zur Fokussierung eingeschoben.

Der vertikale Spalt kann bis 2 cm, der horizontale bis 3 mm lang gemacht werden. Der Vertikalspalt ist stets parallel den Prismenkanten. Die Ganghöhe beider Spaltschrauben beträgt 0,5 mm.

Die *Justierung* des Apparates soll hier nicht im einzelnen besprochen werden, einige Bemerkungen werden genügen. Um den Kreuzungspunkt der beiden Spalten in die optische Achse des Kollimators zu bringen, ging man so vor. Man entwarf mit dem Kollimatorobjektiv ein sehr entferntes Bild einer kleinen quadratischen Öffnung (Schnittpunkt der Spalten) und sorgte dafür, dass bei der Drehung des Kollimators die Mitte der festen Kante im Bilde während der Drehung stehen blieb. Dies musste vor Einsetzen der Prismen geschehen, weil man dazu das Licht durch die hohle Achse der hinteren Wand der Kamera austreten lassen musste. Die Prismen wurden einzeln regliert. Sorgfältig wurde die Lage der Prismen so gewählt, dass ein Maximum von Licht durchgeht und die Kanten einander und dem Vertikalspalt parallel sind. Sämtliche Spektrallinien werden auf dem Film scharf abgebildet und bleiben auch bei der Schwenkung auf der ganzen Länge scharf, was nur bei gutem Parallelismus von Spalt und Prismen, sowie bei richtiger Lage und Krümmung des Filmtägers möglich ist. Zwischen beiden Objektiven ist das Lichtbündel parallel.

Die *Aufnahmen* werden folgendermassen ausgeführt: Man stellt zuerst den Schwenkungswinkel ein und legt den Film an die Stelle, an der die Nullstellen zu erwarten sind. Dies wird gewöhnlich okular mit einem Fluoreszenzschirm bei weitem Spalt voraus ermittelt. Durch Drehung des Polarisators können immer wenigstens für einen Teil des Spektrums die Nullstellen auf den Film gebracht werden. Quecksilberlampe und Beleuchtungsobjektiv werden so gestellt, dass das Kollimatorobjektiv voll beleuchtet ist. Eine Spaltweite von 0,1 und eine Spaltlänge von 1 mm geben im allgemeinen gute Resultate, doch muss dies den speziellen Fällen angepasst werden.

Alsdann kann man den Motor und die Beleuchtung in Gang setzen. Zu beliebiger Zeit hält man den Motor an und blendet ab. Nun stellt man einen feinen Horizontalspalt her so lang wie möglich und belichtet einige Sekunden und liest dabei die Stellung am Teilkreis T_2 , der ja die Bewegung mitgemacht hat, ab. Jede Spektrallinie erhält an dieser Stelle auf dem Film einen horizontalen Strich. Man stellt nun den früheren Zustand des Spaltes wieder her und lässt die Schwenkung und Belichtung weitergehen. Nach geeigneter Drehung (circa 10^0) wiederholt man dies Verfahren und hat nun die Möglichkeit, durch Ausmessen der Distanz der beiden Horizontalstriche den Winkelmasstab der Aufnahme zu ermitteln.

Hat man noch eine Aufnahme ohne Substanz gemacht, so kann man aus den Distanzen eines Horizontalstriches von den Nullstellen die Drehungswinkel für jede Wellenlänge im Winkelmasstab angeben.

Die Expositionszeiten bei voller Ausnützung der Öffnung der Linsen und Prismen beträgt bei engem Spalt und voller Schwenkung um 60^0 etwa $\frac{3}{4}$ Stunden. Bei schmalem Lichtbündel natürlich entsprechend mehr, bei kleinerem Schwenkungswinkel entsprechend weniger.

Die *Auswertung der Photogramme* geht folgendermassen vor sich: Wie erwähnt, wird der Masstab durch Messung der Distanz der Horizontalstriche ermittelt. Es entsprechen $1 \text{ cm} = 0,088723^0$. Man kann ihn leicht auf ein Zehntausendstel messen unter Anwendung eines Messmikroskopes oder Kathotometers. Schwieriger ist die Messung der Nullstellen. Je nach Intensität der Spektrallinie, Exposition und Spaltlänge ist die Nullstelle verschieden breit. Zur Beurteilung benützt man den symmetrischen Verlauf der Schwärzung zu beiden Seiten des wahren Nullwertes. Durch Anlegen eines kleinen Masstabes an die Spektrallinie sucht man durch Schätzung Orte gleicher Schwärzung links und rechts der Nullstelle und nimmt den Mittelwert dieser beiden Orte. Geeignet zu dieser Messung ist eine von der Firma E. Leitz gelieferte Messlupe (zehnfach), die einen 5 cm langen Masstab unter einer verschiebbaren Lupe trägt.

Um den Fehler dieser Bestimmungsmethode zu eruieren, habe ich eine Aufnahme ohne Substanz, bei der also alle Nullstellen am gleichen Ort liegen, aber wegen der verschiedenen Intensität der Linien ungleich breit sind, ausgemessen und die Einstellungsgenauigkeit überall unter 1 mm also rund $\frac{1}{10}^0$ gefunden.

Liegt der Horizontalstrich zu weit ab, so kann man durch

Anbringen eines feinen Striches in geeigneter Nähe die Distanz überbrücken.

Es ist vorgesehen, den Intensitätsverlauf mit dem Mikrophotometer VON MOLL zu messen, wobei eine zehnfache Genauigkeit erwartet wird. Ein punktförmiges Thermoelement mit entsprechend empfindlichem Galvanometer ist bestellt, aber noch nicht geliefert. Darüber ist später zu berichten.

Zum Schlusse ist es mir noch ein Bedürfnis, der Freiwilligen Akademischen Gesellschaft zu Basel, die mir einen namhaften Beitrag zur Erwerbung der Optik des Apparates zur Verfügung gestellt hat, aufrichtig zu danken.
