

III.

Eine

neue Montirung des Milchglasplattenphotometers

von

Prof. Dr. Leonhard Weber in Kiel.

Im Jahre 1887 habe ich in Wiedemann's Annalen Bd. 31. S. 676 die optischen Vorgänge in dem bekannten Bunsen'schen Fettfleck-photometer einer genaueren Analyse unterworfen. Das Resultat dieser Untersuchung war bezüglich der Empfindlichkeit der Einstellung das folgende. Je weisser d. h. je besser reflectirend der nicht gefettete Teil des Bunsen'schen Photometerschirmes ist und je transparenter der Fettfleck ist bei gleichzeitig möglichst geringem Reflexionsvermögen seiner Oberfläche, um so genauer wird die Einstellung, um so geringer also der procentische Fehler, den man bei Vergleichung zweier Lichtquellen macht. Der empfindlichste Schirm würde hiernach ein solcher sein, dessen nicht gefetteter Teil das gesammte auffallende Licht reflectirt oder mit andern Worten, dessen Albedo gleich Eins oder gleich 100 % ist, und dessen gefetteter Teil alles auffallende Licht hindurchgehen lässt. Diese Bedingungen schienen sich nun technisch durchaus nicht realisiren zu lassen. Denn auch der weisseste Carton hat kaum über 95 % Albedo und einen Fettfleck herzustellen, der alles Licht hindurchlässt, nichts an seiner Vorderfläche reflectirt, und das durchgegangene ausserdem so diffus macht, dass man den Fleck als solchen überhaupt erkennt, schien vollends unmöglich. In der That wichen die besten Präparate der gebräuchlichen Schirmarten soweit von diesen günstigsten Verhältnissen der Reflexion und Transparenz ab, dass etwa nur $\frac{1}{3}$ der theoretisch möglichen Empfindlichkeit erreicht wurde. Diese Quelle der Unempfindlichkeit war bei allen denjenigen photometrischen Methoden, bei denen die beiden auf ihre gleiche Helligkeit einzustellenden Flächen von nur je einer der beiden Lichtquellen ihr Licht erhielten, nicht vorhanden. Trotzdem behauptete sich in der Praxis das Bunsen'sche Photometer hauptsächlich wol aus dem Grunde,

weil die scharfe schattenlose Grenze zwischen dem Fleck und seiner Umgebung in der That zu dem Anblick einer völlig homogenen Fläche führte und daher aus diesem Grunde die bei anderen Photometern durch schattige Grenzlinien sehr gestörte Abschätzung gleicher Helligkeit wiederum erleichterte. Sobald es daher einer vervollkommenen Technik gelang, diese störenden Grenzschaten bei andern Photometern wegzuschaffen, wie das z. B. bei dem Milchglasplattenphotometer meiner Konstruktion sehr vollständig erreicht wurde, musste man das Bunsen-Photometer verlassen und es musste damit auch die übliche Einrichtung der Photometerbank aufgegeben werden, an deren beiden Enden die zu vergleichenden Lichtquellen aufgestellt wurden, während der Schirm in der Mitte der Bank bis zu der richtigen Einstellung verschoben wurde. Da gelang es nun im Winter 1888/89 den Herren Dr. Lummer und Dr. Brodhun eine optische Vorrichtung zu ersinnen, welche an die Stelle des Bunsen'schen Schirmes treten konnte und dem Auge den gleichen Anblick eines kreisförmigen Fleckes auf heller event. dunkler Fläche bot, und welche durch Verschiebung auf der optischen Bank gleichfalls an eine Stelle kam, wo Fleck und Umgebung in eine einzige gleichmässig helle Fläche zerflossen. Diese Vorrichtung erfüllte die oben genannte Bedingung für möglichst grosse Empfindlichkeit in der That in vollkommener Weise, denn das Licht, welches den Fleck bildet, kommt nur von der einen Lichtquelle und das Licht der Umgebung des Fleckes nur von der andern. Es besteht diese Vorrichtung im Wesentlichen aus zwei rechtwinkligen Reflexionsprismen, von denen das eine eine convex gewölbte Hypotenusenfläche besitzt, deren Centrum zu einer kleinen kreisförmigen Ebene abgeschliffen ist. Mit dieser kleinen Fläche werden beide Prismen derart fest zusammengedrückt, dass sie im Ganzen ein Parallelepiped bilden und dass an der kleinen Kontaktfläche alle Luft zwischen den Prismen fortgequetscht ist. In den Figuren 3 und 4 sieht man ein solches Prisma bei *P*. Es ist leicht zu erkennen, dass das Licht, welches in der Zeichnung von oben nach unten auf das Prismensystem *P* fällt, ungehindert und ungeschwächt durch den zentralen Fleck hindurchgehen wird, während das von rechts kommende Licht an dem peripheren Teile der Hypotenusenfläche des nicht convexen Prismas total reflectirt wird.

Diese schöne Erfindung hat nun auch den Anstoss zu einer neuen Montirung des Milchglasplattenphotometers gegeben, über welche im Folgenden berichtet werden soll.

Es war die bisherige Konstruktion dieses von den Herren F. Schmidt & Haensch hergestellten Photometers zunächst für folgende Aufgaben berechnet und geeignet: 1) Messung der indizirten Helligkeit, d. h. derjenigen Lichtmenge, welche durch beliebig ge-

gebene Lichtquellen, also auch durch diffuse Beleuchtung, auf die Flächeneinheit einer gegebenen Ebene im Raum auffällt. 2) Messung der Intensität punktförmiger Lichtquellen (Kerzen, Gasflammen, Glühlampen u. s. w.), insbesondere Ausführbarkeit dieser Messungen ausserhalb der photometrischen Dunkelkammer an dem Aufstellungsorte der Lampen selbst, und Möglichkeit, die Lichtstrahlung einer Lampe nach verschiedenen Richtungen zu messen. 3) Messung von Flächenhelligkeiten (Helligkeit des Himmels, der Wolken u. s. w.) und hierdurch Möglichkeit einer Albedobestimmung gegebener Körper. 4) Bestimmung der auf Sehschärfe bezogenen Aequivalenz von Normkerzenlicht und dem Lichte anders gefärbter Lichtquellen.

Für diese Aufgaben, welche von andern Photometern zum Teil überhaupt nicht, zum Teil mit keinem wesentlich höheren Grade der Genauigkeit zu bewältigen waren, hat sich die bisherige Konstruktion als ausreichend bequem und empfindlich erwiesen. Nur die unter 3) genannte Aufgabe litt an einer gewissen Beschränkung. Wenn nämlich die zu messenden hellen Flächen nur eine kleine Ausdehnung hatten, d. h. nur unter kleinem, wenige Grade betragenden Gesichtswinkel sichtbar waren, so war die Messung auf solche Fälle beschränkt, in denen die absoluten Werte der Helligkeit eine gewisse Grenze nicht überschritten. Im Uebrigen lag für eine abgeänderte Montirung kein Grund vor, und ich habe z. B. auch die regelmässigen bis jetzt fortlaufenden Tageslicht- und Zenithhelligkeitsmessungen auf dem physikalischen Institut in Kiel vor einem Jahre mit einem Instrumente der ursprünglichen Konstruktion begonnen, obwohl schon damals die neue Montirung fertig gestellt war, welche durch die Eingangs genannte Erfindung des Lummer-Brodhun'schen Prismas veranlasst wurde.

In dieses ingeniose Prisma treten nun die zu vergleichenden Lichtstrahlen unter einem rechten Winkel zu einander ein, und es musste daher erst ein weiterer Mechanismus ersonnen werden, durch den es möglich ward, das Prisma der gebräuchlichen Photometerbank anzupassen, auf welcher ja die beiden zu vergleichenden Lichtstrahlen unter 180 Grad gegen einander laufen. Wie dies bewirkt wird, ist von den Herren Lummer und Brodhun in der Zeitschrift für Instrumentenkunde Febr. Heft 1889 beschrieben. Viel organischer und ohne jede weitere Hilfsvorrichtung fügte sich das genannte Prisma dem Milchglasplattenphotometer ein, wo es an die Stelle des Reflexionsprismas in der Mitte des drehbaren Tubus B



Fig. 1.

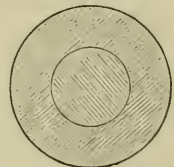


Fig. 2.

(P in Fig. 3 a. S. 191) zu treten hatte. Die Herren Fr. Schmidt & Haensch fertigten auch schon im Anfange des Jahres 1889 ein mit diesem Prisma montirtes Instrument an. Die Handhabung des Instrumentes wird hierdurch mit Ausnahme einer die obige Aufgabe 4) betreffenden Messung nicht geändert. Man hat an Stelle des früheren Gesichtsfeldes von der Form der Fig. 1 jetzt ein solches von der Form der Fig. 2. Während früher so eingestellt wurde, dass kein Helligkeitsunterschied zwischen rechts und links stattfand, stellt man jetzt auf gleiche Helligkeit des zentralen und peripheren Feldes ein.

Es war nun von vornherein anzunehmen, dass durch die Einfügung des neuen Prismas die Empfindlichkeit der Einstellung erhöht würde, denn es musste nach den Erfahrungen und der theoretischen Analyse des Bunsen'schen Photometers vermutet werden, dass die Helligkeitsvergleichung zweier Felder, von denen eins das andere ganz umschliesst, genauer als für zwei nebeneinanderliegende Felder ausfallen würde. Ferner zeigten die Versuche, dass das Auftreten einer dunklen Grenzlinie zwischen den beiden Feldern bei dem neuen Prisma in noch vollkommenerer Weise beseitigt werden konnte, als dies bei den sorgfältig justirten Instrumenten der ursprünglichen Konstruktion bereits der Fall war. Nun muss ich allerdings bekennen, dass ich weder an meinen Beobachtungen, noch auch an denen einiger mit mir arbeitenden und im Photometrieren sehr geübten Herren diese erwartete Empfindlichkeit habe nachweisen können. Immerhin hatte die Einfügung des neuen Prismas den Vorteil, dass für weniger geübte Augen die Einstellung eine leichtere zu sein schien, und sie hatte auch die weitere Annehmlichkeit, dass der mechanische Teil des drehbaren Tubus B nun ein symmetrischer werden konnte. Den grössten Vorteil sah ich in dem Umstande, dass es jetzt möglich sein würde, noch andere optische Zusatzteile hinzuzufügen, welche zu einer Erweiterung der von dem Instrumente zu lösenden photometrischen Aufgaben überhaupt hinführten.

Diese Zusatzteile bestanden zunächst in zwei Nikols a und b , durch welche eine messbare Helligkeitsänderung des zentralen Theiles des Gesichtsfeldes bewirkt wird. Die Verwendung von Nikols zu solchem Zweck ist im Allgemeinen eine beschränkte. Denn abgesehen davon, dass alle solche Lichtarten von der Messung auszuschliessen sind, welche nicht frei von Polarisation sind, oder deren partielle Polarisation nicht durch eine besondere Voruntersuchung bestimmt ist, lassen sich Nikols auch nur dann zu photometrischen Zwecken benutzen, wenn der Gesichtsfeldwinkel ein so kleiner ist, dass die diffuse Reflexion an den inneren Seitenwänden des Nikols kein Licht ins Auge fallen lässt. Deshalb hatte ich es auch bisher vorgezogen (durch Verschiebung

der runden Milchglasscheibe s im Tubus A), das Einstellungsmaass lediglich auf das Entfernungsgesetz zu begründen und das im Photometer vorhandene beschränkte Intervall der absoluten Werte durch stufenweise Einschaltung von Milchgläsern in den vorderen Kasten von B zu erweitern. Da nun aber das neue Prisma in seinem zentralen Teile ein Gesichtsfeld von ziemlich kleinem Winkel darbot, so wurde auf Neue die Anwendung von Nikols nahe gelegt. Am bequemsten wäre es nun gewesen, das eine Nikol vor das Reflexionsprisma und das andere unmittelbar vor das Auge zu legen. Dabei wären dann aber auch die peripheren Strahlen des Gesichtsfeldes durch das Okularnikol gegangen, so dass schon bereits die an der Hypotenusenfläche des Prismas eintretende Polarisation in unbequemer Weise auf die Rechnungsformeln eingewirkt hätte und es wären auch nicht alle der weiter unten zu beschreibenden Messungen möglich gewesen. So ermöglichten es die Herren Schmidt & Hänsch, beide Nikols vor (vom Auge aus gerechnet hinter) das Reflexionsprisma zu setzen und beiden eine Kreisteilung am vorderen Ende des drehbaren Tubus zu geben.

Diese Montirung ist in Fig. 3 schematisch dargestellt. Mittels derselben lassen sich zunächst alle im obigen genannten Aufgaben unter Anwendung analoger Rechnungsformeln wie bisher behandeln. Benutzt man nämlich zur Herstellung gleicher Helligkeit im zentralen und peripheren Felde die Verschiebung der runden Milchglasscheibe im

festen Tubus A , so sind jetzt an Stelle der bisherigen additiven Milchgläser m stufenweise Veränderungen in der Nikolstellung vorzunehmen, wobei dann jeder bestimmten Stellung der Nikols eine Konstante zukommt, welche entweder in der bisherigen Weise bestimmt, oder in diesem Falle auch berechnet werden kann. Will man aber, und das ist in der That nun das Bequemere, die Einstellung durch Drehen des Nikols b

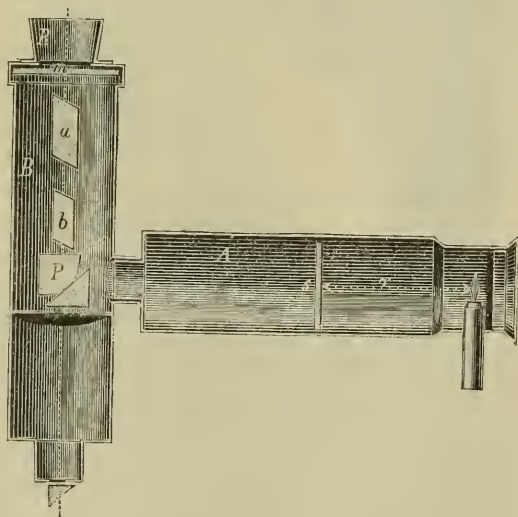


Fig. 3.

machen, so bringt man die runde Milchglasscheibe s auf eine bestimmte konstante Entfernung, ermittelt in bisheriger Weise für die Parallel-

stellung der Nikols, ($\alpha = 0$ und $\beta = \mp 90$; oder $\beta = 0$ und $\alpha = \mp 90$) die Konstante c und rechnet nun unter Anwendung des Kosinus-Quadrat-Gesetzes nach der Formel $c/r^2 \sin^2(\alpha - \beta)$, worin r jetzt gleich der willkürlich gewählten konstanten Entfernung der runden Milchglas-scheibe s ist. Bei diesem Verfahren würde dann also die Längenteilung auf dem ersten Tubus überflüssig sein. Ein wesentlicher Vorteil wird hierbei bezüglich der oben genannten Aufgaben 1), 2) und 4) nicht eintreten. Dagegen fällt die für die Aufgabe 3) oben angegebene Einschränkung jetzt fort. Wenn nämlich mit der bisherigen Montirung sehr intensive Flächenhelligkeiten, wie z. B. weisse Wolken, gemessen werden sollten, so mussten vorn in den drehbaren Tubus B ein oder mehrere Milchgläser m geschoben werden und, damit auf diese Gläser nicht auch Licht von anderen als den zu messenden Flächenstücken falle, musste des Weiteren ein Abblendungsrohr R davor gesetzt werden, dessen Oeffnung auf die Grösse der bezüglichen Konstanten von

wesentlichem Einfluss war. Hatte nun auch die Bestimmung dieses konstanten Einflusses keine ernstlichen Schwierigkeiten, so war doch durch den Abblendungstubus ein ziemlich bedeutender Gesichtswinkel bedingt, welchen die zu messende Fläche vollständig und homogen ausfüllen musste. Die Messung von sehr kleinen und sehr hellen Flächenstücken war also nicht möglich. Diese kann nun aber durch Benutzung der beiden Nikols auch bei beliebig grossen Helligkeiten und bis zu einem Gesichtswinkel von etwa 2 Grad herunter vorgenommen werden, da nun für diesen Zweck überhaupt keine Milchgläser vor die Nikols geschoben zu werden brauchen und der Abblendungstubus nur noch die sekundäre Bedeutung hat, etwaiges schräg auf die vordere Fläche des Nikols fallendes stärkeres Nebenlicht abzuhalten. Das in Fig. 3 skizzirte Milchglas m

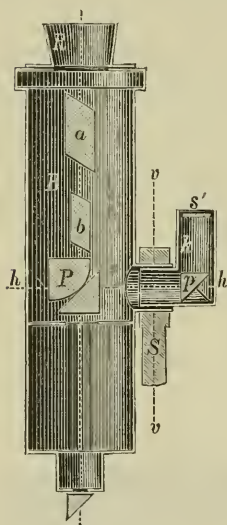


Fig. 4.

im Tubus B ist jetzt nur noch für die Messung von Flammen sowie für indizierte Helligkeit erforderlich.

Die Einfügung der Nikols gestattet indessen noch Aufgaben wesentlich anderer Art in Angriff zu nehmen. Da nämlich zunächst sowohl in dem drehbaren Tubus B als auch in dem festen A eine messbare Abdunkelung bezw. des zentralen oder peripheren Gesichtsfeldes möglich ist, so kann man offenbar die beiden verschiedenen, diesen Intensitätsänderungen zu Grunde liegenden Gesetze, das Kosinus-Quadrat-Gesetz und das Entfernungsgesetz, jedes durch das andere

prüfen und bestätigen. Ist hiermit auch kein weiterer Nutzen für die photometrische Praxis verbunden, so ist eine solche Untersuchung doch als Übungsaufgabe etwa im physikalischen Praktikum sehr nützlich.

Mit der neuen Montirung lässt sich nun aber des Weiteren auch eine Intensitätsuntersuchung des partiell polarisirten Lichtes z. B. des Himmelslichtes vornehmen. Bekanntlich kann man sich das von einer hellen Fläche, z. B. dem Himmel, ausgehende partiell polarisirte Licht immer ersetzt denken durch eine gewisse Lichtmenge, welche nach einer bestimmten Richtung vollständig polarisirt ist und eine zweite Lichtmenge, welche nach der auf der vorigen senkrechten Richtung vollständig polarisirt ist. Diese beiden Richtungen sind die Hauptschwingungsrichtungen des partiell polarisirten Lichtes. Alle Eigen-

schaften $\frac{1}{2}$ desselben finden daher ihren erschöpfenden geometrischen Ausdruck durch zwei aufeinander senkrechte, ein Kreuz bildende Linien, deren ungleiche Länge der Schwingungsweite der genannten beiden Strahlenarten gleich gemacht wird. Die messende Untersuchung des partiell polarisirten Lichtes besteht demnach darin und nur darin, a) die Richtung einer dieser beiden senkrechten Linien und b) das Längen-Verhältnis beider festzustellen oder richtiger das

Verhältnis der Quadrate dieser Längen. Denn die Lichtintensitäten sind den Quadraten der Schwingungsweite proportional.

Zur Lösung der Aufgabe a) entfernt man durch leichten Handgriff das vordere Nikol α vollständig, so dass in dem drehbaren Tubus B ausser dem Lummer-Brodhun'schen Prisma P nur das hintere Nikol β

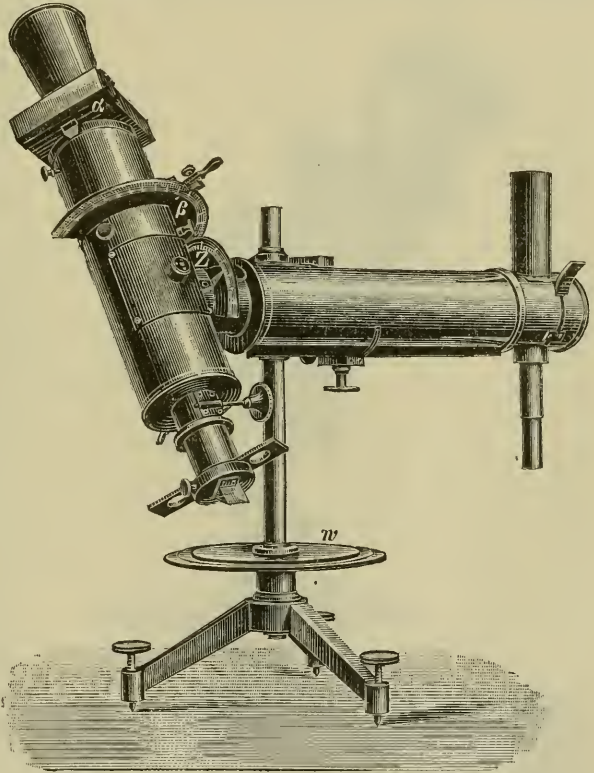


Fig. 5.

bleibt. Richtet man nun diesen Tubus auf die zu untersuchende helle Fläche, z. B. auf eine Stelle des blauen Himmels, und dreht man das Nikol δ herum, so würde die Helligkeit des zentralen Gesichtsfeldes völlig ungeändert bleiben, falls das Licht gewöhnliches, nicht polarisiertes wäre. Im anderen Falle ändert sich aber die Helligkeit und nimmt bei einer vollständigen Umdrehung des Nikols zweimal ein Maximum und zweimal ein Minimum an. Diese vier genau um 90 Grad verschiedenen Stellungen fallen nun offenbar mit den beiden Hauptschwingungsrichtungen des Lichtes zusammen und es genügt, zu deren Ermittlung eine dieser Richtungen zu bestimmen. Hierzu ist folgendes zu überlegen. Greift man irgend eine zwischen dem Maximum und Minimum

gelegene Helligkeitsstufe heraus, so wird sich diese selbe Helligkeit bei einer vollständigen Umdrehung des Nikols offenbar viermal wiederholen und zwar sind die hierzu erforderlichen vier Einstellungen des Nikols symmetrisch zu den Hauptrichtungen gelegen. Wenn es daher gelingt, zwei Stellungen des Nikols δ aufzusuchen, bei denen die Helligkeit des zentralen Gesichtsfeldes die gleiche ist, so muss die Halbierungslinie der beiden Stellungen oder das arithmetische Mittel der beiden Ablesungen eine der gesuchten Hauptrichtungen ergeben. Für die experimentelle Ausführung dieser Ueberlegung kommt es daher nur darauf an, dem peripheren Gesichtsfelde eine konstante Vergleichshelligkeit zu geben und zwar inner-

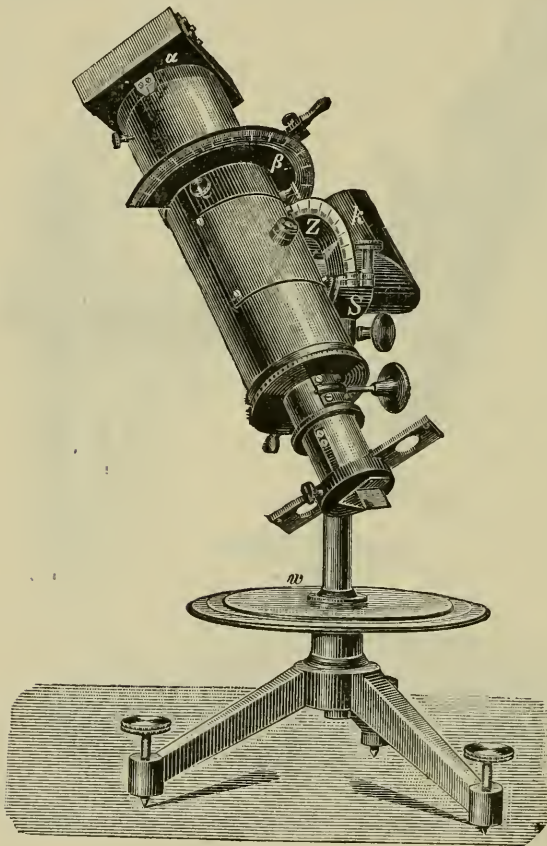


Fig. 6.

halb der durch Maximum und Minimum des zentralen Gesichtsfeldes gegebenen Helligkeitsgrenzen. Die Aufsuchung zweier Einstellungen, bei

denen Helligkeitsgleichheit im ganzen Gesichtsfeld ist, giebt alsdann durch das arithmetische Mittel der beiden Ablesungen die eine Hauptrichtung. Da in zwei aneinanderliegenden Quadranten immer wenigstens ein Paar solcher Einstellungen möglich ist, so genügte es, den Teilkreis des Nikols auf 180° und einige überzählige Grade auf beiden Seiten zu beschränken.

Was nun weiter die Herstellung einer solchen konstanten Vergleichshelligkeit im peripheren Teil des Gesichtsfeldes betrifft, so würde es unbequem und bei Untersuchung sehr heller Flächen unmöglich sein, hierzu die Helligkeit der runden Milchglasscheibe s im festen Tubus A des Photometers zu benutzen. Sehr viel zweckmässiger und zugleich vollkommener lässt sich aber eine solche Vergleichshelligkeit auf folgendem Wege herstellen. Man entfernt den festen Tubus des Photometers vollständig und montirt den drehbaren Tubus auf einem besonderen Stativ S , welches den in den festen Tubus bisher eingreifenden Rohrstützen mit einem Ringe umfasst. In diesen Stützen wird alsdann ein Knierohr k gesetzt, in dessen Knie ein Reflexionsprisma p angebracht ist. Durch passende Justirung des letzteren erreicht man es leicht, dass man im zentralen und peripheren Gesichtsfelde genau die gleiche Stelle der zu untersuchenden Fläche anvisirt. Bei dieser in Fig. 4 dargestellten Montirung hat man zunächst im peripheren Gesichtsfelde bei allen Stellungen des Nikols b grössere Helligkeit als im zentralen. Die Helligkeit würde genau doppelt so gross sein, falls das zu untersuchende Licht unpolarisirt wäre und man würde in diesem Falle bei allen Stellungen des Nikols b immer den peripheren Teil doppelt so hell sehen wie den zentralen. Schaltet man demnach vor das Knierohr oder in demselben zwischen den Reflexionsprismen ein Rauchglas s' ein, welches genau die Hälfte des Lichtes absorbiert, so hat man Helligkeitsgleichheit bei allen Stellungen des Nikols b , so lange man den Apparat auf eine Fläche von gewöhnlichem Licht richtet. Ist dagegen dieses Licht partiell polarisirt, so wird in der einen Hauptrichtung der zentrale Fleck hell auf dunklem Grunde und in der anderen dunkel auf hellem Grunde erscheinen müssen. Zwischen beiden Stellungen giebt es daher in jedem Falle eine Verschwindungsstelle des Fleckes und innerhalb des Intervalles der zur Verfügung stehenden 180 Grad findet man stets zwei solcher Verschwindungspunkte, die sich mit der ganzen Schärfe dieser photometrischen Methode aufsuchen lassen. Will man die Polarisationsrichtung für verschiedene Spektralbezirke aufsuchen, so können im Okularteile des Instrumentes die bisherigen farbigen Gläser oder auch ein Spektralrohr vorgeschaltet werden. Bei der Anwendung des letzteren sieht man drei vertikale Spektren neben einander, von denen durch horizontalen Okularspalt einzelne Spektralbezirke herausgeblendet werden.

Die Aufsuchung der Polarisationsrichtung lässt sich also mit der beschriebenen Montirung sehr bequem und genau bewirken. Um nun diese Richtung an der beobachteten Fläche, z. B. dem blauen Himmel, festzulegen, nimmt man die Montirung auf einem Stative, ähnlich dem eines Theodoliten, vor, an dem die zentrale Sehrichtung des drehbaren Tubus nach Azimuth (Drehung um die Axe vv) und Höhe (Drehung um die Axe hh) abgelesen wird und wobei durch eine besondere Voruntersuchung festgestellt wird, ob bei genau vertikaler Drehungsaxe des Theodoliten die Polarisationsrichtung des Nikols in seiner Nullstellung genau in senkrechter Ebene liegt. In diesem Falle wird man beispielsweise bei normalem blauen Himmel und bei einem um 180 Grad von der Sonne entfernten Azimuth die Einstellungen symmetrisch zur Nulllage haben. Rückwärts kann man aus der Aufsuchung desjenigen Azimuths, bei dem diese Symmetrie eintritt, am Nordhimmel den durch die Sonne gelegten grössten Kreis ermitteln. Ein Fortschreiten der Sonne um zwei Zeitminuten genügt bereits, die Symmetrie der Ablesungen merklich zu stören.

Dass das Instrument in dieser Montirung zugleich ein Polarisoskop ist, geht aus dem Gesagten unmittelbar hervor. In dieser Beziehung wird es freilich an Empfindlichkeit von andern Methoden übertroffen.

Nachdem mittels des Nikols b die Hauptrichtungen des partiell polarisirten Lichtes gefunden sind, ist es weiterhin nun leicht möglich, die Grösse der partiellen Polarisation zu messen, d. h. das Intensitätsverhältnis jener beiden nach den Hauptrichtungen vollständig polarisirten Strahlen, durch welche man sich in allen Fällen das gegebene Licht ersetzt denken kann. Zu diesem Zwecke setzt man das vordere Nikol a wieder ein. Nehmen wir zuvörderst einmal an, dass beide Nikols durch gleichzeitige Drehung in parallelen Polarisationsrichtungen gehalten würden und lassen wir diese mit den zuvor ermittelten Hauptrichtungen zusammenfallen, so würde in der einen Hauptrichtung wieder die Helligkeit im zentralen Gesichtsfelde ein Maximum und in der um 90 Grad verschiedenen zweiten Hauptrichtung ein Minimum sein. Dieses würde alsdann dunkler sein als die Helligkeit im peripheren Gesichtsfeld. Während man nun im ersten Falle (wenn also das Nikol a in die erste Hauptrichtung gestellt ist) durch alleiniges weiteres Drehen des Nikols b den hellen zentralen Fleck zum Verschwinden d. h. auf gleiche Helligkeit mit dem peripheren Gesichtsfelde bringen kann, so wird dies bei der zweiten Stellung des Nikols a nicht mehr möglich sein, da schon bei Parallelstellung der Nikols der Fleck dunkel auf hellem Grunde ist und bei alleinigem weiteren Drehen von b noch dunkler werden würde. Eine Intensitätsvergleichung aus der Differenz der Winkelablesungen beider Nikols wäre also nicht ausführbar. Dies

ermöglicht man nun aber sehr einfach, indem man in den Gang der durch das Kniestück eintretenden Strahlen ein zweites Rauchglas von willkürlicher Dichte einsetzt, welches aber wenigstens so dunkel ist, dass bei Parallelstellung der Nikols in jeder Lage der Fleck heller ist als seine Umgebung.

Hat man demnach ein solches zweites Rauchglas vor das Kniestück geschoben, so ist das Messungsverfahren das folgende: Man stellt das Nikol a mit seiner Polarisationssebene in die erste der vorhin ermittelten Hauptrichtungen. Diese Ablesung am Teilkreise α (Fig. 3 und 4) sei α_1 ; alsdann dreht man Nikol b bis zum Verschwinden des Fleckes. Solcher Stellungen werden stets zwei vorhanden sein. Die bezüglichen Ablesungen am Teilkreise β (Fig. 3 und 4) seien β_1' und β_1'' . Wegen der bei beiden Nikols nur möglichen Drehung um 180 Grad findet man β_1'' und β_1' entweder zu beiden Seiten von α_1 oder auf einer Seite. In jedem Falle aber hat $\sin^2(\alpha_1 - \beta_1')$ denselben Wert mit $\sin^2(\alpha_1 - \beta_1'')$. Man nimmt aus beiden Einstellungen den Mittelwert $\sin^2(\alpha_1 - \beta_1)$. Nun wird Nikol a um 90 Grad gedreht in die Lage α_2 . Man findet wieder zwei Einstellungen β_2' und β_2'' bei denen der Fleck verschwindet, berechnet aus β_2' und $180^\circ - \beta_2''$ das Mittel β_2 und bildet $\sin^2(\alpha_2 - \beta_2)$. Das gesuchte Intensitätsverhältnis des partiell polarisirten Lichtes ergibt sich alsdann durch den Quotienten $\sin^2(\alpha_1 - \beta_1) / \sin^2(\alpha_2 - \beta_2)$.

Man hat auch bei dieser Messung keine Schwierigkeit bei der Einstellung wegen verschiedener Färbung der beiden Teile des Gesichtsfeldes, wenn man nur dafür sorgt, dass die beiden Rauchgläser völlig farblos sind. Will man die Messung für einzelne Spektralbezirke ausführen, so sind wieder farbige Gläser oder das Spektralrohr ins Okular einzusetzen.

Schliesslich lässt sich mittels der in Fig. 4 dargestellten Montirung auch noch die Aufgabe lösen, die relative Verteilung der Helligkeit am Himmelsgewölbe zu messen. Zu diesem Zwecke wählt man als Einheit die Helligkeit des Zeniths. Das Kniestück k wird so gedreht, dass die Sehrichtung des peripheren Gesichtsfeldes ins Zenith fällt. Der Tubus B lässt sich dann auf jede gewünschte Stelle des Himmels richten. Man stellt Nikol a so ein, dass $\alpha = 0$ wird und dreht b bis zum Verschwinden des Fleckes. Hierdurch gewinnt man (auch wieder in doppelter Ablesung) β_1 . Nun wird $\alpha = 90^\circ$ gemacht und abermals eingestellt. Dies giebt β_2 . Dann ergibt sich als relatives Maass der Helligkeit der untersuchten Stelle des Himmels: $1/\sin^2 \beta_1 + 1/\cos^2 \beta_2$.

Die Fig. 5 und 6 (a. S. 193 u. 194) geben perspektivische Ansichten des fertig montirten Instrumentes, wie es den durch die

Figuren 3 und 4 skizzirten inneren Anordnungen entspricht. Hierin ist Z der am Stative befestigte Vertikalkreis, an welchem die Höhe der untersuchten Himmelstelle über dem Horizont abgelesen wird und es ist mit z der Horizontalkreis des Theodoliten bezeichnet, an welchem das Azimuth abgelesen wird.

Ich glaube hiermit gezeigt zu haben, dass das Milchglasplattenphotometer durch Hinzufügung der beschriebenen leicht einsetzbaren und auch wieder zu beseitigenden Nikols für alle photometrischen Aufgaben sowol der Beleuchtungstechnik als auch der bisher so wenig beachteten und doch meteorologisch so wichtigen Photometrie des Himmels geeignet ist. In den Händen des Physikers ist übrigens die neue Montirung auch zu verschiedenen anderen optischen Versuchen brauchbar. Beispielsweise möge auf folgenden Versuch hingewiesen sein. Setzt man zwischen die beiden Nikols einen die Polarisationssebene drehenden Körper und versieht man das Okular mit einem Spektralrohr, so wandern bei Drehung der Nikols die Talbot'schen Streifen durch das Spektrum und die den einzelnen Farben zukommende Drehung lässt sich in einfachster Weise ablesen.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Schriften des Naturwissenschaftlichen Vereins für Schleswig-Holstein](#)

Jahr/Year: 1891

Band/Volume: [8](#)

Autor(en)/Author(s): Weber Leonhard

Artikel/Article: [Eine neue Montirung des Milchglasplattenphotometers 187-198](#)