XIV. *Zwei optische Beobachtungsmethoden; von C. Christiansen in Kopenhagen.*

I. Mit dem gewöhnlichen Spectralapparate ist man im Stande, die einzelnen Farben des zu untersuchenden Lichtes wahrzunehmen; die Form des leuchtenden Körpers aber wird gleichsam verwischt; nur wenn das Licht beinahe monochromatisch ist, kann man durch geeigneter Einstellung die Form im Spectroskope beobachten. Diefs ist namentlich von Zöllner geschehen, um die Sonnenprotuberanzen zu sehen. Dasselbe Resultat erhält man aber ganz allgemein auf folgende Weise, selbst wenn die Lichtquelle ein continuirliches Spectrum giebt; es ist nur eine kleine, leicht ausführbare Aenderung des Spectroskopes nothwendig. Ich will nun kurz zeigen, wie ich eine gewöhnliche Gasflamme in jeder Farbe (monochromatisch) wahrnehme.

Man bilde durch eine Linse A ein Bild des Lichtes auf der Spalte des Collimators. Ohne Prisma sieht man dann durch das Fernrohr ein Bild des Spaltes, das zugleich ein Bild eines Durchschnittes des Flammenbildes ist. Wird aber der Spalt weiter von der Collimatorlinse entfernt, so wird das Bild des Lichtes nicht mehr auf dem Spalte, sondern in dem Collimatorrohr gebildet und man sieht nun ein Bild des ganzen Lichtes durch das Fernrohr.

Betrachten wir nun die Verhältnisse im Fernrohre. In diesem finden sich zwei Bilder. Das erste (nächst dem Objective) ist ein Bild des Spaltes, das zweite ein Bild des Lichtes. Wo das erste sich bildet, wird eine Blendung eingesetzt, die mit einem Spalt versehen ist, eben so groß wie das Bild des Collimatorspaltes. Durch das Ocular sieht man natürlich das Bild der Flamme ganz wie früher.

Setzt man jetzt das Prisma wieder auf seinen Platz und stellt das Fernrohr wie gewöhnlich, so sieht man durch dasselbe ein monochromatisches Bild der ganzen Flamme. Rückt man die Linse hin und her, so kann man verschie-

dene Theile des Flammenbildes in die Mitte des Gesichtsfeldes bringen; dreht man dagegen das Fernrohr, so sieht man immer ein Bild der Flamme, aber seine Farbe wechselt. Die Vergrößerung ist natürlich dieselbe wie beim Spectroskope in der gewöhnlichen Form.

Es scheint mir, daß diese Beobachtungsmethode sich zu Sonnenobservationen besonders eigne. Die Linse *A* vertritt das Objectiv, das Spectroskop selbst das Ocular. Die atmosphärischen Verhältnisse der Sonne sind wahrscheinlich elementarer Art und ihre Beobachtung im monochromatischen Lichte wird deshalb vielleicht interessante Aufschlüsse geben.

II. Die neuesten Lehrbücher geben nur eine mathematische Darstellung der Lehre von der Entstehung der Bilder durch Hohlspiegel und Linsen. Es wird vorausgesetzt, daß die Flächen kugelig sind, und man findet unter dieser Voraussetzung ihre optische Eigenschaften. In der neueren Zeit aber hat Foucault durch eine eigenthümliche Methode, die »*retouches locales*« gezeigt, daß man jede erforderliche Figur darstellen kann, wenn man auf experimentelle Weise die Fehler des Apparats ermittelt. Die von ihm dazu gebrauchte Methode hat bekanntlich Töpler später erweitert und ausgebildet. Ob sie gleich in der Form, die Töpler ihr gegeben hat, ziemlich leicht anzuwenden ist, glaube ich doch, daß man die folgende einfachere und directere nicht ganz unnütz finden wird.

Zuerst ihre Anwendung auf die Hohlspiegel. Es sey *KK* (Fig. 7 Taf. VI) ein solcher, dessen Centrum *C*; *P* sey der leuchtende Punkt und betrachten wir einen Strahl *PM*, der mit dem Radius *APC* einen Winkel φ einschließt. Nach der Reflexion schneidet er den directen Strahl *PAC* in *Q* und es ist bekanntlich

$$\frac{1}{CP} - \frac{1}{CQ} = \frac{2 \cos \varphi}{AC}.$$

Der Vereinigungspunkt liegt folglich *C* desto näher, je größer φ ist; wird dann ein Schirm *S*, der bei *Q* eine kleine Oeffnung hat, senkrecht zu *AC* aufgestellt, so sieht

man durch dieselbe in der Mitte des Spiegels einen weissen Fleck, umgeben von einem schmalen weissen Ringe, dessen Radius AM ist, beide durch einen dunkeln Raume von einander getrennt.

Bringt man den Schirm S dem Spiegel näher, so nimmt die Entfernung AB zu, der Fleck in der Mitte bei A bleibt aber ungeändert.

Dasselbe läßt sich leicht durch Projection darstellen, wenn man nur eine etwas starke Lichtquelle in P stellt. Betrachten wir demnächst die Linsen auf dieselbe Weise, und nehmen wir einen theoretisch einfachen Fall, um allzu schwierigen Rechnungen zu entgehen.

Es sey hier KK ein Theil einer Kugelfläche, die der Körper KKQ mit dem Brechungsverhältnisse n begrenzt. P_1M sey ein dem Radius AC paralleler Strahl. Nach der Brechung schneidet er denselben verlängert in Q , und bezeichnen wir $\angle ACM$ mit φ , AC mit r und CQ mit f , so findet man leicht

$$\frac{r}{f} = \sqrt{n^2 - \sin^2 \varphi} - \cos \varphi.$$

Diese Gröfse wächst mit φ , es nimmt folglich f zu derselben Zeit ab; denkt man sich in Q einen Schirm aufgestellt wie früher, so zeigt sich die Fläche KK auf dieselbe Weise beleuchtet.

Hier ist aber noch die Farbenzerstreuung zu beachten. Um f constant zu halten, muß n wachsen, wenn φ abnimmt; ein Strahl vom Punkt m , der A näher liegt als M , ist nur dann durch Q sichtbar, wenn sein Brechungsverhältniß gröfser als n ist. Sieht man dann durch die Oeffnung bei Q die Stelle M mit rothem Lichte, so zeigt sich m zum Beispiel violett. Dieses Resultat erhält man wirklich, wenn das Licht von einem Punkte auf eine convexe Linse fällt. Man stelle den Schirm S im convergirenden Strahlenkegel zwischen der Linse und dem Vereinigungspunkt der Strahlen auf, ganz nahe dem letzten Punkte. Durch die kleine Oeffnung sieht man dann in der Mitte der Linse einen weissen Fleck, umgeben von einem kreisförmigen Spectrum,

das Violett nach innen, das Roth nach außen. Wenn man statt des leuchtenden Punktes einen Spalt nimmt, sieht man wieder das circuläre Spectrum, wozu jetzt aber noch ein weißer Durchmesser kommt. Bei schiefer Stellung der Spalte und Linse gewahrt man noch andere, zum Theil recht schöne Bilder auf der Linse.

Achromatische Linsen zeigen wesentlich dasselbe, nur tritt die bekannte apfelgrüne Farbe statt der Spectralfarben auf.

Auf dieselbe Weise kann man auch die Diffractionsapparate beobachten; man stelle nur einen Spalt oder ein Fraunhofer'sches Gitter im convergirenden Lichte auf und betrachte es durch eine kleine Oeffnung in dem in der Bildfläche aufgestellten Schirme.

XV. Noch Einiges über Kohlrausch's Versuch zur Bestimmung des Verhältnisses der Wärmecapacitäten von Gasen; von L. Boltzmann.

Dieser Versuch verdankt Hrn. Witte zwei Verbesserungen, die sich in der Folge als sehr nützlich erweisen dürften; nämlich das Manometer mit momentaner Communication und die Anwendung von Gefäßen, die nicht wie Stiefel und Recipient der Luftpumpe durch einen verhältnißmäfsigen engen Kanal in Verbindung stehen. Was jedoch die Theorie des Versuches betrifft, so beging Hr. Witte ein Versehen. Um das Verhältniß der Wärmecapacitäten zu bestimmen, denkt er sich nämlich (Pogg. Ann. Bd. 138, S. 158) ein Gas von der Temperatur t' bei constantem Drucke zur Temperatur t erwärmt und dann ohne Wärmezufuhr auf sein ursprüngliches Volumen comprimirt. Die Temperatur soll dabei auf t'' steigen. Er glaubt, dafs man ihm hierbei im Ganzen dieselbe Wärmemenge zuführen müsse, als wenn man es direct bei constantem Volum von der Anfangs-Tem-