mal-Barometer nebenbei oder in Verbindung mit dem Instrument zu besitzen, um es vor der zu machenden Beobachtung durch die Schraube *m* einstellen zu können.

Berlin im Januar 1849.

X. *Ein Mittel, die Schwierigkeiten des Studiums
der Katoptrik und Dioptrik zu erleichtern;
von Schellbach.*

Um eine klare Einsicht in die Wirkungsweise der einfachsten optischen Instrumente zu erlangen, bedarf man hauptsächlich einer genauen Kenntniß der sogenannten kausischen Linien und Flächen, welche einem leuchtenden Punkte entsprechen, dessen Strahlen von einem solchen Werkzeuge aufgenommen werden. Die Brennpuncten und Brennpuncten der sphärischen Spiegel sind fast die einzigen, deren Gleichungen sich durch die bekannten Methoden der analytischen Geometrie entwickeln lassen; aber schon die Brennpuncten der einfachsten sphärischen Linsen entziehen sich einer erschöpfenden mathematischen Behandlung gänzlich. Wenn indessen auch die verlangten Gleichungen gefunden wären, so würde es dann immer noch ziemlich schwierig seyn, aus ihnen die Form dieser Flächen und Linien deutlich zu erkennen. Die erwähnten Schwierigkeiten sind dann in der That auch so groß gewesen, daß es bis jetzt nur einer sehr geringen Zahl von Physikern möglich war, sich eine völlig deutliche Vorstellung von der Wirkungsweise der Elemente eines optischen Instruments zu verschaffen. Ich selbst hatte schon längst bei meinen Vorträgen über Optik, mit vielem Erfolge einzelne Zeichnungen benutzt, welche den Weg der Strahlen, die von einem Hohlspiegel zurückgeworfen werden, anschaulich machten; indessen waren diese Bilder ohne allen künstlerischen

Werth. Vor mehreren Jahren hatte ich aber das Glück, einen sehr geschickten Künstler, Hrn. Zeichenlehrer Engel, kennen zu lernen, welcher, auf meinen Wunsch, für das hiesige Friedrich-Wilhelms-Gymnasium, eine Reihe optischer Zeichnungen ausführte, die durch ihre Schönheit und mathematische Schärfe die allgemeine Bewunderung meiner wissenschaftlichen Freunde erregten, und, nach ihrem einstimmigen Urtheile, wesentlich dazu beitragen würden, das Studium der Optik zu erleichtern, wenn ihnen eine allgemeinere Verbreitung gegeben werden könnte. Durch diesen Beifall und die günstigen Wirkungen unserer Arbeit, die ich selbst in meinen Lehrstunden beobachten konnte, auf das Lebhafteste angeregt, haben wir uns entschlossen, ein optisches Zeichenwerk herauszugeben, welches bereits in 21 Platten die Wirkung der ebenen und spärischen Spiegel, der einfachen und achromatischen Prismen, der verschiedenen Arten von Linsen und ihrer Zusammensetzung und auch den Regenbogen ausführlich behandelt ¹).

Um möglichst vielen, die sich für Optik interessiren, eine Vorstellung von diesem Werke zu geben, haben wir diesen so allgemein und weit verbreiteten Annalen die achte Tafel unseres Werkes beigegeben und zugleich den Text mit abdrucken lassen, welcher zur Erklärung dieser Zeichnungen bestimmt ist.

Erklärung der beigelegten Tafel VIII.

Das Dreieck DEF der Fig. 1 stellt den Durchschnitt der Ebene des Papiers mit einem geraden dreiseitigen Glasprisma vor, dessen Seitenflächen auf dieser Ebene senk-

1) Das Werk, welches bereitwillig und kräftig von unserem Ministerium der geistlichen Angelegenheiten unterstützt worden ist, wird in drei Heften, jedes Heft zu 7 Platten, noch im Laufe dieses Jahres erscheinen. Der Preis jedes Heftes beträgt 2 Thlr. 20 Sgr. Das erste Heft mit dem zugehörigen Texte, ist bereits erschienen und kann entweder von Hrn. Zeichenlehrer Engel, Kochstraße No. 64, oder von mir selbst, Friedrichstraße No. 41, bezogen werden. Später werden wir in öffentlichen Blättern bekannt machen, von welchen anderen Orten unser Werk ebenfalls zu erhalten ist.

recht stehen. Vom leuchtenden Punkte c fällt ein Strahlenbüschel cDv auf die Seite DE dieses Querschnitts des Prismas und erleidet, indem es in die Glasmasse eindringt, eine Brechung. In der Zeichnung ist der Brechungsexponent des Glases als 1,5 angenommen worden. Die gebrochenen Strahlen würden, wenn man sie rückwärts in ihr früheres Medium verlängerte, dort eine Brennlinie bilden, wie aus der Erklärung der Tafel I. bekannt ist. Diese Strahlen erfahren nun an der Seite DF des Prismas eine zweite Brechung; aber nur diejenigen, welche zwischen D und l einfallen, können aus dem Glase in die Luft treten; die übrigen, welche das Prisma zwischen l und F treffen, erleiden die sogenannte totale Reflexion, wie ebenfalls aus den zur Tafel I. gegebenen Erklärungen erhellt. Die aus der Linie Dl austretenden Strahlen sind nach ihrer Brechung rückwärts verlängert worden, und haben auf diese Weise die Brennlinie Cil gebildet.

Verfolgt man den Weg zwei nächster Strahlen, wie $cefg$ und $ce'f'g'$, so findet man ihren gegenseitigen Durchschnitt nach der zweiten Brechung, die sie bei ff' erfahren, auf der Brennlinie in i . Hier würde also ein Auge, welches den Strahlenbüschel $fgf'g'$ bei gg' aufnimmt, den leuchtenden Punkt c erblicken. Die Linie $rcsu$ giebt die Richtung des auf DE senkrechten Strahles an, der also DE ungebrochen durchdringt und erst bei s eine Brechung erfährt. Der Strahl ckl theilt das ganze Strahlenbündel in zwei Theile, von denen nur der eine zwischen D und l in die Luft austritt, der andere aber, der zwischen l und F einfällt, durch die totale Reflexion in das Prisma zurückzukehren gezwungen wird, und erst an der Seite FE , zwischen F und m , nach Außen gelangen kann. Zwei nächste dieser austretenden Strahlen, wie etwa mn und $m'n'$ rückwärts verlängert, bilden ebenfalls, durch ihr Zusammentreffen, eine Brennlinie, die pC darstellt. Die Zeichnung giebt noch die Brennlinien A und B im Umriss an, welche den Strahlenbündeln aDx und bDy angehören, die von den Punkten a und b ausgehen. Ebenso bezeichnen A' und

und B' die Brennnlinien, welche den vollständig reflektirten Theilen dieser Strahlenbündel entsprechen, die auf der Seite EF des Prismas austreten. Dem Punkte c entspricht freilich in der Wirklichkeit nicht eine Brennnlinie, sondern eine Brennfläche sehr verwickelter Art, von welcher die Zeichnung nur einen Durchschnitt darstellt, den eine durch den leuchtenden Punkt gelegte Ebene mit ihr bildet, welche auf den Seitenflächen des Prismas senkrecht steht.

In der Fig. 2 ist nun diese Construction zur Erklärung der Bilder benutzt, welche ein Prisma DEF von dem Objecte abc zeigt. Die Zeichnung giebt nur die Brennnlinien an, welche den beiden äußersten und dem mittelsten Punkte des Gegenstandes angehören. Bekanntlich wird aber jeder Strahl, wenn er eine Brechung erfährt, in eine unzählige Menge von Strahlen zerlegt, von denen die rothen am wenigsten und die violetten am stärksten brechbar sind. Der Strahlenbüschel, welcher von c aus auf das Prisma fällt, wird also nach der Brechung in unzählige viele, verschiedenen farbige Strahlenbüschel zerlegt, und jedem dieser Büschel entspricht eine besondere Brennnlinie. Die Zeichnung stellt in den Linien A, C, B die beiden äußersten dieser Brennnlinien dar, und zwar in den starken Linien die den äußersten violetten Strahlen entsprechenden und in den schwächeren, welche rechts neben den starken hinlaufen, die den rothen angehörigen.

Für die rothen Strahlen ist das Brechungsverhältniß 1,50 benutzt worden und für die violetten 1,53. Die durch die Spitze D des Prismas gezogenen sechs Linien bilden die Asymptoten der sechs angegebenen Brennnlinien. Der Strahl cd wird, wenn er in das Prisma eindringt, in verschiedenfarbige Strahlen zerlegt, von denen nur der violette di in der Zeichnung angegeben ist. Dieser violette Strahl tritt nun unverändert in i wieder in die Luft und gelangt so in das Auge A_1 . Von dem Strahle cf ist aber in der Figur nur der rothe Theil fk beibehalten worden, der, nach seiner zweiten Brechung, ebenfalls unverändert vom Auge A_1 aufgenommen wird. Die Linien iA_1 und kA_1 können

als die Axen von kleinen Strahlenkegeln angesehen werden, deren Spitzen in den Punkten c' und c liegen. Hier erscheinen nun auch dem Auge A_1 zwei gefärbte Bilder des Punktes c , nämlich ein violettes in c' und ein rothes in c . Diefs sind aber nur die beiden äufsersten Bilder des Punktes c , welche das Auge beobachten könnte; zwischen beiden würde noch eine unzählige Menge nach der bekannten Abstufung gefärbter Bilder erscheinen. Auf ähnliche Weise zeigen sich in $a'a$ und $b'b$ die Bilder der Punkte a und b . Man übersieht nun leicht, wie von dem Pfeile acb dem Auge A_1 in $a'c'b'$ ein violettes und in $a_c b$ ein rothes Bild erscheint. Zwischen beiden liegt eine unzählige Menge anders gefärbter Bilder, welche den übrigen in Farben zerstreuten Strahlen ihren Ursprung verdanken. In der Mitte decken sich alle diese farbigen Bilder und geben, nach den bekannten Gesetzen, ein farbloses Bild, welches aber bei a' und b von farbigen Rändern umsäumt ist, die sich bei a' aus dem Violetten ins Weisse a verlieren und von b bis b' aus dem Rothen ins Weisse übergehen. Ein eben solches an den Rändern gefärbtes Bild des Objectes erblickt das Auge A_2 innerhalb des Prismas. Dafs man durch ein Prisma nicht so unklare Bilder beobachtet, als nach dieser Darstellung vermuthet werden könnte, da doch jeder Punkt unzählig viele Bilder liefert, beruht darauf, dafs alle diese Bilder sehr nahe zusammen fallen, und nicht ein einzelner Strahl, sondern erst ein ganzer Strahlenbüschel ein Bild erzeugen kann. Von dem Strahle ch ist in der Figur nach der Brechung nur der violette Theil hm beibehalten worden. Dieser Strahl erleidet aber bei m die totale Reflexion, gelangt so nach n und von da, durch eine zweite Brechung, zum Auge A_3 . Von dem Strahle cg giebt dagegen die Zeichnung nur den rothen Theil gl an, der ebenfalls total nach o reflectirt und dann nach dem Auge A_3 gebrochen wird. Man sieht nun nach dem Vorhergehenden leicht, wie auf der Brennpunctlinie C' dem Auge A_3 in c'' und c_3 ein violettes und ein rothes Bild des Punktes c erscheinen mufs und wie es überhaupt von dem

Pfeile acb in $a''c''b''$ ein violettes und in $a_3c_3b_3$ ein rothes Bild erblicken muß, die dann, auf die bekannte Weise, zu einem einzigen farbig umsäumten Bilde verschmelzen.

Berlin d. 15. April.

XI. Messung der Brechungsindexe von durchsichtigen Platten und Flüssigkeiten mittelst des gewöhnlichen Mikroskops; von Hrn. A. Bertin.

(*Compt. rend. T. XXVIII., p. 447.*)

Der Duc de Chaulnes und Sir D. Brewster haben zur Messung der Brechungsindexe mittelst des Mikroskops zwei Methoden vorgeschlagen; allein sie setzen voraus, das Instrument sey mit einer Mikrometerschraube versehen, welche die Verschiebungen desselben genau messen lasse. Diese Messung kann man durch die Beobachtung der Vergrößerungen ersetzen.

Bei festem Objectiv und beweglichem Ocular messe man die drei Vergrößerungen G, γ, g eines Mikrometers, wenn dasselbe erstlich auf der Platte liegt, dann darunter, und endlich, wenn die Platte fortgenommen ist. Die Brechung dieses Glases ist denn gegeben durch die Formel:

$$n = \frac{\gamma}{g} \cdot \frac{G - g}{G - \gamma}.$$

Ist die Platte sehr dick, so thut man besser, sie mit einer anderen Platte von bekannter Dicke und bekanntem Index zu vergleichen; alsdann hat man:

$$\frac{e \left(1 - \frac{1}{n}\right)}{e' \left(1 - \frac{1}{n'}\right)} = \frac{\frac{1}{g} - \frac{1}{\gamma}}{\frac{1}{g} - \frac{1}{\gamma'}}$$

Der mögliche Fehler beträgt höchstens eine Einheit der zweiten Decimale. Die beiden Methoden lassen sich leicht auf Flüssigkeit anwenden.