färbten Rand des durch ein Prisma betrachteten Quadrates, so wird man auf der convexen rothen Seite, die ans Dunkle gränzt, keine subjective Farbe wahrnehmen. Auf der gelben, concaven Seite, die ins Weiß verläuft, konnte ich nur mitunter einen schwach violetten Saum entdecken. Hiermit stimmt denn wieder die Bemerkung Herschel's überein, daß der Farbenbogen der Total-Reflexion im gebrochenen Lichte keine überzählige Nüance aufweist, sondern nur aus Gelb, Orange und Roth besteht. Diesen Bogen erhält man, wenn man eine Kathete des rechtwinklichen Prisma verdeckt, auf die Hypothenuse unter einer sehr schiefen Incidenz Licht fallen, und es nach der Brechung durch die freie Kathete ins Auge dringen läßt.

Wenn man auf den farbigen Gränzbogen des total reflectirten Lichtes plötzlich das Auge richtet, so fehlt nicht selten im Anfange der rothe Saum und kommt erst, wenn man ihn sucht, zum Vorschein. Eine Person, der ich den Farbenbogen zeigte, erwähnte nach Befragen bloß der violetten, blauen und grünen Farbe und wurde erst, nachdem ich sie darauf aufmerksam gemacht, den rothen Rand gewahr, da sie sich denn wunderte, daß er ihr anfangs gänzlich entgangen sey. Diefs spricht aber auch noch für den subjectiven Grund dieser Erscheinung.

XI. *Ueber den optischen Versuch des Hrn. G. Libri; von A. Beer.*

Mit dem optischen Versuche von Libri, dessen Beschreibung man in dem Supplemente zu Herschel's Optik von Quetelet, No. 28, und in Moigno's *Répertoire d'opt. mod. t. 2, p. 618*, findet, ist ohne Zweifel der folgende dem Wesen nach zu identificiren.

Auf ein Blatt weißes Papier zeichne man eine schwarze Linie von der Dicke eines Seidenfadens. Ueber diese Linie halte man in der Entfernung von einigen Zollen einen

schwarzen Seidenfaden so, daß dieser die Linie deckt. Betrachtet man alsdann Strich und Faden mit einem Auge, *indem man dieses so accomodirt, daß es einen zwischen Faden und Strich gelegenen Punkt am deutlichsten sehen würde*, so erblickt man den linearen Raum, in dem sich Strich und Faden decken, durch eine weiße Mittellinie der Länge nach in zwei parallele schwarze Theile getheilt. Neigt man den Faden um Weniges gegen den, wir wollen sagen senkrechten Strich, so vereinigen sich einerseits der obere Theil des Striches und der untere des Fadens, andererseits der obere Theil des Fadens und der untere des Striches, und zwar vermittelt eines kleinen schwarzen Bogens. Zwischen den beiden Verbindungs-Bögen aber, gerade an der Stelle, wo sich Faden und Strich decken, zeigt sich eine weiße Lücke in der Richtung der Linie, welche den spitzen Winkel des Striches und des Fadens halbirt. Läßt man eben diesen Winkel wachsen, so wird die weiße Lücke schmaler, indem gleichzeitig die Bögen sich immer mehr einerseits der Richtung des Fadens, andererseits der des Striches anschließen. Stehen endlich Faden und Strich aufeinander senkrecht, so bietet ihr Anblick nichts Bemerkenswerthes mehr dar. — Ersetzt man den schwarzen Strich durch einen ebenso dicken schwarzen Punkt und verfährt übrigens wie oben angegeben, so erblickt man auf dem Faden das Bild des Punktes, hervorgehoben durch größere Schwärze. Durch seine Mitte aber geht in der Richtung des Fadens ein heller Strich.

Ich habe den ersten Versuch auch in objectiver Weise angestellt, und zwar wie folgt. Vor die kreisförmige Oeffnung einer optischen Lampe spannte ich einen Seidenfaden in der Richtung eines Durchmessers auf. Wenige Zolle vor der Oeffnung wurde ein zweiter Faden senkrecht herabgelassen. Eine Sammellinse mit Diaphragma fing die von der Lampe ausgeschickten Strahlen auf und erzeugte von den beiden erleuchteten Fäden zwei (natürlich getrennte) Bilder. Liefs man nun erstlich, nachdem die Fäden parallel gestellt wurden, das Bild des von der Linse am weitesten entfernten Fadens auf einen weißen Schirm

fallen, so zeigte sich jenes ganz dunkel auf dem breiteren halbdunkeln Zerstreuungsbilde des näheren Fadens; Fig. 1 Taf. II. Als der Schirm von der Linse weiter fortgeschoben wurde, erblickte man das minder deutliche Bild des entfernteren Fadens dunkel auf dem schon mehr zusammengezogenen und dunkleren Bilde des näheren Fadens, Fig. 2 Taf. II.; dabei waren beide ihrer Länge nach durch einen hellen Streifen mitten durchschnitten. In einer gewissen Stellung des Schirmes wurden die Zerstreuungsbilder der Fäden gleich dick und gleich dunkel, Fig. 3 Taf. II.; alsdann erschien der Raum, wo sie sich deckten, durch einen hellen mittleren Streifen getheilt, der den ihn einschließenden dunkeln Streifen an Breite ungefähr gleich kam. Eine weitere Verschiebung des Schirmes machte das Bild des näheren Fadens deutlicher, dunkler und schmaler und liefs den mittleren hellen Streifen immer dünner werden. Es verschwand endlich der letztere vollständig, als der Schirm das deutliche Bild des näheren Fadens auf dem breiteren und minder dunkeln Zerstreuungsbilde des ferneren Fadens darbot, Fig. 4 Taf. II. — Wurde der eine Faden unter einem sehr spitzen Winkel gegen den anderen (senkrechten) eingestellt, so erschien im Allgemeinen im centralen Theile des Bildes eine helle gerade Linie, welche die Zerstreuungsbilder der Fäden in der ungefähren Richtung der Halbirungslinie ihres spitzen Winkels durchschnitt, und es schien der obere Theil des verticalen Bildes und der untere des schiefen, sowie andererseits der untere Theil des verticalen Bildes und der obere des schiefen einem einzigen Objecte anzugehören; dabei wurde die Verschmelzung der fremdartigen Theile durch die schwache bauchige Erweiterung, welche beide Bilder in der Mitte zeigen, vollständiger gemacht. Am schönsten zeigte sich diese Erscheinung, wenn die beiden Zerstreuungsbilder gleich dick und gleich dunkel waren; die Figur war dann symmetrisch in Bezug auf die Halbirungslinie des spitzen Winkels der Bilder. Zu beiden Seiten der hellen Theilungslinie, da, wo die Bilder sich deckten, wurde die grösste Dunkelheit beobachtet, Fig. 5 Taf. II. Ein Wachsthum des Neigungs-Winkels bewirkte

auch hier, daß die helle Theilungslinie abnahm und zuletzt, wenn jener ein Rechter geworden war, verschwand.

Wir wollen nun versuchen, die Erscheinungen des beschriebenen objectiven Versuches dem Wesentlichen nach zu erklären. Hierbei werden wir unterstellen, daß man es mit Fäden von verschwindender Dicke zu thun habe. Eine weitere Verfolgung sowie die Ausdehnung auf den subjectiven Versuch und den ganz ähnlichen Versuch von Libri unterlassen wir, da diese alsdann ganz nahe gerückt sind.

a. Auf der Axe der Linse ll Fig. 6 Taf. II. liege der leuchtende Punkt p , und zwischen ihm und der Linse die kleine undurchsichtige Kugel k . Von dem Punkte p fallen nur solche Strahlen auf ll , die zwischen den beiden Kegeln liegen, deren Spitze p ist, und von denen der eine den (kreisförmigen) Umfang der Linse zur Basis hat, der andere die Kugel k berührt. In dem Bilde p' des Punktes p convergiren daher nur solche Strahlen, die zwischen den Kegeln liegen, deren Spitze p' ist, und die zu Basen die Durchschnitte der ersterwähnten Kegel und der Linse haben (abgesehen hierbei von der Dicke der Linse). Hieraus folgt aber, daß sowohl die vorderen als auch die hinteren Zerstreuungsbilder des Punktes p die Gestalt eines Ringes haben. Das vordere Zerstreuungsbild auf der Ebene S' z. B. ist ein Ring, dessen Umfang den Durchmesser $l'l'$, und dessen Oeffnung den Durchmesser $o'o'$ hat. Diese Durchmesser sind für das hintere Zerstreuungsbild auf der Ebene S'' bezüglich $l''l''$ und $o''o''$. — Denken wir uns den Punkt p nicht leuchtend, sondern opak, und nehmen wir an, daß von der Seite des Punktes p nach der Linse hin mannichfach 'gerichtete Lichtstrahlen sich bewegen, so wird das Bild p' absolut dunkel auf hellem Grunde, und die Zerstreuungsbilder werden mehr oder minder dunkle Ringe auf hellem Grunde.

b. Ganz dieselbe Gestalt nehmen offenbar die Zerstreuungsbilder auch dann an, wenn die hindernde Kugel k nicht zwischen p und der Linse, sondern zwischen p und der (ausgedehnten) Lichtquelle liegt.

c. An die Stelle der hindernden Kugel k trete jetzt ein opaker, verschwindend dünner Faden F . Seine Projection sey f Taf. II. Fig. 7. Legt man durch F und die äußersten Ränder der Linse zwei Ebenen $E_1 l$, $E_2 l$, so tritt der Faden ersichtlich nur für solche Punkte als Hinderniß auf, die in den Räumen $E_1 l E_2$ und $l f l$ liegen. p sey ein solcher Punkt, p' sein Bild. Das Zerstreuungsbild auf der Ebene S wäre dann, wenn kein Hinderniß vorhanden wäre, ein Kreis, dessen Durchmesser oo ist. In Folge des Hindernisses wird dasselbe aber unterbrochen. Legt man nämlich durch p und den Faden F eine Ebene, hierauf eine zweite durch den Durchschnitt dieser Ebene mit der Linse und den Punkt p' — wo letztere Ebene den Schirm S trifft, wird dann das Licht von dem Faden F nicht abgehalten. Längs dieser Durchschnittslinie, die dem Faden parallel ist, erscheint das Zerstreuungsbild des Punktes p durch einen hellen Strich unterbrochen.

d. Die letzte Construction werde nun in dem Falle in Anwendung gebracht, wo zwei opake, unendlich dünne gegen einander geneigte Fäden zwischen der Lichtquelle und der Linse, senkrecht zur Axe der letzteren aufgespannt sind. Der Schirm werde in der Lage aufgepflanzt, daß die Zerstreuungsbilder der beiden Fäden F_1 und F_2 gleich dick und gleich dunkel werden; ihre Mittellinien seyen $m_1 m_1$ und $m_2 m_2$, Fig. 8 Taf. II. Das Bild des Fadens F_1 kann angesehen werden als der Complex der Zerstreuungskreise aller einzelnen Punkte des Fadens. Von diesen Zerstreuungskreisen ist aber ein Theil durch helle gerade Linien, die dem Faden F_2 parallel sind, durchbrochen. Legt man nämlich durch F_2 und die äußersten Ränder der Linse zwei Ebenen, so werden alle Punkte von F_1 , die zwischen diesen Ebenen liegen, unterbrochene, alle übrigen Punkte aber volle Zerstreuungskreise liefern. In der 8. Figur seyen 1, 2, 3...9 die Mittelpunkte dieser Kreise für die erst erwähnten Punkte, und in der 9. Figur seyen k_1 , k_2 , k_3 ... k_9 ihre aus einander gezogenen Zerstreuungskreise. In den letzteren nimmt nun die unterbrechende helle Linie, je nach der Entfernung des Punktes von der Axe, eine verschiedene

Lage ein. Indem wir nämlich von dem Punkte 1 nach dem Punkte 9 fortschreiten, tritt, wie man leicht findet, die unterbrechende helle Gerade, die dem zweiten Faden F_2 oder der Mittellinie $m_2 m_2$ seines Bildes immer parallel bleibt, in den unteren Theil des Zerstreuungskreises ein, rückt gegen den Mittelpunkt hin, den sie für den Punkt 5 erreicht, tritt in die obere Hälfte des Kreises ein, geht nach seinem Umfange hin und berührt diesen nur mehr in dem Bilde des Punktes 9. Rücken wir nun wieder die Zerstreuungskreise in ihre ursprüngliche Lage zurück und zeichnen in jedem die unterbrechende Linie, so erhalten wir die Figur 10. Da, wo das aus den Kreisen zusammengesetzte Zerstreuungsbild des Fadens F_1 von den geraden unterbrechenden Linien durchzogen wird, muß jenes ersichtlich eine größere Helligkeit als sonstwo zeigen. Und diese Helligkeit wird um so größer seyn, je näher jene Linien einander zu liegen kommen, d. i. je kleiner der Winkel zwischen den Fäden ist. Die 11. Figur stellt den aus dem Vorhergehenden sich ergebenden Zustand der Beleuchtung auf dem Zerstreuungsbilde des Fadens F_1 dar. Ganz analoge Verhältnisse finden für das Bild des zweiten Fadens statt, merklich dieselben, wenn die gegenseitige Entfernung der Fäden gegen ihren Abstand von der Linse nur klein ist. Und die beiden Bilder der Fäden zur Deckung gebracht, ergibt sich ein mit Fig. 5 übereinstimmendes Bild.

Wenn die Fäden senkrecht auf einander sind, so kommen in Fig. 10 die unterbrechenden Linien senkrecht auf die Mittellinie zu stehen, da denn keine merkliche Unterbrechung in den Zerstreuungsbildern wahrgenommen werden kann. In dem Falle endlich, wo die Fäden einander parallel sind, fallen alle unterbrechenden Linien, ohne dabei von irgend einem Zerstreuungsbilde gedeckt zu werden, in die Mittellinie. Jedes der Zerstreuungsbilder der Fäden wird daher alsdann durch eine mittlere helle Linie unterbrochen; hier erreicht der stärker erleuchtete Theil der Zerstreuungsbilder ein Maximum der Helligkeit.