

V.

Ueber

einige prismatische Farbenerscheinungen ohne Prisma, und über die Farbenzerstreuung im menschlichen Auge,

von

Dr. MOLLWEIDE,

Lehrer an dem Padagogio zu Halle.

In einem Aufsatze in Voigt's *Magazin*, B. 7, S. 52, beschreibt Herr Dr. Nordhof, Arzt zu Melle im Osnabrückischen, einige ohne Prisma wahrzunehmende Farbenerscheinungen, die denen, welche das Prisma giebt, wenn man dadurch dunkle Gegenstände auf hellem, oder helle Gegenstände auf dunkelm Grunde betrachtet, völlig analog sind.

Um diese Erscheinungen hervor zu bringen, darf man nur, indem man z. B. die horizontale Sprosse eines ins Freie gehenden Fensters betrachtet, vermittelt eines vor die Stirn gehaltenen dicken undurchsichtigen Papiers, (oder auch mit der bloßen vor die Stirn gelegten Hand,) das Gesichtsfeld von oben herab begränzen, so daß der helle Zwischenraum zwischen dem Rande des Papiers oder der Hand und dem der Fenster(sprosse nur einige Linien breit erscheint. Man wird dann die Sprosse oben

mit einem blauen, unten mit einem gelben Rande umgeben sehen, eben so, wie wenn man sie durch ein Prisma, den brechenden Winkel desselben nach unten gekehrt, betrachtet hätte, nur daß die Farben nicht so lebhaft sind; auch wird man nichts von dem rothen und violetten Rande gewahr, den man durchs Prisma noch neben dem gelben und blauen Rande erblickt. Begränzt man das Gesichtsfeld auf die angezeigte Art von unten herauf, so zeigen sich die Ränder umgekehrt, und so, wie durchs Prisma, wenn man den brechenden Winkel nach oben kehrt. Vertical stehende Sprossen durchs Prisma, so daß der brechende Winkel nach der linken Seite gekehrt ist, betrachtet, zeigen Erscheinungen, die denen analog sind, welche durch die Begränzung des Gesichtsfeldes von der Rechten nach der Linken zu entstehen, und dasselbe findet auch bei der umgekehrten Lage des Prisma und der Begränzung des Gesichtsfeldes von der Linken zur Rechten Statt.

Herr D. Nordhof wendet auf diese Erscheinungen die von Herrn von G ö t h e in seinen Beiträgen zur Optik gewählte Ansicht der durchs Prisma wahrzunehmenden farbigen Ränder an, nach welcher die an die verschiedenen Seiten des Hellen oder Dunkeln fallenden Farbenfäume als zwei entgegen gesetzte Pole betrachtet werden, wovon der eine immer den andern, wie sich Herr D. Nordhof ausdrückt, hervor ruft. Diese Art, die Phänomene zu bezeichnen, kann, wofern diese nicht

gewisser Mafsen isolirt werden sollen, für nichts weiter gelten, als für eine in metaphorische Redensarten eingekleidete Darstellung der Erscheinungen selbst, und des steten Beisammenseyns zweier farbigen Ränder. Sollen die Erscheinungen aber erklärt werden, so muß der Zusammenhang derselben *) mit dem allgemeinen Phänomene der Zerlegung des Lichts durchs Prisma dargezhan werden. Denn, wie Haüy sehr richtig in der Einleitung zu seiner Physik bemerkt, „*le but d'une théorie est de lier à un fait général ou au moindre nombre de faits généraux possible tous les faits particuliers, qui en dépendent.*“

Dafs nun auf diese Weise die Erscheinungen der gefärbten Ränder durchs Prisma nicht allein von Newton selbst, sondern auch von denen, die mit seiner Theorie vertraut waren, genugsühend erklärt worden sind, hat der verewigte Gren schon längst erinnert; **) er selbst hat die von verschiedenen Umständen abhängenden Modificationen in den Erscheinungen, so wie sie Herr von Göthe beschrieben hat, aus eben der Newtonischen Farbenchtheorie deutlich entwickelt.

Was jetzt die von Herrn D. Nordhof beschriebenen Phänomene betrifft, so hat Newton ihrer gleichfalls schon erwähnt, und sie mit seiner

*) Das heifst, der durch das Prisma wahrgenommenen.
d. H.

**) *Neues Journal für die Physik*, B. 7, S. 3.

Theorie in Verbindung gebracht. Denn gleich nach der Stelle seiner Optik, *) wo er von den farbigen Rändern, die man durchs Prisma wahrnimmt, handelt, heisst es: „Porro quod de coloribus, quos „prismata exhibeant, dictum est, idem facile de „coloribus, quos telescopiorum microscopiorum „vitra, vel etiam oculi ipsius humores exhibeant, „intelligi poterit. Etenim si vitrum objectivum te- „lescopii crassius sit ab una parte quam ab altera, „vel si dimidia pars vitri, vel *dimidia pars pupillae* „oculi, corpore aliquo opaco obtigatur: utique id „vitrum objectivum vel ea ipsius pars, *oculive pu- „pillae pars*, quae non sit obiecta, considerari po- „terit ut cuneus lateribus curvis. Omnis autem „cuneus e vitro vel ex alia ulla materia pellu- „cida, eundem, ac prisma, in refringendo lumine „inter transmittendum, effectum obtinet.“ Die Richtigkeit der hier von Newton gegebenen Erklärung wird man nicht in Zweifel ziehen, so bald man jemanden den von Herrn D. Nordhof beschriebenen Versuch machen lässt, und auf das, was in dessen Auge vorgeht, Acht hat. Denn es zeigt sich alsdann, dass der Schatten des Papiers oder der Hand mehr als die Hälfte der Pupille bedeckt; weshalb nur auf einen Theil der KrySTALLINSE, welcher als ein Prisma mit krummen Seitenflächen angesehen werden kann, Strahlen fallen können.**)

*) Optices, Lib. I, Part. II, Prop. VIII.

**) Wäre es die Meinung Newton's in der eben

Es kommt hierbei aber noch ein Umstand in Betracht, welcher den Grund enthält, warum man gerade in diesem Falle gefärbte Ränder wahrnimmt, und sonst nicht. Dies ist die auch über den unbeschatteten Theil des Auges sich gleichförmig erstreckende Erweiterung der Pupille, welche dadurch, daß einem beträchtlichen Theile des Au-

angeführten Stelle, daß eine sphärische Glaslinse, oder daß die brechenden Feuchtigkeit im Auge, dadurch, daß man die Hälfte der Linse oder der Pupille mit einem dunkeln Körper bedeckt, einem Prisma in Hinsicht der Strahlenbrechung ähnlicher würden, als sie es zuvor waren, und daß deshalb in ihnen Farbenercheinungen eintreten oder sichtbar werden könnten, die zuvor nicht Statt fanden oder nicht wahrzunehmen waren; — so ist, wenn ich mich nicht sehr irre, der große tief denkende Mann hier in einem leichten Irrthume in einer Nebensache, auf die es, wie es mir scheint, in dieser Stelle nicht ankam. Denn offenbar will Newton in ihr nichts weiter sagen, als daß daraus, daß und wie beim Brechen der Lichtstrahlen im Prisma Farben entstehen, auch die Farben bei der Brechung durch sphärische Gläser oder im Auge, (wenn solche da ist,) sich erklären lassen, da man sich diese wie Prismen mit krummen Flächen denken könne. Ein Schnitt senkrecht durch die Achse der Linse hat die Gestalt zweier unendlich kurzer Prismen mit convexen Seiten und entgegen gesetzt gekehrten brechenden Winkeln, und also unendlich vieler Prismen mit ebenen Seiten, von unendlich viel brechenden Winkeln der Art, daß sie parallele Strahlen alle nahe in einem Punkte

ges das Licht entzogen ist, verursacht wird, und die man gleichfalls in des Versuchsanstellers Auge bemerken kann. Dadurch tritt beim Auge eben der Fall ein, wie bei einem gemeinen Fernrohre, bei welchem die Oeffnung des Objectivs zu groß ist. *)

zusammen brechen, diejenigen so wohl, deren brechender Winkel homolog, als die, bei denen er entgegen gesetzt liegt. Die ganze Linse lässt sich durch Umdrehung dieses Schnitts um die Achse entstanden denken. Hierauf beruht die Vergleichung der Linse mit dem Prisma; hieraus erhellt aber auch, wenn ich mich nicht irre, daß es in den Farbenercheinungen durch Brechung in einer Linse keinen wesentlichen Unterschied machen kann, ob die Hälfte derselben bedeckt wird, oder nicht. In beiden Fällen wird die krummlinige Begrenzung des Gesichtsfeldes am Rande der Linse mit farbigen Säumen, und zwar unter einerlei Umständen mit Farbenrändern von einerlei Art erscheinen, im zweiten Falle aber die geradlinige, durch den Mittelpunkt der Linse gehende Begrenzung entweder ganz farblos oder höchst wenig violett erscheinen müssen, sie begrenze das Gesichtsfeld von unten oder von oben her. Und ist das richtig, wie mir es scheint, so möchte der Nordhofsche Versuch schwerlich dazu dienen können, eine Strahlenbrechung im Auge zu bewähren; vielmehr aus andern Gründen, als den von dem scharfsinnigen Verfasser dieses Aufsatzes hier angegebenen, abzuleiten seyn.

d. H.

*) Doch nur, im Falle das Auge nicht vollkommen achromatisch wäre.

d. H.

Man darf hieraus nicht etwa die Folge ziehen wollen, daß wir des Abends beim Kerzenlichte, welches ungleich schwächer als das Sonnen- oder Tageslicht, und wo also die Pupille gleichfalls erweitert ist, auch farbige Säume an den Gegenständen wahrnehmen müßten, welches doch nicht der Fall ist. Denn wenn auch das Kerzenlicht in Farben zerlegt wird, so sind doch diese in eben dem Grade schwächer, als das Kerzenlicht schwächer als das Sonnenlicht ist. Man kann sich sehr leicht davon überzeugen, wenn man des Abends das durch die Brechung des Kerzenlichts im Prisma hervor gebrachte Farbenbild *) in eine schattige Stelle des Zimmers fallen läßt, und es mit einem weißen Papiere auffängt, da dann die Farben bei weitem so lebhaft nicht sind, als wenn man den Versuch beim Sonnenlichte anstellt. Diese Schwäche der Farben des Kerzenlichts macht die davon im Auge entstehenden Farbensäume an den Gegenständen für unsre Empfindung unmerklich. **)

Uebrigens erhellt aus dem Beigebrachten, daß die Regenbogenhaut für das Auge eben das, was die Blendung bei einem Fernrohre ist, daß ihr also Herr Sömmerring den Namen der Blendung sehr schicklich beigelegt hat.

*) Es fehlen in diesem Farbenbilde die rothe, blaue und violette Farbe. Die Ursache davon ist leicht anzugehen. M.

**) Hierin kann ich dem Herrn Verfasser nicht ganz beistimmen. d. H.

Ich muß noch eines Umstandes erwähnen, den Herr D. Nordhof nicht berührt hat, und der wohl Manchem, der den von ihm beschriebenen Versuch anstellt, auffallen könnte. Dies ist der Halbschatten, welchen man an dem vor das Auge gehaltenen undurchsichtigen Gegenstande wahrnimmt. Er rührt von den Zerstreungskreisen auf dem Boden des Auges her, in welche sich die Bilder von den Punkten des Randes des zu nahe ans Auge gebrachten Körpers ausbreiten. *) Dieser Halbschatten breitet sich über die ganze Fenstersprosse zu beiden Seiten aus, und macht, daß sie dunkler und mit bestimmtem Umriss erscheint. Auch trägt er dazu bei, daß man den schwächern blauen Farbensaum wahrnimmt. Denn das Gelbe ist für sich schon lebhaft genug, um empfunden zu werden.

Das Resultat nun, welches aus dem Obigen hervor geht, ist, daß das Auge nicht in dem Sinne achromatisch ist, wie Euler glaubte, **) und daß

*) Jurin in Smith's *Lehrbegriff der Optik*, S. 485 491 der Kallnerischen Bearbeitung. M.

**) Ich glaube schon oben, S. 332, Anm., es sehr zweifelhaft gemacht zu haben, daß der Nordhoffsche Versuch eine im Auge vorgehende Farbenzerstreuung darzuthun vermöge: daher möchte ich diesen Schluss nicht anerkennen, selbst wenn sich auf keine Art angeben ließe, woher in dem Nordhoffschen Versuche die farbigen Ränder rühren. Das scheint mir aber überdies mit ziemlicher Zuverlässigkeit sich nachweisen zu lassen. Sie entstehen nicht durch Bre-

die Hypothese, welche Hube im 29ten Briefe
des dritten Bandes seines schätzbaren Unterrichts

in

chung, wie Herr Dr. Nordhof und der Herr Verf. deshalb als ausgemacht anzunehmen scheinen, weil sich in ihnen dieselbe Regel wie in den farbigen Rändern im Prisma zeigt; sondern sie entspringen durch Brechung des Lichts, zwischen zwei dunkeln durch gerade und parallele Linien begrenzten Körpern, dem Rande der horizontalen Fensterrüste und dem Rande des horizontal gehaltenen Papiers. Dafs zwischen zwei solchen parallel einander sich nähernden Körpern eine Farbenzerstreuung durch Reflexion vor sich gehe, zeigten schon die Farbensäume in Grimaldi's Versuchen, welche Newton zwar weiter verfolgt hat, mit welchen er aber, weil er einen sehr einfachen Umstand überseh, nicht ganz auf das Reine gekommen ist. Der Leser wird in einem der folgenden Stücke der Annalen eine neue und glücklichere Bearbeitung dieses Theils der Optik, durch einen englischen Physiker, finden. Aus den von diesem entwickelten Gesetzen der Brechung des Lichts, scheint mir der Nordhofsche Versuch sich genügender erklären zu lassen, so weit ich darüber nach einer flüchtigen Ueberlegung urtheilen kann; und zwar auch der von dem Herrn Verfasser dieses Aufsatzes nicht berührte Umstand, dafs die das Auge begrenzende Schneide, (z. B. die Hand oder das Papier, ebenfalls mit farbigem Rande, und zwar mit rothlichen Farben erscheint, sie mag das Auge von unten oder von oben her begrenzen. (Voigt's Magazin, B. 7, S. 55.)

d. H.

in der Naturlehre zum Behufe der Farbenlosigkeit des Auges aufstellt, wohl nicht gegründet ist.

Euler's Hypothese wurde schon von d'Alembert in Zweifel gezogen. Er erklärt sich darüber in der Vorrede zum 3ten Bande seiner *Opuscles*, und giebt nachher im dritten Kapitel des 11ten *Memoire* die Bedingungsgleichung für die Auflösung der Farbenzerstreuung im Auge. Er braucht sie aber selbst nicht, sondern zeigt aus andern Gründen, daß die Abweichung wegen der Farbenzerstreuung im Auge als unmerklich betrachtet werden könne. Dasselbe Resultat bringt Maskelyne *) durch eine Berechnung der Farbenzerstreuung selbst, wobei sich freilich manches erinnern ließe, heraus.

*) *Philosoph. Transact.*, Vol. LXXIX, übersetzt in *Göten's Journal der Physik*, B. II, S. 370.