

man müßte hier denselben, nahe gleichzeitigen Irrthum für Personen in verschiedenen Orten annehmen. Immer bleibt freilich die Möglichkeit dahin gestellt, daß dennoch in jener Nacht elektrische Entladungen vorkamen, die sich mitunter wie entferntes Wetterleuchten darstellten. Allein die merkwürdige Beobachtung in Gladbach bezieht sich unzweifelhaft nicht auf ein Gewitter; und nur, um darauf aufmerksam zu machen, daß möglicher Weise im Verlaufe des 8. Januar 1850 die Erde in eine Region gekommen sey, in der mehrere Meteormassen an ihr vorüberzogen, und dort ihr nahe, die Bedingungen zum Erglühen (Verbrennen) vorhanden, habe ich diese Nebenbeobachtungen noch beizufügen gewagt.

Sternwarte zu Bonn, den 7. Mai 1850.

XII. Ueber die Ursachen des Glanzes und der Irradiation, abgeleitet aus chromatischen Versuchen mit dem Stereoskop; von H. W. Dove.

Die Beschreibung dessen, was man sieht, wenn man dem rechten Auge eine andere Farbe darbietet als dem linken, fällt bei verschiedenen Beobachtern sehr verschieden aus. Einige sehen abwechselnd eine Farbe nach der andern, einige farbige Flecke der einen neben farbigen Flecken der andern, endlich einige die aus beiden Farben entstehende Mischungsfarbe. Streng genommen liegt in dieser Beschreibung das Gemeinsame, das alle zugeben, daß unter gewissen Bedingungen eine Combination beider Farben möglich sey, denn das Nacheinander muß einen Durchgangspunkt haben, wo die abklingende Farbe eben so stark wird als die in das Bewußtseyn tretende, das Nebeneinander muß Stellen des Uebergangs haben, da die Flecke neben einander sich nicht scharf gegen einander abgränzen.

Es sind diels also dieselben Zustände, welche sich bei der dritten Art auf längere Zeit hervorbringen lassen.

Dafs durch complementäre Polarisationsfarben beleuchtete farbige Flächen sich zu Weiss neutralisiren, habe ich früher gezeigt (Berichte der Berl. Acad. 1841 p. 251), später (ib. 1850 p. 152) die Bedingungen entwickelt, unter welchen bei Flächen, welche durch prismatische Farben beleuchtet sind, die Mischungsfarbe hervortritt, wenn Spectra durch binoculare Combination zum Decken gebracht werden. Bei den nachfolgenden Versuchen waren hingegen die im Stereoskop gesehenen Flächen in der Regel farblos, weiss oder schwarz, die Umrisse der beiden Projectionen hingegen durch verschiedenfarbige Linien dargestellt. Bevor wir aber zur Erörterung derselben übergehen, müssen wir vorher untersuchen, was eintritt, wenn der Farbeneindruck für beide Augen derselbe ist.

Werden beiden Augen im Stereoskop dieselben Farben dargeboten, so combiniren sich diese in eben der Weise, als wenn die Zeichnungen weiss auf schwarzem Grund oder schwarz auf weissem Grund angeführt sind. Für dioptrische Farben erhält man diels am besten, wenn man die Zeichnung weiss auf schwarzem Grund ausführt und durch ein grosses beide Augen bedeckendes Glas betrachtet. Für katoptrische Farben ist es am besten, die Umrisse mit lebhaften Farben auf weissem Grund zu entwerfen.

Dasselbe gilt für subjective Farben. Betrachtet man durch ein farbiges Glas bei vollkommenen Ausschluss des diffusen Tageslichts eine auf einem weissen Bogen mit schwarzen Linien ausgeführte Zeichnung, so sieht man das Relief mit schwarzen Kanten in der durch das Glas hervorgerufenen farbigen Beleuchtung. Hält man hingegen das farbiges Glas in einiger Entfernung vom Auge, so dafs das weisse zerstreute Tageslicht das Auge ebenfalls trifft, so erscheinen die schwarzen Linien lebhaft subjectiv gefärbt und desto lebhafter, je länger man die Zeichnung betrachtet, in einem durch Kobalt blau gefärbten Glase roth, in einem rubinrothen Glase bläulich grün. Dieselbe Fär-

bung zeigt sich an den Kanten des Reliefs, wenn man mit beiden Augen durch das farbige Glas in das Stereoskop sieht, diese Linien mögen nun gerade oder gekrümmte seyn.

Ich zeichnete nun auf weißen Grund mit rothen Linien die Projection einer Pyramide, welche ein convexes Relief darstellte, und über derselben Grundfläche mit blauen Linien die Projection einer gleichen Pyramide, welche bei stereoskopischer Combination hohl erscheint. Das zweite Blatt enthielt die entsprechenden Projectionen mit denselben Farben. Hätten sich die Eindrücke in gleicher Weise combiniren lassen als ihre beiden Componenten, so hätte die senkrechte Axe der convexen rothen Pyramide die Verlängerung gebildet der ebenfalls senkrechten Axe der hohlen blauen Pyramide. Es ist aber hier unmöglich ein Relief zu erhalten, man sieht stets einen von einem Sechseit umschlossenen sechseitigen Stern, dessen sämtliche Linien aus nebeneinander liegenden blauen und rothen Linien gebildet sind. Hierbei tritt die sonderbare Erscheinung ein, dafs die Ansicht mit einem Auge in viel höherem Grade den Eindruck eines Körpers macht, als die mit zwei Augen, weil im ersteren Falle zwei perspective Zeichnungen an einen Körper erinnern und detswegen zwei schiefe Pyramiden nach entgegengesetzten Seiten sich über die Grundfläche zu erheben scheinen, indem die Farbe das Zusammengehörige in zwei Gruppen sondert. Betrachtete ich nun die im Stereoskop binocular gesehene complicirte ebene Figur durch ein blaues Glas, so erschien die convexe Pyramide gebildet durch rothe Linien, betrachtete ich sie hingegen durch ein rothes Glas, so erschien die hohle Pyramide gebildet durch blaue Linien. Im ersten Falle nämlich verschwanden die blauen Linien fast vollständig in einer blauen Beleuchtung, während die durch das blaue Glas absorbirten rothen Linien wie schwarze wirkten und sich daher rüthlich subjectiv färbten, hingegen orange, wenn das blaue Glas durch Hinzufügung eines schwach grünen prismatisch untersucht homogen war. Im letzten Falle verschwanden die rothen in der rothen Beleuchtung und die

blauen Linien verbanden sich subjectiv gefärbt zu einem Relief. Die in der gleichen farbigen Beleuchtung nicht vollkommen verschwindenden Linien lagen in beiden Fällen gesondert in der Grundfläche der Pyramide neben einander.

Das Ergebniss dieses Versuches ist merkwürdig. Jedem Auge werden zwei Ansichten dargeboten und dadurch ist eine doppelte Verbindung dieser vier Ansichten möglich. Hält das Auge die Identität des Umrisses fest und bekümmert es sich nicht um die Ungleichheit der Farbe, so muß es zwei ebene Darstellungen sehen aus verschiedenen Farben zusammengesetzt. Das geschieht, wenn die Intensität der vier Bilder dieselbe ist. Wird diese aber sehr ungleich in Beziehung auf das körperlich zusammengehörige und das nicht dazu gehörige, so tritt die Identität des Umrisses zurück gegen die Vorstellung des Reliefs.

Aus diesen Versuchen geht hervor, daß die Anforderungen, welche wir an die Vorstellung des Reliefs machen, strenger sind als die, welche bei den Beziehungen stattfinden, welche in einer Ebene liegend vorgestellt werden. Dafür spricht auch folgender Versuch. Ich zeichnete von einer sechsseitigen Pyramide für ein Auge die Projection vollständig, für das andere die Grundfläche und drei Seitenkanten und erhielt nur die halbe Pyramide, die einzeln gebliebenen drei Seitenkanten lagen flach auf dem Boden der Pyramide und erhoben sich erst, als die entsprechenden in der andern Zeichnung hinzugefügt wurden. Hingegen ergänzten sich die Grundkanten, wenn sie alternierend in jeder der beiden Zeichnungen fehlten, zu einem gemeinsamen Umriss.

Dennoch kann auch der stereoskopischen Anschauung zu Hülfe gekommen werden. Ich nahm ein Bergkrystallprisma, in welchem, wenn es als Prismenstereoskop gebraucht wurde, also das durch das Prisma gesehene Bild mit dem mit bloßem Auge betrachteten combinirt wurde, zwei nahe neben einander liegende Bilder gleicher Intensität erzeugt wurden. Es ist klar, daß nur eins dieser Bilder, das mit bloßem Auge gesehene decken konnte. Den-

noch erschien das Relief sehr deutlich aber mit verdoppelten Kanten, vielleicht deswegen, weil die Lichtstärke des mit bloßem Auge gesehenen Bildes die Summe der Intensitäten der beiden durch das Prisma gesehenen Bilder war.

Als Uebergang der Erscheinungen, welche sich zeigen, wenn bei stereoskopischen Versuchen den beiden Augen verschiedene Farben dargeboten werden, wollen wir zunächst untersuchen, was eintritt, wenn weiß und schwarz stereoskopisch combinirt werden.

Ich zeichnete die Projection für das eine Auge mit weißen Linien auf matt schwarzen Grund, für das andere Auge mit schwarzen Linien auf weißen Grund. Bei stereoskopischer Combination erhält man einen höchst merkwürdigen Anblick. Das Relief von grauen Flächen begrenzt, die wie Graphit glänzen, zeigt Kanten, die ihrer ganzen Länge nach aus blendend weißen und tief schwarzen einander seitlich berührenden Linien begrenzt sind. Liegt das schwarze Blatt mit den weißen Linien vor dem linken Auge, das Blatt mit den schwarzen Linien auf weißem Grund vor dem rechten, so liegen die weißen Linien rechts neben den schwarzen, vertauscht man die Blätter vor den Augen, so kehrt sich auch die Anordnung der Linien um. Die seitliche Verschiebung ist daher immer eine gekreuzte.

Genau wie Weiß und Schwarz verhalten sich Farbencombinationen unter einander und mit Weiß, sie mögen nun dioptrisch oder katoptrisch hervorgebracht seyn. Um die Combination dioptrischer Farben mit Weiß und dieser unter einander zu erhalten, bedient man sich Zeichnungen, die mit weißen Linien auf schwarzem Grund entworfen sind. Im ersten Falle hält man nur vor das eine Auge ein farbiges Glas, im letzteren vor beide, aber vor das eine Auge ein anders gefärbtes als vor das andere. Den schönsten Anblick gewährt das Relief, wenn ein tief blaues und rothes Glas combinirt werden. Das Relief erscheint in violetter Beleuchtung mit prachtvollen aus rothen und blauen einander parallel berührenden Linien bestehenden

Kanten. Aber auch bei einander nahe stehenden Farben bestehen die Kanten aus der ganzen Länge nach einander berührenden Farben und zwar ist die seitliche Verschiebung eine gekreuzte, d. h. die mit dem linken Auge gesehene Farbe erscheint rechts, die mit dem rechten Auge gesehene links.

Ganz analog sind die Erscheinungen bei der Combination katoptrischer Farben. Hier werden die Umrisse auf weißem Grund mit für die beiden Augen verschiedenen Pigmenten ausgeführt. Um dioptrische mit katoptrischen Farben zu combiniren, betrachtet man eine auf schwarzem Grund mit weißen Linien ausgeführte Zeichnung durch ein vor das eine Auge gehaltenes Glas, mit dem andern bloßen Auge eine mit farbigen Linien auf weißem Grund ausgeführte. Die Ergebnisse bei allen diesen Versuchen sind dieselben.

Sehr merkwürdig sind folgende Erscheinungen, die ich eben deswegen auch von andern Beobachtern mir habe durch Wiederholung mit gleichem Erfolg bestätigen lassen. Ich zeichnete mit weißen Strichen auf schwarzen Grund über derselben Grundfläche die Projection einer convexen und concaven Pyramide, auf ein zweites Blatt nur die Projection derselben convexen Pyramide für das linke Auge. Brachte ich nun das rubinrothe Glas vor das linke Auge, während die erste Zeichnung sich vor dem rechten Auge ohne Farbenglas befand, so erschien die Pyramide und die Projection, aber es hing von meiner Willkühr ab, die Pyramide aus weißen und rothen Kanten bestehend zu sehen, und die Projection dann aus weißen Linien, oder die Pyramide mit weißen Kanten und die Projection dann aus weißen und rothen Linien. Ich habe genau dieselben Resultate mit den verschiedensten katoptrischen und dioptrischen Combinationen erhalten. Es geht daraus hervor, daß sich eine Projection als Contour mit einer andern zum Relief verbinden kann, und mit einer zweiten Projection als Farbe. Als Analogon dieses Versuches in dem Sinne, daß eine Zeichnung für zwei andere die Rolle des entsprechenden

Bildes übernimmt, kann der mit dem Bergkrystallprisma angestellte früher erwähnte Versuch gelten.

Dieselben Erscheinungen, welche wir mit objectiven Farben erhalten, zeigen sich auch mit subjectiven. Die auf weißem Grund mit schwarzen Linien ausgeführten Zeichnungen betrachtete ich im Stereoskop, indem ich vor das eine Auge das rubinrothe Glas hielt, vor das andere das durch Kobalt blau gefärbte, und zugleich beide Augen durch das diffuse weiße Tageslicht treffen liefs. Auch hier bestanden alle Kanten des in voller Deutlichkeit hervortretenden Reliefs aus zwei parallelen ihrer ganzen Länge nach einander berührenden farbigen Linien, bläulich grün und roth, die durch den Gegensatz sehr lebhaft erscheinen. Zweckmäfsig hierbei ist, wenn die Durchsichtigkeit der Gläser sehr verschieden ist, diese Ungleichheit dadurch zu compensiren, dafs man die durch das helle Glas gesehene Zeichnung verhältnißmäfsig schwächer beleuchtet. Auch diese subjectiven Farben erschienen kreuzweise verschoben; hielt man nämlich das rubinrothe Glas vor das linke Auge, das blaue vor das rothe, so erschienen die bläulich grünen Linien rechts neben den rothen.

Ich zeichnete auf ein rothes und auf ein grünes Papier mit schwarzen Linien die Projectionen eines Körpers, wie sie der Ansicht des rechten und linken Auges entsprechen. Im Stereoskop gleichzeitig gesehen, erschien das Relief mit schwarzen Kanten auf fast farblosem Grunde. Betrachtete ich hingegen dieses Relief durch ein vor beide Augen gehaltenes violettes Glas, so erschien der Körper auf weißem Grunde mit Kanten, die aus hellblauen und dunkelbraunen einander berührenden Parallellinien zusammengesetzt waren. Auch in diesem Falle waren die neben einander sichtbaren Farben die, welche man einzeln erblickte, wenn man abwechselnd durch das violette Glas mit dem einen oder mit dem andern Auge die Zeichnungen betrachtete.

Alle bisher beschriebenen chromatischen Versuche wurden mit dem gewöhnlichen Wheatstone'schen Stereoskop

und mit gleichem Erfolge mit den von mir in der folgenden Notiz beschriebenen verschiedenen Prismenstereoskopen angestellt. Sie können daher weder durch die bei Spiegelungen belegter Glasflächen entstehenden Nebelbilder, noch durch Fehler der Zeichnungen erklärt werden. Ihre Erklärung muß daher in der Structur des Auges selbst gesucht werden.

Dafs das Auge nicht vollkommen achromatisch ist, ist seit Fraunhofers Untersuchungen anerkannt und durch spätere Versuche bestätigt. Es giebt dafür einen sehr einfachen Beweis, eine Beobachtung, die vor zwölf Jahren von Hrn. Plateau und von mir unabhängig von einander gemacht wurde. Betrachtet man nämlich durch ein violettes Glas, welches bei prismatischer Analyse die Enden des Spectrums hindurchläßt, dessen Mitte aber verlöscht, eine Lichtflamme, so sieht man in der Weite des deutlichen Sehens die Lichtflamme violett, in einer gröfseren Entfernung eine rothe Flamme in einer gröfseren blauen, welche nach allen Seiten hin die erste übergreift und desto breiter umsäumt, je weiter die Lichtflamme sich vom Auge entfernt, in gröfserer Nähe als die Sehweite hingegen die violette Flamme von einem scharfen rothen Baud umsäumt. Aus einer mittleren Entfernung sieht ein weitsichtiges Auge das letztere, wenn ein kurzsichtiges das erstere wahrnimmt. Ich habe seit dieser Zeit, um auf diese Weise die Sehweite zu prüfen, hunderte von Individuen untersucht, und nie ein Auge gefunden, welches für alle Entfernungen der Bedingung der Achromasie entspräche. Was für ein Auge hier gesagt wird, gilt ebenso, wenn beide Augen durch dasselbe violette Glas die Lichtflamme betrachten. Bekannt mit diesen Erscheinungen fiel es mir auf, dafs ich bei der stereoskopischen Betrachtung weißer auf schwarzen Grund gezeichneter Umrisse, wenn sie durch farbige für beide Augen verschiedene Gläser betrachtet werden, die Breite der Farbensäume in demselben Verhältnifs sah, als bei den früheren Versuchen mit der Lichtflamme diesseits und jenseits der mittleren Sehweite, es lag daher nahe
in

in der Nichtachromasie des Auges den Grund der erwähnten stereoskopischen Erscheinungen zu suchen.

Ich betrachtete daher eine feine weifs auf schwarzem Grund gezeichnete Linie nach einander mit den einzelnen oben angewendeten farbigen Gläsern, und fand, dafs die Linie, um durch das rothe Glas deutlich gesehen zu werden, weiter vom Auge entfernt werden mufste, als bei Betrachtung durch das blaue. Diefs ist analog dem von Brewster (*Report. of the British Assoc.* 1848 p. 48) für Pigmente erhaltenen Ergebnifs. Ich schichtete nun verschiedene aus einem dünnen Brett geschnittene Vierecke von verschiedener Gröfse und mit lebhaften Farben gemalt so über einander, dafs sie im verjüngten Maafsstab treppentartig über einander lagen, indem die Ränder der unteren über die der darauf gelegten kleineren hervorragten. Solcher Pyramiden wurden zwei neben einander gebildet, in denen die gleich grofsen Stufen entgegengesetzt gefärbt waren, so dafs die eine Pyramide mit einer blauen, die andere mit einer rothen Grundfläche begann. Es erschien nun ein blaues Viereck über einer rothen Grundfläche stets höher, als das rothe über der blauen, so dafs bei weiterem Aufbau die Pyramiden einander abwechselnd an Höhe übertrafen. Aus diesen Versuchen folgt, dafs die Convergenzlinien beider Augen bei deutlichem Sehen für rothes Licht einen spitzeren Winkel bilden als für blaues. Hält man daher vor beide Augen dasselbe farbige Glas, so wird sich das Accommodations-Vermögen beider ändern müssen, wenn man mit der Farbe des Glases wechselt. Für die, welche mit beiden Augen gleich gut sehen, wird das Accommodationsvermögen bei dem gewöhnlichen Sehen für beide Augen stets dasselbe seyn, proportional nämlich dem Winkel der Convergenzlinien beider Augen. Hält nun ein solcher Beobachter vor das eine Auge ein farbiges Glas, vor das andere Auge ein anderes farbiges, so stellt er den Augen die Aufgabe das gleiche Accommodationsvermögen beider oder wenigstens das Verhältnifs desselben unter der Voraussetzung, dafs es für beide Augen nicht gleich sey,

zu verändern, und da dieser Aufgabe nicht genügt werden kann, so werden sich die Bilder nicht decken, sondern aus sich kreuzenden Richtungen auf eine Fläche projectirt werden, die nicht im Durchschnittspunkte beider Richtungen liegt; und in der That dieselben Erscheinungen wie im Stereoskop treten freilich weniger deutlich auch bei gewöhnlichem binocularem Sehen eines mit weissen Linien auf schwarzem Grund gezeichneten Gegenstandes hervor, nämlich ein paralleles Nebeneinanderlegen einander berührender farbiger Linien, wenn man mit dem rechten Auge durch ein Glas ihn betrachtet, dessen Farbe eine andere ist, als die des Glases, durch welches er gleichzeitig mit dem linken Auge gesehen wird.

Betrachtet man binocular mit bloßen Augen einen weissen Gegenstand oder überhaupt einen nicht monochromatischen, so kann der Bedingung des deutlichen Sehens streng genommen nicht durch einen Convergenzwinkel der Sehrichtungen beider Augen entsprochen werden, sondern durch mehrere, im ersten Falle durch eine Anzahl zwischen den Gränzen für die rothen und blauen Strahlen. Man kann sich nun vorstellen, daß die Augenaxen zwischen jenen Gränzen ununterbrochen oscilliren, oder daß sie innerhalb der Gränzen jenes lothrecht auf die Verbindungslinie der Augen liegenden Spectrums, welches bei dem Weisssehen der Bedingung der Deutlichkeit für alle homogenen Farben entsprechen würde, auf einen bestimmten Punkt dieses Spectrums gerichtet sind. Das letztere ist mir das Wahrscheinliche, weil ich binocular eine Linie weiss sehe, wenn ein elektrischer Funke momentan das Dunkel erleuchtet und sie auch stereoskopisch combiniren kann, die kurze Lichtdauer mir aber die Möglichkeit einer Oscillation der Augenaxen während dieses Leuchtens auszuschliessen scheint. Durchschneidet man nun die linksliegenden Schenkel der den einzelnen Farben entsprechenden Convergenzlinien mit einem rothen Glase, die rechtsliegenden mit einem blauen, welches wie das von mir angewandte bis zum violetten Ende des Spectrums diaphan ist, so wer-

den von den linksliegenden Schenkeln nur die rothen, von den rechtsliegenden nur die blauen übrig bleiben, welche auf eine Entfernung bezogen werden, die der mittleren Convergenz bei Betrachtung eines weissen Gegenstandes entspricht. Nun ist es aber äusserst wahrscheinlich, dass diese Entfernung nicht in der Mitte der Gränzen für die rothen und blauen Strahlen liegen wird, sondern wegen der grösseren Helligkeit der weniger brechbaren mehr nach dem rothen Ende hin. Daher werden auf der Projectionsebene sich die Strahlen kreuzen, wegen des breiten Raumes am blauen Ende aber die blauen Linien breiter seyn als die rothen. Diefs ist aber genau die Erscheinung, wie sie wirklich gesehen wird.

Aus dem eben erläuterten folgt, dass man *farbige Linien neben einander, farbige Flächen vor einander* sehen wird. Dafür sprechen aber folgende Versuche.

Ich hatte die Schnittfläche einer abgekürzten Pyramide in einer Projection mit einem gesättigten Blau in der anderen mit Gelb bedeckt. Wenn bei stereoskopischer Combination daraus Grün entstand, so war es mir im Moment, wo diefs eintrat, als wenn ich durch die eine durchsichtig gewordene Farbe die andere hindurchsehe. Dass viele die Farben nur nach einander sehen, entweder die eine oder die andere, liegt einfach darin, dass dieselben das Anpassungsvermögen für beide Farben abwechselnd ändern und sich nur der Gränzen dieser Aenderung nicht der Mittelstufen bewusst werden. Bei der Combination zu Grün schien mir und Anderen die Farbe wie mit einem Firniss bedeckt. Dieses Glänzendwerden der Mischung hatte auch Hr. Oertling bemerkt, als er verschieden gefärbte Zweiecke einer nach Art eines Luftballons gemalten Halbkugel stereoskopisch combinirte. Aber diese Erscheinungen sind so wenig auffallend, dass sie von vielen nicht gesehen werden. Betrachtet man hingegen bei stereoskopischer Combination die gelb und blau gemalte Schnittfläche der Pyramide durch ein vor beide Augen gehaltenes violette Glas, so erscheint sie spiegelnd wie ein polirtes Metall, für ein

einzelnes Auge hingegen matt. Wahrscheinlich bewirkt das violette Glas, daß die beiden zusammentretenden Farben durch das ungleiche Absorptionsvermögen zu gleicher Intensität gebracht werden.

Unter allen Fällen, wo eine Fläche glänzend erscheint, ist es immer eine spiegelnde durchsichtige oder durchscheinende Schicht von geringer Mächtigkeit, durch welche man hindurch einen anderen Körper betrachtet. Es ist also äußerlich gespiegeltes Licht in Verbindung mit innerlich gespiegeltem oder zerstreutem, aus deren Zusammenwirkung die Vorstellung des Glanzes entsteht. Diefes steigert sich bei der Anzahl der Abwechselungen beider Körper. Daher nimmt aufgeblätterter Glimmer Metallglanz an, Sätze von Glasscheiben hingegen Perlmutterglanz. Die beiden auf das Auge wirkenden Lichtmassen wirken auf dasselbe aus verschiedenen Entfernungen. Indem nun das Auge sich dem durch die durchsichtige Schicht gesehenen Körper anpaßt, kann das von der Oberfläche zurückspiegelnde Licht nicht deutlich gesehen werden und das Bewußtwerden dieser undeutlich wahrgenommenen Spiegelung erzeugt die Vorstellung des Glanzes. Der Glanz ist daher stets im eigentlichen Sinne ein falscher, ein Beiwerk, welches blenden kann, das aber, wenn wir es beachten, die Sache, auf die es ankommt scharf ins Auge zu fassen verhindert. Er verschwindet daher, wenn man die Spiegelung fortschafft, indem man unter dem Polarisationswinkel durch ein Nicol'sches Prisma auf den Firniß eines Gemäldes sieht. Die Modificationen, welche durch den Reflex des Lichtes der spiegelnden Flächen aus dem Gangunterschied zweier Lichtmengen in Beziehung auf die daraus resultirenden Lichtschwingungen entstehen, sind daher nicht die Ursachen des Glanzes, sondern vielmehr Nebenfolgen der Bedingungen, unter welchen er überhaupt entsteht.

Aus allen bisher erörterten Versuchen geht mit Entschiedenheit hervor, daß Weiß und Schwarz sich in Beziehung auf das Auge genau so verhalten, wie zwei verschiedene Farben. So wie die rothen und blauen Ränder

bei dem stereoskopischen Relief sich kreuzend neben einander legen, ebenso die weissen und schwarzen; so wie blaue und rothe Flächen in einer violetten Mischung zusammentreten, so weisse und schwarze in einer grauen. Der Glanz, den die Farben bei ihrer stereoskopischen Combination annehmen, tritt in noch viel höherem Grade bei Weiss und Schwarz hervor. Er ist so entschieden, dass einige, denen ich diese Versuche zeigte, ihn mit Bleiglanz oder den des Zinus verglichen, obgleich die weissen und schwarzen Flächen selbst vollkommen matt waren. Nach der oben gegebenen Ableitung des Glanzes muss aber die eine Fläche vor der anderen erscheinen, die Sehweite also für sie verschieden seyn. Durch directe Versuche habe ich dieß bei Schwarz und Weiss nicht ermitteln können, und es geht eben daraus hervor, dass die hier befolgte experimentelle Methode feinere Unterschiede zu erkennen gestattet, als die unmittelbaren Anschauungen. Da nun Schwarz und Weiss sich nur quantitativ unterscheiden als größtmöglichste Unterschiede der Helligkeit, so ist das Analogon zu den früheren Versuchen mit farbigen Beleuchtungen, (bei welchen in blauer Beleuchtung Gegenstände, um deutlich gesehen zu werden näher gestellt werden müssen, als in rother) das Betrachten der Gegenstände mit bloßen Augen in verschiedenen Zuständen der Helligkeit. Die Pupille erweitert sich im Dunkel und zieht sich bei wachsender Helligkeit zusammen, die Pupille ist aber auch kleiner bei dem Betrachten naher Gegenstände, als wenn man einen entfernten scharf beobachtet. Ein dunkler Gegenstand wird also unter ähnlichen äußerlich sichtbaren Veränderungen des Auges gesehen wie ein fernerer, ein weißer wie ein näherer. In der Entfernung des deutlichen Sehens erscheint durch das violette Glas, welches die Enden des Spectrums hindurchläßt aber seine Mitte verlöscht, eine Lichtflamme, ohne Saum violett, d. h. die rothe Flamme so groß wie die blaue. Ebenso erscheint in der Entfernung des deutlichen Sehens ein weißer Gegenstand so groß wie ein schwarzer. In größerer Entfer-

nung umsäumt ein blauer Rand die rothe Flamme, d. h. die blaue Flamme erscheint gröfser als die rothe. Ebenso erscheint der weifse Kreis auf schwarzem Grund, jenseits der Weite des deutlichen Sehens gröfser als der schwarze auf weifsem Grund. Die Erscheinungen der Irradiation sind also durch eine Kette experimenteller Erfahrungen mit chromatischen Erscheinungen verknüpft, die unmittelbar den Weg zu ihrer Erläuterung geben. Sie finden ihre Erledigung in dem Satze, dafs für eine gegebene Entfernung das Accommodationsvermögen des Auges für weifse Gegenstände ein anderes ist als für schwarze.

Daraus, dafs auch bei monochromatischer Beleuchtung die Erscheinungen der Irradiation wahrgenommen werden, zieht Plateau gegen Arago den Schlufs: *que s'il faut admettre l'existence de l'aberration de réfrangibilité dans l'oeil on doit attribuer l'irradiation à une autre cause, et que l'effet de l'aberration doit être considéré comme entièrement masqué dans les circonstances ordinaires par la bande d'irradiation.* Kommt der Unterschied von Weifs und Schwarz auf den eines Hellereu und Dunkleren zurück, so versteht sich von selbst, dafs was für die Totalität aller Farben gilt, auch auf jede einzelne monochromatische Farbe seine Anwendung finden mufs. Da nun aber Weifs und Schwarz sich in allen erörterten Versuchen genau wie zwei verschieden brechbare Farben verhalten, so kann man, um von sämmtlich hier zur Sprache gekommenen Erscheinungen sich Rechenschaft zu geben, folgenden Satz aussprechen: Das Accommodationsvermögen des Auges ändert sich, wenn es dieselbe Farbe in verschiedener Intensität sieht in derselben Weise, als wenn es verschiedene Farben von gleicher Intensität betrachtet, und zwar verhält sich das Hellere zum Dunkleren wie eine mehr brechbare Farbe zu einer weniger brechbaren.

Aus den erläuterten Thatsachen folgen einige praktische Regeln dafür, wie man Drucke einzurichten habe, um für das Auge am angemessensten bei dem Lesen derselben zu seyn. Es ist unzweckmäfsig, wie es jetzt so häufig ge-

schiebt, in einen mit schwarzen Lettern auf weißem Papier gedruckten Text Figuren einzufügen, welche weiß auf schwarzem Grund ausgeführt sind. Die dem Auge passendste Schrift würde blaue Lettern auf weißem Grund seyn oder schwarze Lettern auf einem nach dem rothen Ende des Spectrum hin liegenden, vielleicht einem in das Orange ziehenden Gelb. Dafs ein im Alter weitsichtig werdender die Convexbrille zuerst bei dem Lesen gebraucht hat nicht allein seinen Grund in der Kleinheit der Schrift, sondern auch in dem Verhalten des schwarzen Pigments und der weißen Grundlage zum Auge. Schwarze Lettern, welche die Schrift als stark hervorspringend perspectivisch darstellen, sind besonders unzweckmäfsig, da das Auge ein Zurücktreten derselben gegen die Grundlage verlangt nicht ein Hervortreten vor dieselbe.

XIII. *Beschreibung mehrerer Prismenstereoskope
und eines einfachen Spiegelstereoskops;
von H. W. Dove.*

Bei Bildern, welche mit weißen Linien auf schwarzem Grund gezeichnet sind, treten die durch Spiegelung von der unbelegten Vorderfläche des Glases entstehenden schwächeren Nebenbilder oft sichtbar neben dem von der belegten Hinterfläche entstehenden Hauptbilde hervor. Zur Beseitigung derselben ist es daher nöthig totale oder metallische Reflexion anzuwenden. Ausserdem kann der Verdacht entstehen, dafs bei einer stereoskopischen Erscheinung, in welcher die Conturen sich nicht vollständig decken, dieß einer Unvollkommenheit der Zeichnungen zuzuschreiben sey. Der Wunsch diese möglichen Fehlerquellen bei den in der vorhergehenden Abhandlung beschriebenen chromatischen Versuchen zu beseitigen, führte zur Construction folgender Stereoskope.