

Johann Wolfgang Goethe

ERGÄNZUNGEN ZUR FARBENLEHRE

ENTOPTISCHE FARBEN

Sowie Aufsätze, Gedichte und Brief zum Thema

Bringst du die Natur heran
Dass sie jeder nutzen kann;
Falsches hast du nicht ersonnen,
Hast der Menschen Gunst gewonnen.

Inhaltsverzeichnis

Vorwort.....	4
Geschichte der entoptischen Farben	4
Brief Seebecks an Goethe	4
Doppelbilder des rhombischen Kalkspats.....	8
Doppelspaterscheinung	9
Entoptische Farben.....	11
Ansprache.....	11
I. Woher benannt.....	11
II. Wie sie entdeckt worden	12
III. Wie die entoptischen Farben dem Glase mitzuteilen	12
IV. Äußere Grundbedingung	12
V. Einfachster Versuch.....	12
VI. Zweiter, gesteigerter Versuch	13
VII. Warum ein geschwärtzter Spiegel	13
VIII. Polarität	14
IX. Nordländische Atmosphäre selten klar	14
X. Beständiger Bezug auf den Sonnenstand	14
XI. Teilung des Himmels in vier gleiche oder ungleiche Teile	14
XII. Höchster Sonnenstand	15
XIII. Tiefe Nacht	15
XIV. Umwandlung durch trübe Mittel.....	15
XV. Rückkehr zu den entoptischen Gläsern.....	16
XVI. Nähere Bezeichnung der entoptischen Erscheinung.....	16
XVII. Abermalige Steigerung.....	17
XVIII. Wirkung der Spiegel in Absicht auf Hell und Dunkel	17
XIX. Wirkung der Spiegel in Absicht auf irgendein Bild	18
XX. Identität durch klare Spiegel.....	18
XXI. Abgeleiteter Schein und Widerschein.....	19
XXII. Doppelt refrangierende Körper	19
XXIII. Glimmerblättchen	20
XXIV. Fraueneis	22
XXV. Doppelspat.....	22
XXVI. Apparat, vierfach gesteigert	23
XXVII. Warnung	24
XXVIII. Von der innern Beschaffenheit des entoptischen Glases.....	25
XXIX. Umsicht.....	26
XXX. Chladnis Tonfiguren.....	26
XXXI. Atmosphärische Meteore	27
XXXII. Paradoxe Seitenblick auf die Astrologie.....	28
XXXIII. Mechanische Wirkung.....	29
XXXIV. Damastweberei.....	30
XXXV. Ähnliche theoretische Ansicht.....	30
XXXVI. Gewässertes Seidenzeug.....	31
XXXVII. Gemodelte Zinn-Oberfläche	31
XXXVIII. Oberflächen natürlicher Körper.....	31
XXXIX. Rückkehr und Wiederholung	31
XL. Wichtige Bemerkung eines Malers	32

XLI. Fromme Wünsche	33
XLII. Schlußanwendung, praktisch.....	34
Elemente der entoptischen Farben.....	35
Entoptische Farben.....	38
Neuer entoptischer Fall	39
Schöne entoptische Entdeckung.....	39
Neuste aufmunternde Teilnahme.....	40

Möget ihr das Licht zerstückeln,
Farb'um Farbe draus entwickeln,
Oder andre Schwänke führen,
Kügelchen polarisieren,
Dass der Hörer ganz erschrocken
Fühlet Sinn und Sinne stocken.
Nein! Es soll euch nicht gelingen,
Sollt uns nicht beiseite bringen,
Kräftig wie wir's angefangen
Wollen wir zum Ziel gelangen.

Vorwort

Die Farbenlehre ward bisher im stillen immer eifrig betrieben; die Richtigkeit meiner Ansichten kenne ich zu gut, als dass mich die Unfreundlichkeit der Schule im mindesten irre machen sollte, mein Vortrag wirkt in verwandten Geistern fort, wenige Jahre werden es ausweisen, und ich denke zunächst auch ein Wort mitzusprechen.

Die Farbenerscheinungen, von meinem vieljährigen Freunde und Mitarbeiter, Doktor Seebeck, entdeckt und von ihm *entoptisch* genannt, beschäftigen mich gegenwärtig aufs Lebhafteste. Die Bedingungen immer genauer zu erforschen, unter welchen sie erscheinen, sie als Komplement meiner zweiten, den physischen Farben gewidmeten Abteilung aufzuführen, ist meine gewissenhafte Sorgfalt. Denn wie sollte das aufgeklärte Jahrhundert nicht bald einsehen, dass man mit Lichtkügelchen, denen Pol und Äquator angedichtet ward, sich nur selbst und andere zum Besten hat.

Da nun aber in der Naturwissenschaft das Historische dem Didaktischen so wie dieses dem Dogmatischen vorangehen soll, so habe ich meinen verdienten Freund ersucht, selbst Nachricht und Kenntniss zu geben, wie er zu jener Entdeckung gelangt und unter welcher Rücksicht ihm der Preis von dem Institut zugeteilt worden. Dieser Aufsatz geht voran, hernach folgen noch zwei, deren erster die Phänomene des Doppelspats, der andere die bei Gelegenheit der Untersuchung jener merkwürdigen Bilderverdoppelung erst uns bekannt gewordenen entoptischen Farben nach meiner Überzeugung und nach den Maximen meiner Farbenlehre auszusprechen bemüht sein wird.

Geschichte der entoptischen Farben

Brief Seebecks an Goethe

Die erste Nachricht von den interessanten Entdeckungen des Herrn Malus über Spiegelung und doppelte Strahlenbrechung erhielten wir durch das Bulletin de la Soc. Philomatique i809 Janvier, ein Auszug aus einer Abhandlung des Herrn Malus, welche am 12. Dezember i 808 im Institut de France war vorgelesen worden. 18 1 0 erschien dessen *Théorie de la double Réfraction*, und 1811 im *Moniteur* Nr. 72, 73, 243, 247 Auszüge aus mehreren neuern Abhandlungen der Herren Malus, Biot und Arago über denselben Gegenstand. Diese waren mir bekannt, als ich in der Mitte des Augusts 1812 die ersten Versuche über jene merkwürdigen Erscheinungen anzustellen begann.

Es war von den französischen Physikern bereits entdeckt, dass die verdoppelnden Kristalle die Eigenschaft besitzen, die in Malus' Apparat bei sich kreuzender Lage der Spiegel aufgehobene Spiegelung oder aufgehobene Doppelbilder der Kalkspate wiederherzustellen, wobei von Herrn Arago zuerst an Glimmer, Gips und Bergkristall ein Farbenwechsel in den beiden Bildern eines Doppelspat- oder Bergkristallprisma bemerkt

worden war. Dieselbe Wirkung hatte Malus an mehreren organischen Körpern wahrgenommen. Den einfach brechenden Körpern hingegen, fand er, fehle diese Eigenschaft der kristallisierten sowie rekristallisierten. Doch an einem Körper aus dieser letzteren Klasse, am Glase, und zwar an einem etwas prismatischen Flintglase, hatte Herr Arago eine ähnliche Wirkung wahrgenommen wie am Glimmer und Bergkristall. Dieses, sagt er im Moniteur 18 11, Nr. 243, depolarisierte in allen Stellen die Lichtstrahlen, und auch hier erschienen die beiden Bilder des Kalkspates bisweilen in entgegengesetzten Farben, doch mehrents farblos. Dasselbe hatte ich Gelegenheit an einigen dicken Gläsern zu bemerken; ich fand aber auch, dass nicht alle Stellen derselben gleich wirkten; dass einige die Spiegelung und die Doppelbilder herstellten, andere nicht, und dass, wenn eine Stelle bei veränderter Richtung des Glases das Vermögen der Wiederherstellung verlor, ein anderer Punkt dasselbe erhielt, welcher vorher unwirksam gewesen war. ja, was noch merkwürdiger: bei unveränderter Richtung des Glases gegen die übrigen Teile des Apparates stellten einzelne Punkte das ordinäre Bild des Doppelspates, andere das extraordinäre und mehrere das Doppelbild wieder her. Die Neuheit dieser Erfahrung und die Aussicht, welche sich hier zu näheren Aufschlüssen über die Bedingungen und Gesetze der doppelten Strahlenbrechung überhaupt oder doch mindestens über die Wirkung der verdoppelnden Kristalle im Spiegelungsapparat zu eröffnen schienen, forderten zur genauesten Untersuchung dieser Erscheinungen auf. An einem Glaswürfel entdeckte ich zuerst eine gesetzmäßige Folge in Wiederherstellung und Aufhebung der Bilder des Kalkspates, der einzelnen sowohl als der doppelten, und bestimmte genau die Punkte, an welchen die eine oder die andere Wirkung eintritt, und zwar für jede Hauptrichtung des Würfels. Welchen Einfluss die äußere Gestalt der Körper auf die Erscheinungen habe, war der nächste Gegenstand der Untersuchung, und ich fand, dass, wie die äußere Form der Glaskörper verändert werde, auch die Lage der herstellenden Punkte sich verändere. An mehreren Würfeln, Zylindern, drei- und vierseitigen Prismen, Kegeln und Halbkugeln wurden nun die verschieden wirkenden Punkte bezeichnet. Diese und alle übrigen 5 6 bis 16 meiner ersten Abhandlung in Schweiggers Journal für Chemie und Physik, B. VII. Heft 3, angeführten Beobachtungen wurden gemacht, ehe ich noch die Figuren, welche ich später entoptische genannt habe, gesehen hatte. Mein erster Spiegelungsapparat hatte nämlich die unbequeme Einrichtung, dass das Licht durch eine kleine Öffnung eines nahe vor dem ersten Spiegel befestigten Schirmes fiel, welcher nicht zurückgeschlagen werden konnte; es war daher immer nur ein kleiner Raum der Glaskörper, kaum zwei Linien in Durchmesser, erleuchtet, und so entdeckte ich denn alle einzelnen Teile der entoptischen Figuren, ohne dass mir die ganzen Figuren zu Gesichte kamen. Schon am 14. September 18 12 hatte ich in mein Tagebuch alle die Erscheinungen, welche § 8 und 9 der angeführten Abhandlung beschrieben worden, nebst der dazugehörigen 2. Figur Taf. 1 eingetragen. Erst nachdem andere Untersuchungen mich auf den § 23 jener Abhandlung beschriebenen Brechungsapparat geführt hatten, erblickte ich in diesem am 2 1. Februar 1813 zum erstenmal die vollständigen entoptischen Figuren, welche auf der 2. Tafel u. a. 0. abgebildet worden sind. Und nun zeigte sich, dass die Herstellung der aufgehobenen Spiegelung sowohl als der Doppelbilder des Kalkspats nur an den hellen Stellen der Figuren erfolge, an den dunkeln aber wieder verschwinde, dass die Farbensäume an den Rändern der dunkeln Teile, oder wo ein Helleres an ein Trüberes grenzt, entstehen usw.

Deutlich wurde nun erkannt, dass es bei diesen Farbenbildungen nicht auf die Dicke oder Dünnhheit der Körper ankomme, wie man früher aus den Erscheinungen vom Glimmer und Gips geschlossen hatte, auch nicht auf prismatische Form der Gläser, sondern, dass sie sich in ganz parallelen Glaskörpern bei perpendikulär einfallendem Lichte bilden. Ich zeigte, dass nicht alle Gläser gleiche Farbenfiguren erzeugen, wenn sie auch in Form und Dicke einander gleich sind, und dass die mehresten, wie z. B. gewöhnliches Tafelglas und Scheiben von Spiegelglas keine Figuren hervorbringen, auch nicht, wenn mehrere übereinander geschichtet werden. Es wurde ferner bemerkt, dass die entoptischen

Figuren sich verändern, wenn die Glaskörper in andere Richtungen gegen die übrigen unveränderten Teile des Apparates gebracht werden, ja dass ganz entgegengesetzte Figuren erscheinen, je nachdem die beiden Spiegel des Apparates oder die beiden Scheibensäulen eine sich kreuzende oder eine gleichnamige Richtung erhalten. Auch machte ich auf den Gegensatz aufmerksam, welcher sich noch besonders zwischen Spiegelung und Brechung an den entoptischen Figuren zeigt, so dass ein Spiegel und eine Scheibensäule, in gleichnamiger Richtung verbunden, dieselbe Figur in dem zwischen ihnen befindlichen Glaskörper hervorruft wie zwei sich kreuzende Spiegel oder Scheibensäulen; dass hingegen ein Spiegel und eine Scheibensäule, in sich kreuzender Lage verbunden, die entgegengesetzte Figur, und zwar wie zwei gleichnamig gerichtete Spiegel oder Scheibensäulen erzeuge. Später fand ich, dass auch durch einfache Spiegel die entoptischen Figuren der Glaskörper dargestellt werden können, dass aber immer eine doppelte Beleuchtung dazu erforderlich sei. Wird z. B. ein Spiegel gegen den klaren Himmel gekehrt und ein Glaskörper davorgehalten, so vertritt der Himmel die Stelle des zweiten Spiegels, und es entstehen in dem Glaskörper entgegengesetzte Figuren, je nachdem die Sonne dem Beobachter im Rücken oder zur Seite steht. Bei ganz gleichförmig bedecktem Himmel erscheint auch in den besten entoptischen Gläsern keine Figur, wenn nicht irgendwoher sonst ein reflektiertes Licht auf dieselben fällt oder vielmehr, wenn sie nicht irgendeinen spiegelnden Hintergrund haben, auf welchen ein lebhafteres Licht fallen muss. Diese Beobachtungen und Versuche habe ich im 3. Heft des Schweigerschen Journals für Chemie und Physik 1813 bekanntgemacht.

Mancherlei Störungen und andere Arbeiten unterbrachen diese Untersuchungen. Lange blieb es unentschieden, von welchen Bedingungen es abhängt, dass einige Gläser das Vermögen der entoptischen Figurenbildung besitzen, andere nicht, bis ich durch das plötzliche Zerspringen eines schönen entoptischen Glases in mehrere Stücke, als davon etwas mit der Scheibe heruntergeschnitten werden sollte, und durch die wiederholten Klagen meiner Glasschleifer über die Härte einiger Gläser, welche dazu als die vorzüglichsten in Darstellung der entoptischen Figuren befunden wurden, auf die Vermutung kam, dass wohl nur schnell abgekühlte und deshalb härtere und zerbrechlichere Gläser ausschließlich die Eigenschaft besitzen möchten, entoptische Figuren zu bilden. Folgende Versuche wurden nun angestellt.

Scheiben von Spiegelglas, welche keine Spur einer entoptischen Figur zeigten, wurden im Tiegel bis zum Rotglühen erhitzt und ein Teil derselben an freier Luft abgekühlt, ein anderer in bedeckten Tiegeln und in erwärmtem Ofen. Es bestätigte sich, was ich erwartet hatte: die ersteren bildeten entoptische Figuren, die letztern keine. Gläser, welche vortreffliche entoptische Figuren erzeugten, wurden geglüht und langsam abgekühlt, sie hatten nun diese Eigenschaft verloren. Gläser im glühenden Zustand zwischen die Spiegel gebracht, zeigten keine Figuren; erst im Abkühlen fingen sie an, sich zu bilden. So war denn der obenstehende Satz bestätigt. Von diesen Versuchen, welche im Oktober 1814 unternommen wurden, sowie von mehreren andern habe ich in Schweiggers Journal für Chemie und Physik B. XII. S. i bis 17, Nachricht gegeben. Von den letztern will ich hier nur noch einen ausheben, welcher besonders beachtet zu werden verdient. Wenn entoptische Figurenscheiben von gleicher Art übereinander geschichtet werden, so erscheinen neue und zusammengesetztere Figuren, als jede Scheibe einzeln gezeigt hatte, d. h. die entoptischen Farbenfiguren bilden sich durch das übereinanderschichten gleichartiger Scheiben immer weiter aus. Späterhin fand ich, dass dies seine Grenze hat und dass über eine gewisse Zahl hinaus die Figur wieder schwächer wird und endlich ganz verschwindet. Z. B. dreißig bis vierzig der vortrefflichsten entoptischen Scheiben geben keine Figur mehr, sie erscheinen im Spiegelungsapparat so gleichförmig trüb als gut gekühlte Gläser.

Diese Entdeckungen sind es, für welche mir von dem Institut de France die Hälfte des für 1816 ausgesetzten Preises zuerkannt wurde. Ich hatte mich um diesen Preis nicht beworben; es war mir die Aufgabe sogar unbekannt geblieben. Herr Arago hat das Insti-

tut zuerst auf meine Untersuchungen aufmerksam gemacht, wie ich vom Herrn Minister von Altenstein und Herrn Prof. Schweigger erfahre, denen er es selbst gesagt hat. Die erste Nachricht erhielt ich von Herrn Biot, welcher mir im Dezember 1815 anzeigte, dass eine Kommission des Instituts, zu welcher er gleichfalls gehöre, eben im Begriff sei, über einen Preis für die besten zur allgemeinen Physik gehörigen Versuche zu entscheiden, welche vor dem ersten Oktober 1815 zur Kenntnis des Instituts gelangt und nicht vor dem ersten Oktober 1813 bekannt waren. Man habe meiner hierbei gedacht; er forderte mich zugleich auf, ihm ein Exemplar der Abhandlung zu senden, in welcher ich das Verfahren beschrieben hätte, wie den Gläsern die Eigenschaft, entoptische Figuren zu erzeugen, nach Willkür erteilt und genommen werden könne. Noch ehe er meine Antwort erhielt, zeigte er mir an, dass er diese Abhandlung auf der königl. Bibliothek gefunden habe. Bald nachher erfolgte die Erteilung des Preises, worüber das im Moniteur 1816 Nr.10 eingerückte Programm des Institut de France folgende nähere Angabe enthält.

La classe, après avoir entendu la commission chargée d'examiner les pièces qui pouvaient concourir, a jugé d'après son rapport, qu'il convenait de partager ce prix entre M. Seebeck et M. Brewster. M. Seebeck a découvert que toutes les masses de verre, chauffées et ensuite refroidies rapidement, produisent des figures régulières diversement colorées, lorsqu'elles sont interposées entre des piles de glace ou entre des miroirs réflecteurs, combinés suivant la méthode de Malus. Il a vu en outre que les figures qui se produisent dans un même morceau devenaient différentes quand on en changeait la forme. M. Seebeck a publié sa découverte dans le Journal de Physique de Schweigger, en 1813 et 1814; il a montré que ces phénomènes dépendent de la rapidité du refroidissement, de sorte que l'on peut ainsi, par des réchauffemens et des refroidissemens convenables, donner ou ôter au verre la propriété de produire des couleurs. - M Brewster est auteur d'un grand nombre de mémoires insérés dans les Transactions philosophiques, et qui sont compris dans les limites du concours. Il en a envoyé plusieurs autres en manuscrits. Parmi les faits importans contenus dans ces mémoires, il en est beaucoup qui ont été antérieurement découverts et imprimés en France; mais dans le nombre des résultats qui appartiennent à M. Brewster, les commissaires ont spécialement distingué le transport des couleurs de la nacre de perle, la formation des couleurs complémentaires par des réflexions successives entre des surfaces métalliques et le développement des phénomènes que M. Seebeck avait découverts. -Der ganze Preis betrug 3000 Fr. Jeder von uns erhielt eine goldene Medaille mit seinem Namen, von 317 Fr. innerem Wert, und 1183 Fr. in Silber.

Seebeck

Doppelbilder des rhombischen Kalkspats

Da die entoptischen Farben in Gefolg der Untersuchung der merkwürdigen optischen Phänomene des genannten Minerals entdeckt worden, so möchte man es wohl dem Vortrag angemessen halten, von diesen Erscheinungen und von denen dabei bemerkbaren Farbensäumen einiges vorzuschicken.

Die Doppelbilder des bekannten durchsichtigen rhombischen Kalkspats sind hauptsächlich deswegen merkwürdig, weil sie Halb und Schattenbilder genannt werden können und mit denjenigen völlig übereinkommen, welche von zwei Flächen durchsichtiger Körper reflektiert werden. Halbbilder heißen sie, weil sie das Objekt in Absicht auf die Stärke seiner Gegenwart nur halb ausdrücken, Schattenbilder, weil sie den Grund, den dahinter liegenden Gegenstand durchscheinen lassen.

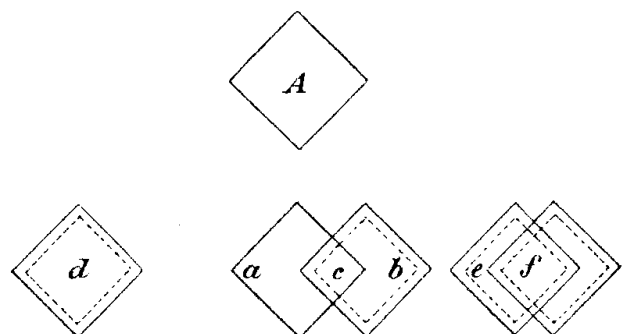
Aus diesen Eigenschaften fließt, dass jedes durch den gedachten Kalkspat verdoppelte Bild von dem Grund partizipiert, über den es scheinbar hingeführt wird. Ein weißes Bildchen auf schwarzem Grunde wird als ein doppeltes graues, ein schwarzes Bildchen auf weißem Grunde ebenmäßig als ein doppeltes graues erscheinen; nur da, wo beide Bilder sich decken, zeigt sich das volle Bild, zeigt sich das wahre, dem Auge undurchdringliche Objekt, es sei dieses, von welcher Art es wolle.

Um die Versuche zu vermannigfaltigen, schneide man eine kleine viereckige Öffnung in ein weißes Papier, eine gleiche in ein schwarzes, man lege beide nach und nach auf die verschiedensten Gründe, so wird das Bildchen unter dem Doppelspat halbiert, schwach, schattenhaft erscheinen, es sei, von welcher Farbe es wolle; nur wo die beiden Bildchen zusammentreffen, wird die kräftige volle Farbe des Grundes sichtbar werden.

Hieraus erhellet also, dass man nicht sagen kann, das Weiße bestehe aus einem doppelten Grau; sondern das reine objektive Weiß des Bildchens erscheint da, wo die Bildchen zusammentreffen. Die beiden grauen Bilder entstehen nicht aus dem zerlegten Weiß, sondern sie sind Schattenbilder des Weißen, durch welche der schwarze Grund hindurchblickt und sie grau erscheinen lässt. Es gilt von allen Bildern auf schwarzem, weißem und farbigem Grunde.

In diesem letzten Falle zeigt sich bei den Schattenbildern die Mischung ganz deutlich. Verrückt man ein gelbes Bildchen auf blauem Grund, so zeigen sich die Schattenbilder grünlich; Violett und Orange bringen ein purpurähnliches Bildchen hervor; Blau und Purpur ein schönes Violett usw. Die Gesetze der Mischung gelten auch hier wie auf dem Schwungrad und überall, und wer möchte nun sagen, dass Gelb aus doppeltem Grün, Purpur aus doppeltem Orange bestünde! Doch hat man dergleichen Redensarten wohl auch schon früher gehört.

Das Unzulässige einer solchen Erklärungsart aber noch mehr an den Tag zu bringen, mache man die Grundbilder von Glanzgold, Glanzsilber, poliertem Stahl, man verrücke sie durch den Doppelspat; der Fall ist wie bei allen übrigen. Man würde sagen müssen-. das Glanzgold bestehe aus doppeltem Mattgold, das Glanzsilber aus doppeltem Mattsilber und der blanke Stahl aus doppeltem angelaufenen. Soviel von den Zwillingbildern des Doppelspats; nun zu der Randfärbung derselben! Hierzu eine Tafel.



Doppelspaterscheinung

Man lege den Doppelspat auf das Viereck A, so wird dasselbe dem Betrachter entgegengehoben werden, und zwar wie es auf der Tafel unmittelbar darunter gezeichnet ist. Das helle Bild A ist in zwei Schattenbilder a und b getrennt. Nur die Stelle c, wo sie sich decken, ist weiß wie das Grundbild A. Das Schattenbild a erscheint ohne farbige Ränder, dahingegen das Schattenbild b damit begrenzt ist, wie die Zeichnung darstellt. Dieses ist folgendermaßen abzuleiten und zu erklären. Man setze einen gläsernen Kubus auf das Grundbild A und schaue perpendikulär darauf, so wird es uns nach den Gesetzen der Brechung und Hebung ungefähr um ein Drittel der Kubusstärke entgegengehoben sein. Hier hat also Brechung und Hebung schon vollkommen ihre Wirkung getan; allein wir sehen an dem gehobenen Bild keine Ränder, und zwar deswegen, weil es weder vergrößert noch verkleinert noch an die Seite gerückt ist. (Entwurf einer Farbenlehre, § 196.) Ebendies ist der Fall mit dem Bilde a des Doppelspats. Dieses wird uns, wie man sich durch eine Vorrichtung überzeugen kann, rein entgegengehoben und erscheint an der Stelle des Grundbildes. Das Schattenbild b hingegen ist von demselben weg und zur Seite gerückt, und zwar hier nach unserer Rechten; dies zeigen die Ränder an, da die Bewegung von Hell über Dunkel blaue und von Dunkel über Hell gelbe Ränder hervorbringt.

Dass aber beide Schattenbilder, wenn man sie genugsam von der Stelle rückt, an ihren Rändern gefärbt werden können, dies lässt sich durch das höchst interessante Seebeckische Doppelspatprisma aufs Deutlichste zeigen, indem man dadurch Bilder von ziemlicher Größe völlig trennen kann. Beide erscheinen gefärbt. Weil aber das eine sich geschwinder entfernt, als das andere vom Platze rückt, so hat jenes stärkere Ränder, die auch bei weiterer Entfernung des Beobachters sich immer proportionierlich verbreitern. Genug, alles geschieht bei der Doppelrefraktion nach den Gesetzen der einfachen, und wer hier nach besonderen Eigenschaften des Lichts forscht, möchte wohl schwerlich großen Vorteil gewinnen.

Insofern man Brechung und Spiegelung mechanisch betrachten kann, so lässt sich auch gar wohl das Phänomen des Doppelspates mechanisch behandeln; denn es entspringt aus einer mit Spiegelung verbundenen Brechung. Hiervon gibt ein Stück Doppelspat, welches ich besitze, den schönsten Beweis, wie es denn auch alles Vorige bestätigt.

Wenn man den gewöhnlichen Doppelspat unmittelbar vors Auge hält und sich von dem Bilde entfernt, so sieht man das Doppelbild ungefähr, wie man's gesehn, als der Kalkspat unmittelbar darauf lag, nur lassen sich die farbigen Ränder schwerer erkennen. Entfernt man sich weiter, so tritt hinter jenem Doppelbild noch ein Doppelbild hervor. Dies gilt aber nur, wenn man durch gewisse Stellen des Doppelspats hindurchsieht.

Ein besonderes Stück aber dieses Minerals besitze ich, welches ganz vorzügliche Eigenschaften hat. Legt man nämlich das Auge unmittelbar auf den Doppelspat und entfernt sich von dem Grundbilde, so treten gleich, wie es auf der Tafel vorgestellt ist, zwei Seitenbilder rechts und links hervor, welche, nach verschiedener Richtung des Auges und des durchsichtigen Rhomben, bald einfach wie in d, bald doppelt wie in e und f erscheinen. Sie sind noch schattenhafter, grauer als die Bilder a, b, sind aber, weil Grau gegen Schwarz immer für hell gilt, nach dem bekannten Gesetz der Bewegung eines hellen Bildes über ein dunkles gefärbt, und zwar das zu unserer rechten Seite nach der Norm von b (wodurch die Bewegung dieses letztern Bildes nach der Rechten gleichfalls betätigt wird) und das auf der linken Seite umgekehrt.

Der Beobachter kann, wenn er immer mehr von dem Gegenstandsbilde zurücktritt, die beiden Seitenbilder sehr weit voneinander entfernen. Nehme ich bei Nacht ein brennen-

des Licht und betrachte dasselbe durch gedachtes Exemplar, so erscheint es gedoppelt, aber nicht merklich farbig. Die beiden Seitenbilder sind auch sogleich da, und ich habe sie bis auf fünf Fuß auseinandergebracht, beide stark gefärbt nach dem Gesetze wie d und e, f.

Dass aber diese Seitenbilder nicht aus einer abgeleiteten Spiegelung des in dem Doppelspat erscheinenden ersten Doppelbildes, sondern aus einer direkten Spiegelung des Grundbildes in die (wahrscheinlich diagonalen) Lamellen des Doppelspats entstehen, lässt sich aus Folgendem abnehmen.

Man bringe das Hauptbild und die beiden Seitenbilder scheinbar weit genug auseinander, dann fahre man mit einem Stückchen Pappe sachte an der untern Fläche herein, so wird man erst das eine Seitenbild zudecken, dann wird das mittlere und erst spät das letzte verschwinden, woraus hervorzugehn scheint, dass die Seitenbilder unmittelbar von dem Grundbilde entspringen.

Sind diese Seitenbilder schon beobachtet? Von meinen Doppelspatexemplaren bringt sie nur eins hervor. Ich erinnere mich nicht, woher ich es erhalten. Es hat aber ein viel zarteres und feineres Ansehn als die übrigen; auch ist ein vierter Durchgang der Blätter sehr deutlich zu sehn, welchen die Mineralogen den verstecktblättrigen nennen (Lenz, Erkenntnislehre, Bd. II S. 748). Die zarten epoptischen Farben spielen wie ein Hauch durch die ganze Masse und zeugen von der feinsten Trennung der Lamellen. Durch ein Prisma von einem so gearteten Exemplar würde man die bewunderungswürdigste Fata Morgana vorstellen können.

Objektive Versuche damit anzustellen, fehlte mir der Sonnenschein.

Weimar, den 12ten Januar 1813.

Entoptische Farben

Ansprache

Bei diesem Geschäft erfuhr ich, wie mehrmals im Leben, günstiges und ungünstiges Geschick, fördernd und hindernd. Nun aber gelange ich nach zwei Jahren an demselben Tage zu ebendemselben Ort, wo ich bei gleich heiterer Atmosphäre die entscheidenden Versuche nochmals wiederholen kann. Möge mir eine hinreichende Darstellung gelingen, wozu ich mich wenigstens wohl zubereitet fühle. Ich war indessen nicht müßig und habe immerfort versucht, erprobt und eine Bedingung nach der andern ausgeforscht, unter welchen die Erscheinung sich offenbaren möchte.

Hierbei muss ich aber jener Beihilfe dankbar anerkennend gedenken, die mir von vorzüglichen wissenschaftlichen Freunden bisher gegönnt worden. Ich erfreute mich des besonderen Anteils der Herren Döbereiner, Hegel, Körner, Lenz, Roux, Schultz, Seebeck, Schweigger, Voigt. Durch gründlich motivierten Beifall, warnende Bemerkungen, Beitrag eingreifender Erfahrung, Mitteilung natürlicher, Bereitung künstlicher Körper, durch Verbesserung und Bereicherung des Apparats und genaueste Nachbildung der Phänomene, wie sie sich steigern und Schritt vor Schritt vermannigfaltigen, ward ich von ihrer Seite höchlich gefördert. Von der meinen verfehlte ich nicht, die Versuche fleißig zu wiederholen, zu vereinfachen, zu vermannigfaltigen, zu vergleichen, zu ordnen und zu verknüpfen. Und nun wende ich mich zur Darstellung selbst, die auf vielfache Weise möglich wäre, die ich aber gegenwärtig unternehme, wie sie mir gerade zum Sinne passt; früher oder später wäre sie anders ausgefallen.

Freilich müsste sie mündlich geschehen bei Vorzeigung aller Versuche, wovon die Rede ist; denn Wort und Zeichen sind nichts gegen sicheres, lebendiges Anschauen. Möchte sich der Apparat, diese wichtigen Phänomene zu vergegenwärtigen, einfach und zusammengesetzt, durch Tätigkeit geschickter Mechaniker von Tag zu Tag vermehren.

Übrigens hoff' ich, dass man meine Ansicht der Farben überhaupt, besonders aber der physischen kenne; denn ich schreibe Gegenwärtiges als einen meiner Farbenlehre sich unmittelbar anschließenden Aufsatz, und zwar am Ende der zweiten Abteilung, hinter dem 485sten Paragraphen.

Jena, den 20. Juli 1820.

I. Woher benannt

Die entoptischen Farben haben bei ihrer Entdeckung diesen Namen erhalten nach Analogie der übrigen, mehr oder weniger bekannten und anerkannten physischen Farben, wie wir solche in dem Entwurf zu einer allgemeinen Chromatologie sorgfältig aufgeführt. Wir zeigten nämlich daselbst zuerst dioptrische Farben ohne Refraktion, die aus der reinen Trübe entspringen; dioptrische mit Refraktion, die prismatischen nämlich, bei welchen zur Brechung sich noch die Begrenzung eines Bildes nötig macht; katoptische, die auf der Oberfläche der Körper durch Spiegelung sich zeigen; paroptische, welche sich zu dem Schatten der Körper gesellen; eoptische, die sich auf der Oberfläche der Körper unter verschiedenen Bedingungen flüchtig oder bleibend erweisen; die nach der Zeit entdeckten wurden entoptische genannt, weil sie innerhalb gewisser Körper zu schauen sind, und damit sie, wie ihrer Natur also auch dem Namensklange nach, sich an

die vorhergehenden anschlössen. Sie erweiterten höchst erfreulich unseren Kreis, gaben und empfingen Aufklärung und Bedeutung innerhalb des herrlich ausgestatteten Bezirks.

II. Wie sie entdeckt worden

Im Gefolge der Entdeckungen und Bemühungen französischer Physiker, Malus, Biot und Arago, im Jahr 1809 über Spiegelung und doppelte Strahlenbrechung stellte Seebeck im Jahr 1812 sorgfältige Versuche wiederholend und fortschreitend an. jene Beobachter hatten schon bei den ihrigen, die sich auf Darstellung und Aufhebung der Doppelbilder des Kalkspats hauptsächlich bezogen, einige Farbenerscheinungen bemerkt. Auch Seebeck hatte dergleichen gesehen; weil er sich aber eines unbequemen Spiegelapparates mit kleiner Öffnung bediente, so ward er die einzelnen Teile der Figur gewahr, ohne ihr Ganzes zu überschauen. Er befreite sich endlich von solchen Beschränkungen und fand, dass es Gläser gebe, welche die Farbe hervorbringen, andere nicht, und erkannte, dass Erhitzung bis zum Glühen und schnelles Abkühlen den Gläsern die entoptische Eigenschaft verleihe.

Die ihm zugeteilte Hälfte des französischen Preises zeugte von parteiloser Anerkennung von Seiten einer fremden, ja feindlichen Nation; Brewster, ein Engländer, empfing die andere Hälfte. Er hatte sich mit demselben Gegenstand beschäftigt und manche Bedingungen ausgesprochen, unter welchen jene Phänomene zum Vorschein kommen.

III. Wie die entoptischen Farben dem Glase mitzuteilen

Das Experiment in seiner größten Einfachheit ist folgendes: Man zerschneide eine mäßig starke Spiegelscheibe in mehrere anderthalbzöllige Quadrate, diese durchglühe man und, verkühle sie geschwind. Was davon bei dieser Behandlung nicht zerspringt, ist nun fähig, entoptische Farben hervorzubringen.

IV. Äußere Grundbedingung

Bei unserer Darstellung kommt nun alles darauf an, dass man sich mit dem Körper, welcher entoptische Farben hervorzubringen vermag, unter den freien Himmel begeben, alle dunkle Kammern, alle kleine Löchlein (Foramina exigua) abermals hinter sich lasse. Eine reine, wolkenlose, blaue Atmosphäre - dies ist der Quell, wo wir eine auslangende Erkenntnis zu suchen haben!

V. Einfachster Versuch

Jene bereiteten Tafeln lege der Beschauer bei ganz reiner Atmosphäre flach auf einen schwarzen Grund, so dass er zwei Seiten derselben mit sich parallel habe, und halte sie nun bei völlig freiem Himmel und niedrigem Sonnenstand so nach der der Sonne entgegengesetzten Himmelsgegend, richte sein Auge dermaßen auf die Platten, dass von ihrem Grunde die Atmosphäre sich ihm zurückspiegele, und er wird sodann in den vier Ecken eines hellen Grundes vier dunkle Punkte gewahr werden. Wendet er sich darauf gegen die Himmelsgegenden, welche rechtwinklig zu der vorigen Richtung stehen, so erblickt er vier helle Punkte auf einem dunklen Grund; diese beiden Erscheinungen zei-

gen sich auf dem Boden der Glasplatte. Bewegt man die gedachten Quadrate zwischen jenen entschiedenen Stellungen, so geraten die Figuren in ein Schwanken.

Die Ursache, warum ein schwarzer Grund verlangt wird, ist diese, dass man vermeiden sollte, entweder durch eine Lokalfarbe des Grundes die Erscheinung zu stören oder durch allzu große Helligkeit wohl gar aufzuheben. Übrigens tut der Grund nichts zur Sache, indem der Beschauer sein Auge so zu richten hat, dass von dem Grunde der Platte sich ihm die Atmosphäre vollkommen spiegele.

Da es nun aber schon eine gewisse Übung erfordert, wenn der Beschauer diese einfachste Erscheinung gewahrt werden soll, so lassen wir sie vorerst auf sich beruhen und steigern unsern Apparat und die Bedingungen desselben, damit wir mit größerer Bequemlichkeit und Mannigfaltigkeit die Phänomene verfolgen können.

VI. Zweiter, gesteigerter Versuch

Von dieser inneren, einfachen Spiegelung gehen wir zu einer nach außen über, welche zwar noch einfach genug ist, das Phänomen jedoch schon viel deutlicher und entschiedener vorlegt. Ein solider Glaskubus, an dessen Stelle auch ein aus mehreren Glasplatten zusammengesetzter Kubus zu benutzen ist, werde bei Sonnenaufgang oder -Untergang auf einen schwarz belegten Spiegel gestellt oder etwas geneigt darüber gehalten. Man lasse den atmosphärischen Widerschein nunmehr durch den Kubus auf den Spiegel fallen, so wird sich jene obgemeldete Erscheinung, nur viel deutlicher, darstellen; der Widerschein von der der Sonne gegenüberstehenden Himmelsregion gibt die vier dunklen Punkte auf hellem Grund; die beiden Seitenregionen geben das Umgekehrte, vier helle Punkte auf dunklem Grund, und wir sehen bei diesem gesteigerten Versuch zwischen den pfauenartig sich bildenden Eckpunkten einmal ein weißes, das andere Mal ein schwarzes Kreuz, mit welchem Ausdruck wir denn auch künftig das Phänomen bezeichnen werden. Vor Sonnenaufgang oder nach Sonnenuntergang bei sehr gemäßigter Helligkeit erscheint das weiße Kreuz auch an der Sonnenseite.

Wir sagen daher, der direkte Widerschein der Sonne, der aus der Atmosphäre zu uns zurückkehrt, gibt ein erhelltes Bild, das wir mit dem Namen des weißen Kreuzes bezeichnen. Der oblique Widerschein gibt ein verdüstertes Bild, das sogenannte schwarze Kreuz. Geht man mit dem Versuch um den ganzen Himmel herum, so wird man finden, dass in den Achtelsregionen ein Schwanken entsteht; wir gewahren eine undeutliche, aber bei genauer Aufmerksamkeit auf eine regelmäßige Gestalt zurückzuführende Erscheinung. Zu bemerken ist, dass wir das helle Bild dasjenige nennen dürfen, welches auf weißem Grund farbige Züge sehen lässt, und umgekehrt das dunkle, wo sich zum dunklen Grunde hellere farbige Züge gesellen.

VII. Warum ein geschwärzter Spiegel

Bei physikalischen Versuchen soll man mit jeder Bedingung sogleich die Absicht derselben anzeigen, weil sonst die Darstellung gar leicht auf Taschenspielererei hinausläuft. Das Phänomen, womit wir uns beschäftigen, ist ein schattiges, beschattetes, ein Skieron, und wird durch allzu große Helligkeit vertrieben, kann nicht zur Erscheinung kommen; deswegen bedient man sich zu den ersten Versuchen billig verdüsteter Spiegelflächen, um einem jeden Beschauer die Erscheinung sogleich vor Augen zu stellen. Wie es sich mit klaren und abgestumpften Spiegelflächen verhalte, werden wir in der Folge zeigen.

VIII. Polarität

Wenn wir den entoptischen Phänomenen Polarität zuschreiben, so geschieht es in dem Sinne, wie wir in unserer Farbenlehre alle Chromagenese zu entwickeln bemüht gewesen. Finsternis und Licht stehen einander uranfänglich entgegen, eins dem andern ewig fremd; nur die Materie, die in und zwischen beide sich stellt, hat, wenn sie körperhaft undurchsichtig ist, eine beleuchtete und eine finstere Seite, bei schwachem Gegenlicht aber erzeugt sich erst der Schatten. Ist die Materie durchscheinend, so entwickelt sich in ihr im Helldunklen, Trüben in bezug aufs Auge das, was wir Farbe nennen.

Diese, sowie Hell und Dunkel, manifestiert sich überhaupt in polaren Gegensätzen. Sie können aufgehoben, neutralisiert, indifferenziert werden, so dass beide zu verschwinden scheinen; aber sie lassen sich auch umkehren, und diese Umwendung ist allgemein bei jeder Polarität die zarteste Sache von der Welt. Durch die mindeste Bedingung kann das Plus in Minus, das Minus in Plus verwandelt werden. Dasselbe gilt also auch von den entoptischen Erscheinungen. Durch den geringsten Anlass wird das weiße Kreuz in das schwarze, das schwarze in das weiße verwandelt und die begleitenden Farben gleichfalls in ihre geforderten Gegensätze umgekehrt. Dieses aber auseinander zulegen, ist gegenwärtig unsere Pflicht. Man lasse den Hauptbegriff nicht los, und man wird bei aller Veränderlichkeit die Grunderscheinung immer wieder finden.

IX. Nordländische Atmosphäre selten klar

Ist nun die uranfängliche Erscheinung an dem klarsten, reinsten Himmel zu suchen, so lässt sich leicht einsehen, dass wir in unseren Gegenden nur selten eine vollkommene Anschauung zu gewinnen im Falle sind. Nur langsam entdeckte man die Hauptbedingung, langsamer die Nebenumstände, welche das Grundgesetz abermals gesetzmäßig bedingen und mehrfach irreführende Ab- und Ausweichungen verursachen.

X. Beständiger Bezug auf den Sonnenstand

Die Sonne, welche hier weder als leuchtender Körper noch als Bild in Betracht kommt, bestimmt, indem sie den auch in seinem reinsten Zustande immer für trüb zu haltenden Luftkreis erhellt, die erste Grundbedingung aller entoptischen Farben; der direkte Widerschein der Sonne gibt immer das weiße, der rechtwinklige, oblique das schwarze Kreuz; dies muss man zu wiederholen nicht müde werden, da noch manches dabei in Betracht zu ziehen ist.

XI. Teilung des Himmels in vier gleiche oder ungleiche Teile

Daraus folgt nun, dass nur in dem Moment der Sonnengleiche, bei Aufgang und Untergang, die oblique Erscheinung genau auf dem Meridian einen rechten Winkel bilde. Im Sommer, wo die Sonne nordwärts rückt, bleibt die Erscheinung in sich zwar immer rechtwinklig, bildet aber mit dem Meridian und im Verlauf des Tages mit sich selbst geschobene Andreaskreuze.

XII. Höchster Sonnenstand

Zu Johanni um die Mittagsstunde ist der hellste Moment. Bei Kulmination der Sonne erscheint ein weißes Kreuz rings um den Horizont. Wir sagen deshalb, dass in solcher Stellung die Sonne rings um sich her direkten Widerschein in dem Luftkreis bilde. Da aber bei polaren Erscheinungen der Gegensatz immer sogleich sich manifestieren muss, so findet man da, wo es am wenigsten zu suchen war, das schwarze Kreuz unfern von der Sonne. Und es muss sich in einem gewissen Abstand von ihr ein unsichtbarer Kreis obliquen Lichts bilden, den wir nur dadurch gewahr werden, dass dessen Abglanz im Kubus das schwarze Kreuz hervorbringt.

Sollte man in der Folge den Durchmesser dieses Ringes messen wollen und können, so würde sich wohl finden, dass er mit jenen sogenannten Höfen um Sonne und Mond in Verwandtschaft stehe. Ja, wir wagen auszusprechen, dass die Sonne am klarsten Tage immer einen solchen Hof potentia um sich habe, welcher bei nebelartiger, leichtwolkiger Verdichtung der Atmosphäre sich vollständig oder teilweise, größer oder kleiner, farblos oder farbig, ja zuletzt gar mit Sonnenbildern geschmückt, meteorisch wiederholt und durchkreuzt, mehr oder weniger vollkommen darstellt.

XIII. Tiefe Nacht

Da unsere entoptischen Erscheinungen sämtlich auf dem Widerschein der Sonne, den uns die Atmosphäre zusendet, beruhen, so war zu folgern, dass sie sich in den kürzesten Nächten sehr spät noch zeigen würden, und so fand sich's auch. Am 18. Juli nachts halb 10 Uhr war das schwarze Kreuz des Versuches VI noch sichtbar; am 23. August schon um 8 Uhr nicht mehr. Das weiße Kreuz, welches ohnehin im zweifelhaften Falle etwas schwerer als das schwarze darzustellen ist, wollte sich mir nicht offenbaren; zuverlässige Freunde versichern mich aber, es zu gleicher Zeit gesehen zu haben.

XIV. Umwandlung durch trübe Mittel

Zu den ersten Beobachtungen und Versuchen haben wir den klarsten Himmel gefordert; denn es war zu bemerken, dass durch Wolken aller Art das Phänomen unsicher werden könne. Um aber auch hierüber zu einiger Gesetzlichkeit zu gelangen, beobachtete man die verschiedensten Zustände der Atmosphäre; endlich glückte Folgendes. Man kennt die zarten, völlig gleich ausgeteilten Herbstnebel, welche den Himmel mit reinem leichten Schleier, besonders des Morgens, bedecken und das Sonnenbild entweder gar nicht oder doch nur strahlenlos durchscheinen lassen. Bei einer auf diese Weise bedeckten Atmosphäre gibt sowohl die Sonnenseite als die gegenüberstehende das schwarze Kreuz, die Seitenregionen aber das weiße.

An einem ganz heitern, stillen Morgen in Karlsbad anfangs Mai 1820, als der Rauch, aus allen Essen aufsteigend, sich über dem Tal sanft zusammenzog und nebelartig vor der Sonne stand, konnte ich bemerken, dass auch dieser Schleier an der Sonnenseite das weiße Kreuz in das schwarze verwandelte, anstatt dass auf der reinen Westseite über dem Hirschsprung das weiße Kreuz in völliger Klarheit bewirkt wurde.

Ein gleiches erfuhr ich, als ein verästeter, verzweigter Luftbaum sich vor und nach Aufgang der Sonne im Osten zeigte; erkehrte die Erscheinung um wie Nebel und Rauch.

Völlig überzogener Regenhimmel kehrte die Erscheinung folgendermaßen um: die Ostseite gab das schwarze Kreuz, die Süd- und Nordseite das weiße; die Westseite, ob sie gleich auch überzogen war, hielt sich dem Gesetz gemäß und gab das weiße Kreuz.

Nun hatten wir aber auch zu unserer großen Zufriedenheit einen uralten, sehr getrüben Metallspiegel gefunden, welcher die Gegenstände zwar noch deutlich genug, aber doch sehr verdüstert wiedergibt. Auf diesen brachte man den Kubus und richtete ihn bei dem klarsten Zustand der Atmosphäre gegen die verschiedenen Himmelsgegenden. Auch hier zeigte sich das Phänomen umgekehrt, der direkte Widerschein gab das schwarze, der oblique das weiße Kreuz, und dass es ja an Mannigfaltigkeit der Versuche nicht fehle, wiederholte man sie bei rein verbreitetem Nebel; nun gab die Sonnenseite und ihr direkter Widerschein das weiße, die Seitenregionen aber das schwarze Kreuz. Von großer Wichtigkeit scheinen uns diese Betrachtungen.

XV. Rückkehr zu den entoptischen Gläsern

Nachdem wir nun die entoptischen Körper zuerst in ihrem einfachen Zustand benutzt und vor allen Dingen in den Höhen und Tiefen der Atmosphäre den eigentlichen Urquell der Erscheinungen zu entdecken, auch die polare Umkehrung derselben teils auf natürlichem, teils auf künstlichem Wege zu verfolgen gesucht, so wenden wir uns nun abermals zu gedachten Körpern, an denen wir die Phänomene nachgewiesen, um nun auch die mannigfaltigen Bedingungen, welchen diese Vermittler unterworfen sind, zu erforschen und aufzuzählen.

XVI. Nähere Bezeichnung der entoptischen Erscheinung

Um vorerst das. Allgemeinste auszusprechen, so lässt sich sagen, dass wir Gestalten erblicken, von gewissen Farben begleitet, und wieder Farben, an gewisse Gestalten gebunden, welche sich aber beiderseits nach der Form des Körpers richten müssen.

Sprechen wir von Tafeln, und es sei ein Viereck gemeint, gleichseitig, länglich, rhombisch; es sei ein Dreieck jeder Art; die Platte sei rund oder oval: jede regelmäßige sowie jede zufällige Form nötigt das erscheinende Bild, sich nach ihr zu bequemen, welchem denn jedesmal gewisse gesetzliche Farben anhängen. Von Körpern gilt dasselbe was von Platten.

Das einfachste Bild ist dasjenige, was wir schon genugsam kennen; es wird in einer einzelnen viereckten Glasplatte hervorgebracht.

Vier dunkle Punkte erscheinen in den Ecken des Quadrats, die einen weißen, kreuzförmigen Raum zwischen sich lassen; die Umkehrung zeigt uns helle Punkte in den Ecken des Quadrats, der übrige Raum scheint dunkel.

Dieser Anfang des Phänomens ist nur wie ein Hauch, zwar deutlich und erkennbar genug, doch größerer Bestimmtheit, Steigerung, Energie und Mannigfaltigkeit fähig, welches alles zusammen durch Vermehrung aufeinander gelegter Platten hervorgebracht wird.

Hier merke man nun auf ein bedeutendes Wort- Die dunkeln und hellen Punkte sind wie Quellpunkte anzusehen, die sich aus sich selbst entfalten, sich erweitern, sich gegen die Mitte des Quadrats hindrängen, erst bestimmtere Kreuze, dann Kreuz nach Kreuzen bei Vermehrung der aufeinander gelegten Platten vielfach hervorbringen.

Was die Farben betrifft, so entwickeln sie sich nach dem allgemeinen, längst bekannten, noch aber nicht durchaus anerkannten ewigen Gesetz der Erscheinungen in und an dem Trüben, die hervortretenden Bilder werden unter ebendenselben Bedingungen gefärbt. Der dunkle Quellpunkt, der sich nach der Mitte zu bewegt und also über hellen Grund geführt wird, muss Gelb hervorbringen; da aber, wo er den hellen Grund verlässt,

wo ihm der helle Grund nachrückt, sich über ihn erstreckt, muss er ein Blau sehen lassen. Bewegen sich im Gegenfalle die hellen Punkte nach dem inneren, düstern, so erscheint vorwärts gesetzlich Blaurot, am hinteren Ende hingegen Gelb und Gelbrot. Dies wiederholt sich bei jedem neu entstehenden Kreuze, bis die hintereinander folgenden Schenkel nahe rücken, wo alsdann durch Vermischung der Ränder Purpur und Grün entsteht.

Da nun durch Glasplatten, übereinander gelegt, die Steigerung gefördert wird, so sollte folgen, dass ein Kubus schon in seiner Einfachheit gesteigerte Figuren hervorbringe; doch dies bewahrheitet sich nur bis auf einen gewissen Grad. Und obgleich derjenige, welcher sämtliche Phänomene Zuschauern und Zuhörern vorlegen will, einen soliden, guten entoptischen Kubus nicht entbehren kann, so empfiehlt sich doch ein Kubus von übereinander befestigten Platten beim Liebhaber dadurch, weil er leichter anzuschaffen und noch überdies die Phänomene auffallender darzustellen geschickt ist. Was von dreieckigen und runden Platten zu sagen wäre, lassen wir auf sich beruhen; genug, wie die Form sich ändert, so ändert sich auch die Erscheinung; der Naturfreund wird sich dieses alles gar leicht selbst vor Augen führen können.

XVII. Abermalige Steigerung

Vorrichtung mit zwei Spiegeln

Die im Vorhergehenden angezeigte gesteigerte, vermannigfaltigte Erscheinung können wir jedoch auf obige einfache Weise kaum gewahr werden; es ist daher eine dritte zusammengesetzte Vorrichtung nötig.

Wir bilden unsern Apparat aus zwei angeschwärzten, zueinander gerichteten, einander antwortenden Spiegeln, zwischen welchen der Kubus angebracht ist. Der untere Spiegel ist unbeweglich, so gestellt, dass er das Himmelslicht aufnehme und es dem Kubus zuführe; der obere ist aufgehängt, um eine perpendikuläre Achse beweglich, so dass er das Bild des von unten erleuchteten Kubus dem Zuschauer ins Auge bringe. Hängt er gleichnamig mit dem untern, so wird man die helle Erscheinung sehen; wendet man ihn nach der Seite, so obliquiert er das Licht, zeigt es obliquiert, und wir sehen das schwarze Kreuz, sodann aber bei der Achtelswendung schwankende Züge.

Manche andere spiegelnde Flächen, die wir durchversucht, Fensterscheiben, farbiges Glas, geglättete Oberflächen jeder Art bringen die Wirkung des unteren Spiegels hervor; auch wird sie wenig geschwächt noch verändert, wenn wir die atmosphärische Beleuchtung erst auf eine Glastafel, von da aber auf den einfachen oder zusammengesetzten Apparat fallen lassen.

Das klarste Licht des Vollmonds erhellt die Atmosphäre zu wenig, um von dort her die nötige Beleuchtung erhalten zu können; lässt man es aber auf eine Glastafel fallen, von da auf den Apparat, so tut es Wirkung und hat genugsame Kraft, das Phänomen hervorzubringen.

XVIII. Wirkung der Spiegel in Absicht auf Hell und Dunkel

Wir entfernen die entoptischen Körper nunmehr, um die Spiegel und ihre einzelne oder verbündete Wirksamkeit näher zu betrachten. Einem jeden Kunst- und Naturfreund, der auf einer, durch Anschwärzung der einen Seite zum verkleinerten Konvexspiegel \ verwandelten Glaslinse Landschaften betrachtet hat, ist wohl bekannt, dass sowohl Himmel als Gegenstände um ein Bedeutendes dunkler erscheinen, und so wird ihm nicht auf-

fallen, wenn er, von unserem Doppelapparat den obern Spiegel wegnehmend, unmittelbar auf den untern blickt, die heiterste Atmosphäre nicht schön blau, sondern verdüstert gewahr zu werden. Dass bei parallel wieder Eingehängtem oberem Spiegel, bei verdoppelter Reflexion, abermals eine Verdüsterung vor sich gehe, ist gleichfalls eine natürliche Folge. Das Blau hat sich in ein Aschgrau verwandelt.

Aber noch weit stärker ist die Verdüsterung bei Seitenstellung des oberen Spiegels. Der nunmehr obliquierte Widerschein zeigt sich merklich dunkler als der direkte, und hierin legt sich die nächste Ursache der erhellenden und verdunkelnden Wirkung auf entoptische Gläser vor Augen.

XIX. Wirkung der Spiegel in Absicht auf irgendein Bild

Um sich hiervon aufs Kürzeste in Kenntnis zu setzen, stelle man eine Kerze dergestalt, dass das Bild der Flamme auf den untern Spiegel falle; man betrachte dasselbe sodann durch den obern, parallel mit dem unteren hängenden Spiegel; die Kerze wird aufgerichtet und die Flamme, als durch zwei verdüsterte Spiegel zum Auge gelangend, um etwas verdunkelt sein.

Man führe den Spiegel in den rechten Winkel, die Kerze wird horizontal liegend erscheinen und die Flamme bedeutend verdunkelt.

Abermals führe man den Spiegel weiter in die Gegenstellung der ersten Richtung, die Flamme wird auf dem Kopfe stehen und wieder heller sein. Man drehe den Spiegel ferner um seine Achse, die Kerze scheint horizontal und abermals verdüstert, bis sie denn endlich, in die erste Stellung zurückgeführt, wieder hell wie vom Anfang erscheint. Ein jedes helles Bild auf dunklem Grunde, das man an die Stelle der Kerze bringt, wird dem aufmerksamen Beobachter dieselbe Erscheinung gewähren. Wir wählen dazu einen hellen Pfeil auf dunklem Grunde, woran sowohl die Veränderung der Stellung des Bildes als dessen Erhellung und Verdüsterung deutlich gesehen wird.

XX. Identität durch klare Spiegel

Bisher wäre also nichts Verwunderungswürdiges vorgekommen; bei der größten Mannigfaltigkeit bleibt alles in der Regel; so ist auch folgende Erscheinung ganz dem Gesetz gemäß, ob sie uns gleich bei der ersten Entdeckung wunderbar überraschte.

Bei dem Apparat mit zwei Spiegeln nehme man zum untersten, der das Himmelslicht aufnimmt, einen mit Quecksilber belegten und richte ihn bei dunkelblauer Atmosphäre gegen den Seitenschein, der im Würfel das schwarze Kreuz erzeugt; dieses wird nun auch erscheinen und identisch bleiben, wenn schon der Oberspiegel gleichnamig gestellt ist; denn die Eigenschaft des atmosphärischen Scheins wird durch den klaren Spiegel vollkommen überliefert, ebenso wie es bei jener Erfahrung mit einem Spiegel unmittelbar geschieht.

Wir haben zur Bedingung gemacht, dass der Himmel so blau sein müsse, als es in unsern Gegenden möglich ist, und hier zeigt sich abermals der Himmel als eine verschleierte Nacht, wie wir ihn immer ansehen. Er ist es nun, der sein verdüstertes Licht in den klaren Spiegel sendet, welches alsdann, dem Kubus mitgeteilt, sich gerade in dem mäßigen Gleichgewicht befindet, das zur Erscheinung unumgänglich nötig ist.

XXI. Abgeleiteter Schein und Widerschein

Wir haben den unmittelbaren Widerschein von den verschiedenen Himmelsgegenden her als den ersten und ursprünglichen angenommen; aber auch abgeleiteter Schein und Widerschein bringt dieselben Phänomene hervor.

Weißer Battist, vor ein besonntes Fenster gezogen, gibt zwar mit (lern einfachen Apparat keine Erscheinung, wahrscheinlich weil das davon herkommende Licht noch allzu stark und lebhaft ist; der Kubus aber, zwischen die Doppelspiegel gelegt, gibt sowohl das weiße als schwarze Kreuz; denn der helle Schein der Battistfläche wird durch die beiden Spiegel gemäßigt.

Vom abgeleiteten Widerschein wäre vielleicht nur folgendes zu sagen: Haben wir, durch unsern zweiten Apparat (VI) von irgend einer Himmelsgegend her die entoptische Erscheinung bewirkt, so stelle man derselben atmosphärischen Region eine unbelegte spiegelnde Glastafel entgegen, wende sich mit dem Apparat nun zu ihr, Lind man wird die abgeleitete Erscheinung mit der ursprünglichen gleich finden.

XXII. Doppelt refrangierende Körper

Der durchsichtige rhombische Kalkspat, dessen Eigenschaft, Bilder zu verdoppeln, ja zu vervielfachen, schon lange Zeit Forscher Lind Erklärer beschäftigt, gab immerfort bei Unzulänglichkeit frülteren Bemühens zu neuen Untersuchungen Anlass. Hier wurde nach und nach entdeckt, dass mehrere kristallinisch gebildete Körper L, 1 ne solche Eigenschaft besitzen, und nicht allein dieses ward gefunden, sondern auch bei vielfachster Behandlung solcher Gegenstände noch andere begleitende Erscheinungen. Da man nun beim rhombischen Kalkspat gar deutlich bemerken konnte, dass der verschiedene Durchgang der Blätter und die deshalb gegeneinander wirkenden Spiegelungen die nächste Ursache der Erscheinung sei, so ward man auf Versuche geleitet, das Licht durch spiegelnde, auf verschiedene Weise gegeneinander gerichtete Flächen dergestalt zu bedingen, dass künstliche Wirkungen, jenen natürlichen ähnlich, hervorgebracht werden konnten.

Hierbei war freilich sehr viel gewonnen; man hatte einen äußern, künstlichen Apparat, wodurch man den innern, natürlichen nachahmen, kontrollieren und beide gegen einander vergleichen konnte.

Nach dem Gange unserer Darstellung haben wir zuerst den künstlichen Apparat in seiner größten Einfalt mit der Natur in Rapport gesetzt, wir haben den Urquell aller dieser Erscheinungen in der Atmosphäre gefunden, sodann unsere Vorrichtungen gesteigert, um das Phänomen in seiner größten Ausbildung darzustellen; nun gehen wir zu den natürlichen, durchsichtigen, kristallisierten Körpern über und sprechen also von ihnen aus, dass die Natur in das Innerste solcher Körper einen gleichen Spiegelapparat aufgebaut habe, wie wir es mit äußerlichen physisch-mechanischen Mitteln getan, und es bleibt uns noch zu zeigen Pflicht, wie die doppelt refrangierenden Körper gerade die sämtlichen, uns nun schon bekannten Phänomene gleichfalls hervorbringen, dass wir daher, wenn wir ihren natürlichen Apparat mit unserm künstlichen verbinden, die anmutigsten Erscheinungen vor Augen zu stellen fähig sind. Auch hier werden wir aufs Einfachste verfahren und nur drei Körper in Anspruch nehmen, da sich die Erscheinung bei andern ähnlichen immerfort wiederholen muss und wiederholt. Diese drei Körper aber sind der Glimmer, das Fraueneis und der rhombische Kalkspat.

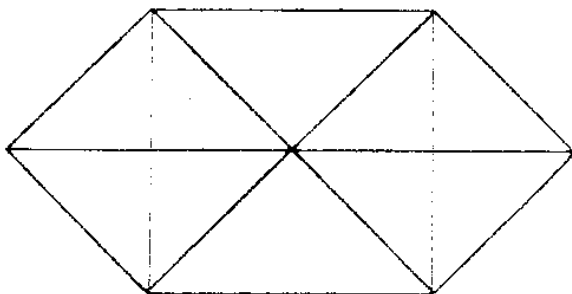
XXIII. Glimmerblättchen

Die Glimmerblätter haben von der Natur den Spiegelungsapparat in sich und zugleich die Fähigkeit, entoptische Farben hervorzubringen; deshalb ist es so bequem als lehrreich, sie mit unsern künstlichen Vorrichtungen zu verbinden.

Um nun das Glimmerblättchen an und für sich zu untersuchen, wird es allein zwischen beide, vorerst parallel gestellte Spiegel gebracht, und hier entdecken sich nach und nach die für uns so merkwürdigen Eigenschaften.

Man bewege das Blättchen hin und her, und der Beschauer wird sogleich bemerken, dass ihm das Gesichtsfeld bald heller, bald dunkler erscheine; ist er recht aufmerksam und die Eigenschaft des Glimmerblättchens vollkommen zusagend, so wird er gewahr werden, dass die helle Erscheinung von einem gelblichen, die dunkle von einem bläulichen Hauch begleitet ist. Wir greifen nun aber zu einer Vorrichtung, welche uns dient, genauere Versuche vorzunehmen.,

Wir stellen den entoptischen Kubus zwischen die zwei parallelen Spiegel an den gewohnten Ort, legen das Glimmerblatt darauf und bewegen es hin und her, auch hier findet die Abänderung vom Hellen ins Dunkle, vom Gelblichen ins Bläuliche statt, dieses aber ist sogleich mit einer Umkehrung der Formen und der Farben in dem Kubus verbunden. Ein solches nun geschieht durch innere Spiegelung des Glimmers, da unsere äußeren Spiegel unbewegt bleiben. Um nun hierüber ferner ins Klare zu kommen, verfähre man folgendermaßen. Man wende das auf dem Kubus liegende Blättchen so lange hin und her, bis die Erscheinung des weißen Kreuzes vollkommen rein ist, als wenn sich nichts zwischen dem Kubus und unsern Augen befände. Nun zeichne man mit einer scharf einschneidenden Spitze auf das Glimmerblatt einen Strich an der Seite des Kubus, die mit uns parallel ist, her und schneide mit der Schere das Glimmerblatt in solcher Richtung durch. Hier haben wir nun die Basis unserer künftigen Operationen. Man drehe nun das Glimmerblatt immer horizontal auf dem Kubus bedächtig herum, und man wird erst Figur und Farbe im Schwanken, endlich aber die völlige Umkehrung, das schwarze Kreuz erblicken. Nun zeichne man die gegenwärtige Lage des Glimmerblattes zu der uns immer noch parallelen Seite des Kubus und schneide auch in dieser Richtung das Glimmerblatt durch, so wird man einen Winkel von 135 Graden mit der Grundlinie finden; hiernach lässt sich nun, ohne weiteres empirisches Herumtasten, sogleich die Form der Tafel angeben, welche uns künftig sämtliche Phänomene gesetzlich zeigen soll; es ist die, welche wir einschalten.



Hier sehen wir nun ein größeres Quadrat, aus dem sich zwei kleinere entwickeln, und sagen, um beim Bezeichnen unsrer Versuche alle Buchstaben und Zahlen zu vermeiden: der Beschauer halte die längere Seite parallel mit Sich, so wird er die lichte Erscheinung erblicken; wählt man die schmale Seite, so haben wir die finstere Erscheinung.

Die etwas umständliche Bildung solcher Tafeln können wir uns dadurch erleichtern, wenn wir nach obiger Figur eine Karte ausschneiden und sie unter die Spiegel, die lange Seite parallel mit uns haltend, bringen, auf derselben aber das Glimmerblatt hin und her bewegen, bis wir die helle Erscheinung vollkommen vor uns sehen. Klebt man in diesem Moment das Blättchen an die Karte fest, so dient uns der Ausschnitt als sichere Norm bei allen unsern Versuchen.

Wenn wir nun die Erscheinungen sämtlich mehrmals durchgehen, so finden wir Blättchen, welche uns entschiedenem Dienst leisten und das Phänomen vollkommen umkehren; andere aber bringen es nicht völlig dazu, sie erregen jedoch ein starkes Schwanken. Dieses ist sehr unterrichtend, indem wir nun daraus lernen, dass die bekannten Kreuze nicht etwa aus zwei sich durchschneidenden Linien entstehen, sondern aus zwei Haken, welche sich aus den Ecken hervor gegen einander bewegen, wie es bei den Chladnischen Tonfiguren der Fall ist, wo solche Haken gleichfalls von der Seite hereinstreben, um das Kreuz im Sande auszubilden.

Ferner ist zu bemerken, dass es auch Glimmerblättchen gebe, welche kaum eine Spur von allen diesen Erscheinungen bemerken lassen. Diese Art ist, da die übrigen meist farblos wie Glastafeln anzusehen sind, auch in ihren feinsten Blättern tombackbraun; die meinigen sind von einer großen Glimmersäule abgetrennt.

Schließlich haben wir nun noch einer sehr auffallenden Farbenerscheinung zu gedenken, welche sich unter folgenden Bedingungen erblicken lässt. Es gibt Glimmerblätter, vorgeschriebenermaßen als sechsseitige Tafeln zugerichtet; diese zeigen in der ersten Hauptrichtung, das heißt, die längere Seite parallel mit dem Beobachter gelegt, keine besondere Farbe als allenfalls einen gelblichen und, wenn wir den oberen Spiegel zur Seite richten, bläulichen Schein; legen wir aber die schmale Seite parallel mit uns, so erscheinen

sogleich die schönsten Farben, die sich bei Seitenwendung des Spiegels in ihre Gegensätze verwandeln, und zwar

Hell	Dunkel
Gelb	Violett
Gelbrot	Blau
Purpur	Grün.

Wobei zu bemerken, dass, wenn man dergleichen Blätter auf den entoptischen Kubus bringt, die Erscheinung des hellen und dunklen Kreuzes mit den schönsten bezüglichlichen Farben begleitet und überzogen wird.

Und hier stehe denn eine Warnung eingeschaltet am rechten Platze: wir müssen uns wohl in acht nehmen, diese Farben, von denen wir gegenwärtig handeln, nicht mit den epoptischen zu vermischen. Wie nahe sie auch verwandt sein mögen, so besteht doch zwischen ihnen der große Unterschied, dass die epoptischen unter dem Spiegelapparat nicht umgekehrt werden, sondern, gleichviel ob direkt oder von der Seite angeschaut, immer dieselbigen bleiben, dagegen die im Glimmerblättchen erscheinenden beweglicher Art sind und also auf einer höhern Stufe stehen.

Ferner bringen wir den Umstand zur Sprache, dass der stumpfe Winkel der sechsseitigen Tafel, welcher auf unserer Basis aufgerichtet wird und das Umkehren des Phänomens entscheidet, zusammengesetzt ist aus 90 Graden des rechten Winkels und aus 45, welche dem kleinen Quadrat angehören, zusammen 135 Grade. Es wird uns also auf eine sehr einfache Weise auf jene 35 bis 36 Grade gedeutet, unter welchen bei allen Spiegelungen die Erscheinung erlangt wird.

Ferner fügen wir bemerkend hinzu, dass uns noch nicht gelingen wollte zu erfahren, wie unsere empirisch-theoretische sechsseitige Tafel mit den von Natur sechsseitig gebildeten Glimmersäulen und deren Blättern in Übereinstimmung trete. Leider sind unsere wirksamen Glimmertafeln schon in kleine Fensterscheiben geschnitten, deren Seiten zu unseren Phänomenen in keinem Bezug stehen. Die einzelnen Glimmerblätter aber, an welchen die sechsseitige Kristallisation nachzuweisen ist, sind gerade diejenigen, welche die Umkehrung hartnäckig verweigern.

XXIV. Fraueneis

Mit durchsichtigen Gipsblättchen verhält es sich gleichermaßen; man spaltet sie so fein als möglich und verfährt mit ihnen auf dieselbe Weise, wie bei dem Glimmer gezeigt worden.

Man untersuche ein solches Blättchen an und für sich zwischen den beiden Spiegeln, und man wird eine Richtung finden, wo es vollkommen klar ist; diese bezeichne man als Basis der übrigen Versuche; man bilde sodann ein Sechseck und richte eine der kürzeren Seiten parallel mit sich, und man wird das Gesichtsfeld mit Farben von der größten Schönheit begabt sehen. Bei der Seitenstellung des Spiegels wechseln sie sämtlich, und es kommen an derselben Stelle die geforderten Gegensätze hervor. Gesellt man ein solches Blättchen zum Kubus, so wird jene erste Richtung die entoptische Erscheinung völlig identisch lassen, in dem zweiten Falle aber das Bild verändert sein. Es werfen sich nämlich die beiden Farben, Purpur und Grün, an die hellen oder dunkeln Züge der Bilder, so dass die Umkehrung als Umkehrung nicht deutlich wird, die Färbung jedoch auf eine solche Veränderung hinweist; denn sobald man den Spiegel nunmehr seitwärts wendet, so erscheint zwar das Bild noch immer vollkommen farbig, allein die Züge, die man vorher grün gesehen, erscheinen purpur, und umgekehrt.

Man sieht hieraus, dass schon bei den zartesten Tafeln das Bild einige Undeutlichkeit erleiden müsse; werden nun gar mehrere über einander gelegt, so wird das Bild immer undeutlicher, bis es zuletzt gar nicht mehr zu erkennen ist. Ich sehe daher das Verschwinden der Erscheinung bei dem Umkehren nur als eine materielle Verdüsterung an, die ganz allein der Unklarheit des angewendeten Mittels zuzuschreiben ist.

XXV. Doppelspat

Von diesem bedeutenden, so oft besprochenen, beschriebenen, bemessenen, berechneten und bemeinten Naturkörper haben wir nur so viel zu sagen, als seine Eigenschaften sich in unserm Kreise manifestieren. Er verhält sich gerade wie die vorhergehenden beiden, nur dass seine rhombische Figur und die Dicke seiner Kristalle einigen Unterschied machen mögen. Legen wir ihn übrigens zwischen die beiden Spiegel so, dass die längere oder kürzere Achse auf dem Beschauer perpendikulär steht, so erscheint das Gesichtsfeld helle, und wir dürften alsdann nur den zu uns gekehrten Winkel abstutzen, so hätten wir, wenn die Operation an der langen Seite geschah, ein Sechseck mit zwei stumpfern Winkeln, und wenn wir die kürzere Diagonale abstutzen, ein etwas spitzwinkliges Sechseck als unser regelmäßiges erhalten, aber doch immer ein Sechseck, dessen kürzere Seiten, gegen uns gekehrt, das Gesichtsfeld dunkler machen. Hierbei ist es aber keineswegs nötig, dass wir unsere Kristalle verderben, sondern wir heften unsere ausgeschnittene Karte nach bekannter Weise über den Kristall oder zeichnen unsere Intention durch einen leichten Federstrich.

Nun sprechen wir aber mit den vorigen Fällen völlig übereinstimmend aus: die erste Richtung, die das helle Sehfeld bewirkt, lässt die Erscheinung identisch, die Seitenwendung jedoch des bekannten Winkels kehrt die Erscheinung um, welches noch ganz deutlich, jedoch mehr der Farbe als der Form nach an der Umkehrung der blauen Augen in gelbe bemerkt werden kann. Also ist auch hier ein Verschwinden, welches durch vermehrte Körperlichkeit des Mittels hervorgebracht würde, kein physischer, sondern ein ganz gemeiner Effekt der zunehmenden Undurchsichtigkeit.

Nun aber erwartet uns eine höchst angenehme Erscheinung. Lässt man einen solchen rhombischen isländischen Kristall durch Kunst dergestalt zurichten, dass zwei der langen Achsenfläche parallele Abschnitte der Ecken verfugt und geschliffen werden, so wird man, wenn der Körper in dieser Lage zwischen die zwei Spiegel gebracht wird, einmal ein helles, das andere Mal ein dunkles Bild gewahr werden, analog jenen uns bekannten gefärbten entoptischen Bildern; vier helle Punkte stehen zuerst innerhalb eines Kreises, um den sich mehr Kreise versammeln, und es gehen vier pinselartige Strahlungen aus von den Punkten, als hell und durchscheinend. Bei der Seitenwendung zeigt sich der Gegensatz; wir sehen, in Ringe gefasst, ein schwarzes Kreuz, von welchem gleichfalls vier schwarze büschelartige Strahlungen sich entfernen.

Hier hätten wir nun die sämtlichen Erscheinungen beisammen: klare, helle Spiegelung und Identität, dunkle Spiegelung mit Umkehrung, letztere besonders von inwohnenden, aber formlosen Farben begleitet, nun aber den Körper selbst durch künstliche Bereitung in seinem Innern aufgeschlossen und eine bewundernswürdige Erscheinung zum Anschauen gebracht.

So wäre denn also dieser höchst problematische Körper durch Untersuchung nur noch immer problematischer geworden, und mit ihm so mancher andere. Freilich ist es wunderbar genug, dass ihm dreierlei Arten der Farbenerscheinung zugeteilt sind: die prismatischen bei der Brechung, und zwar doppelt und vielfach, die epoptischen zwischen seinen zarten Lamellen, wenn sich diese nur im mindesten mit beibehaltener Berührung auseinander geben, und die entoptischen, durch künstliche Vorbereitung aus seinem Innern aufgeschlossen. Viel ist hiervon gesagt, viel ist zu sagen, für unsere Zwecke sei das Wenige hinreichend.

XXVI. Apparat, vierfach gesteigert

Was man bei allen Experimenten beobachten sollte, wollten wir, wie sonst auch geschehen, bei dem unsrigen zu leisten suchen. Zuerst sollte das Phänomen in seiner ganzen Einfalt erscheinen, sein Herkommen aussprechen und auf die Folgerung hindeuten.

Unser einfachster Apparat (V) besteht aus einer entoptischen Glastafel, horizontal auf einen dunklen Grund gelegt und gegen die klare Atmosphäre in verschiedenen Richtungen gehalten, da sich denn der ätherische Ursprung der Erscheinungen und die Wirkung des direkten und obliquen Widerscheins sogleich ergibt, dergestalt dass, wenn wir dies recht eingesehen, wir keiner ferneren Versuche bedürften.

Aber es ist nötig, dass wir weiter gehen, die Abhängigkeit von äußeren Umständen zu mindern suchen, um das Phänomen bequemer, auffallender und nach Willen öfter darstellen zu können.

Hierzu bahnt nun unser zweiter Versuch (VI) den Weg, wir bedienen uns eines entoptischen Kubus und eines schwarzen Spiegels; durch jenen lassen wir die atmosphärische Wirkung hindurchgehen und erblicken die farbigen Bilder außerhalb desselben auf dem Spiegel, allein hierbei sind wir immer noch von der Atmosphäre abhängig; ohne einen völlig reinblauen Himmel bringen wir die Erscheinung nicht hervor.

Wir schreiten daher zu dem dritten zusammengesetzteren Apparat (XVII). Wir richten zwei Spiegel gegen einander, von welchen der untere die allseitige Atmosphäre vorstellt,

der obere hingegen die jedesmalige besondere Richtung, sie sei direkt, oblique oder in der Diagonale. Hier verbirgt sich nun schon das wahre Naturverhältnis, das Phänomen als Phänomen ist auffallender; aber wenn man von vorn herein nicht schon fundiert ist, so wird man schwerlich rückwärts zur wahren anschauenden Erkenntnis gelangen. Indessen dient uns dieser Apparat täglich und stündlich und wird uns deshalb so wert, weil wir die Zusammenwirkung desselben mit den natürlichen Körpern und ihr wechselseitiges Betragen höchst belehrend finden.

Nun aber haben wir noch einen vierten Apparat, dessen zu erwähnen wir nun Gelegenheit nehmen; er ist zwar der bequemste und angenehmste, dagegen verbirgt er aber noch mehr das Grundphänomen, welches sich niemand rückwärts daraus zu entwickeln unternehmen würde. Er ist höchst sauber und zierlich gearbeitet von dem Glasschleifer Niggl in München und durch die Gunst des Herrn Professor Schweigger in meinen Besitz gekommen; er besteht aus vier Spiegeln, welche, sich auf einander beziehend, sämtliche Phänomene leicht und nett hervorbringen. Der erste Spiegel außerhalb des Apparats fast horizontal gelegen, nimmt das Tageslicht unmittelbar auf und überliefert solches dem zweiten, welcher, innerhalb des Instrumentes schief gestellt, wie der untere erste Spiegel des vorigen Apparates, das empfangene Licht aufwärts schickt; unmittelbar über ihm wird der entoptische Kubus eingeschoben, auf welchen man perpendikular durch ein Sehrohr hinunterblickt; in diesem nun sind statt des Okulars zwei Spiegel angebracht, wovon der eine das Bild des Kubus von unten aufnimmt, der andere solches dem Beschauer ins Auge führt. Kehrt man nun die mit den beiden verbundenen Spiegeln zusammen bewegliche Hülse in die direkte oder Seitenstellung, so verwandeln sich die Bilder gar bequem und erfreulich Farb' und Form nach, und um desto auffallender, da durch das viermal wiederholte Abspiegeln das Licht immer mehr gedämpft und gemäßigt worden. Noch ein anderes höchst erfreuendes Phänomen lässt sich zugleich darstellen, wenn man nämlich an die Stelle des Okulars ein kleines Prisma von Doppelspat setzt, wodurch man die gleichzeitige Erhellung und Verdunkelung bei fortgesetzter Kreisbewegung der Hülse höchst angenehm und überraschend beschauen und studieren kann. Sieht man nun zurück und vergegenwärtigt sich Schritt vor Schritt, wie jene Steigerung vorgegangen, was dazu beigetragen, was sie uns aufgeklärt, was sie verbirgt, so kann man uns in diesem ganzen Felde nichts Neues mehr vorzeigen, indem wir mit den Augen des Leibes und Geistes ungehindert methodisch vor- und rückwärts blicken.

XXVII. Warnung

Wie nahe wir durch unsern vierfach gesteigerten Apparat an den Punkt gekommen, wo das Instrument, anstatt das Geheimnis der Natur zu entwickeln, sie zum unauflösliehen Rätsel macht, möge doch jeder naturliebende Experimentator beherzigen. Es ist nichts dagegen zu sagen, dass man durch mechanische Vorrichtung sich in den Stand setze, gewisse Phänomene bequemer und auffallender nach Willen und Belieben vorzuzeigen; eigentliche Belehrung aber befördern sie nicht, ja, es gibt unnütze und schädliche Apparate, wodurch die Naturanschauung ganz verfinstert wird, worunter auch diejenigen gehören, welche das Phänomen teilweise oder außer Zusammenhang vorstellen. Diese sind es eigentlich, worauf Hypothesen gegründet, wodurch Hypothesen Jahrhunderte lang erhalten werden; da man aber hierüber nicht sprechen kann, ohne ins Pole mische zu fallen, so darf davon bei unserm friedlichen Vortrag die Rede nicht sein.

XXVIII. Von der innern Beschaffenheit des entoptischen Glases

Wir haben vorhin, indem wir von den entoptischen Eigenschaften gewisser Gläser gesprochen, welche in ihrem Innern Formen und Farben zeigen, uns nur ans Phänomen gehalten, ohne weiter darauf einzugehen, ob sich ausmitteln lasse, wodurch denn diese Erscheinung eigentlich bewirkt werde. Da wir nun jedoch erfahren, dass gleiche Phänomene innerhalb natürlicher Körper zu bemerken sind, deren integrierende Teile durch eigentümliche Gestalt und wechselseitige Richtung gleichfalls Formen und Farben hervorbringen, so dürfen wir nun auch weitergehen und aufsuchen, welche Veränderung innerhalb der Glasplatten bei schnellem Abkühlen sich ereignen und ihnen jene bedeutend-anmutige Fähigkeit erteilen möchte.

Es lässt sich beobachten, dass in Glastafeln, indem sie erhitzt werden, eine Undulation vorgehe, die bei allmählichem Abkühlen verklingt und verschwindet. Durch einen solchen geruhigen Obergang erhält die Masse eine innere Bindung, Konsistenz und Kraft, um bis auf einen gewissen Grad äußerer Gewalt widerstehen zu können. Der Bruch ist muschlig, und man könnte diesen Zustand, wenn auch uneigentlich, zäh nennen.

Ein schnelles Abkühlen aber bewirkt das Gegenteil, die Schwingungen scheinen zu erstarren, die Masse bleibt innerlich getrennt, spröde, die Teile stehen nebeneinander und, obgleich vor wie nach durchsichtig, behält das Ganze etwas, das man Punktualität genannt hat. Durch den Demant geritzt, bricht die Tafel reiner als eine des langsam abgekühlten Glases; sie braucht kaum nachgeschliffen zu werden.

Auch zerspringen solche Gläser entweder gleich oder nachher, entweder von sich selbst oder veranlasst. Man kennt jene Flaschen und Becher, welche durch hineingeworfene Steinchen rissig werden, ja zerspringen.

Wenn von geschmolzenen Glastropfen, die man zu schnellster Verkühlung ins Wasser fallen ließ, die Spitze abgebrochen wird, zerspringen sie und lassen ein pulverartiges Wesen zurück; darunter findet ein aufmerksamer Beobachter einen noch zusammenhängenden kleinen Bündel stengliger Kristallisation, die sich um das in der Mitte eingeschlossene Luftpunktchen bildete. Eine gewisse *solutio continui* ist durchaus zu bemerken.

Zugleich mit diesen Eigenschaften gewinnt nun das Glas die Fähigkeit, Figuren und Farben in seinem Innern sehen zu lassen. Denke man sich nun jene beim Erhitzen beobachteten Schwingungen unter dem Erkalten fixiert, so wird man sich nicht mit Unrecht dadurch entstehende Hemmungspunkte, Hemmungslinien einbilden können und dazwischen freie Räume, sämtlich in einem gewissen Grade trüb, so dass sie, bezugsweise bei veränderter Lichteinwirkung, bald hell, bald dunkel erscheinen können.

Kaum aber haben wir versucht, uns diese wundersame Naturwirkung einigermaßen begreiflich zu machen, so werden wir abermals weiter gefordert; wir finden unter andern veränderten Bedingungen wieder neue Phänomene. Wir erfahren nämlich, dass diese Hemmungspunkte, diese Hemmungslinien in der Glastafel nicht unauslöschlich fixiert und für immer befestigt dürfen gedacht werden; denn obschon die ursprüngliche Figur der Tafel vor dem Glühen den Figuren und Farben, die innerhalb erscheinen sollen, Bestimmung gibt, so wird doch auch nach dem Glühen und Verkühlen bei veränderter Form die Figur verändert. Man schneide eine viereckte Platte mitten durch und bringe den parallelepipedischen Teil zwischen die Spiegel, so werden abermals vier Punkte in den Ecken erscheinen, zwei und zwei weit von einander getrennt, und von den langen Seiten herein der helle oder dunkle Raum viel breiter als von den schmalen. Schneidet man eine viereckte Tafel in der Diagonale durch, so erscheint eine Figur, derjenigen ähnlich, die sich fand, wenn man Dreiecke glühte.

Suchten wir uns nun vorhin mit einer mechanischen Vorstellungsart durchzuhelfen, so werden wir schon wieder in eine höhere, in die allgemeine Region der ewig lebenden Natur gewiesen; wir erinnern uns, dass das kleinste Stück eines zerschlagenen magnetischen Eisensteins ebenso gut zwei Pole zeigt als das Ganze.

XXIX. Umsicht

Wenn es zwar durchaus tütlich, ja höchst notwendig ist, das Phänomen erst an sich selbst zu betrachten, es in sich selbst sorgfältig zu wiederholen und solches von allen Seiten aber und abermals zu beschauen, so werden wir doch zuletzt angetrieben, uns nach außen zu wenden und von unserm Standpunkte aus allenthalben umherzublicken, ob wir nicht ähnliche Erscheinungen zu Gunsten unseres Vornehmens auffinden möchten; wie wir denn soeben an den so weit abgelegenen Magneten zu gedenken unwillkürlich genötigt worden.

Hier dürfen wir also die Analogie als Handhabe, als Hebel, die Natur anzufassen und zu bewegen, gar wohl empfehlen und anrühmen. Man lasse sich nicht irre machen, wenn Analogie manchmal irre führt, wenn sie, als zu weit gesuchter willkürlicher Witz, Völlig in Rauch aufgeht. Verwerfen wir ferner nicht ein heiteres, humoristisches Spiel mit den Gegenständen, schickliche und unschickliche Annäherung, ja Verknüpfung des Entferntesten, womit man uns in Erstaunen zu setzen, durch Kontrast auf Kontrast zu überraschen trachtet. Halten wir uns aber zu unserm Zweck an eine reine, methodische Analogie, wodurch Erfahrung erst belebt wird, indem das Abgesonderte und entfernt Scheinende verknüpft, dessen Identität entdeckt und das eigentliche Gesamtleben der Natur auch in der Wissenschaft nach und nach empfunden wird.

Die Verwandtschaft der entoptischen Figuren mit den übrigen physischen haben wir oben schon angedeutet; es ist die nächste, natürlichste und nicht zu verkennen. Nun müssen wir aber auch der physiologischen gedenken, welche hier in vollkommener Kraft und Schönheit hervortreten. Hieran finden wir abermals ein herrliches Beispiel, dass alles im Universen zusammenhängt, sich aufeinander bezieht, einander antwortet. Was in der Atmosphäre vorgeht, begibt sich gleichfalls in des Menschen Auge, und der entoptische Gegensatz ist auch der Physiologe. Man schaue in dem obern Spiegel des dritten Apparates das Abbild des untenliegenden Kubus; man nehme sodann diesen schnell hinweg, ohne einen Blick vom Spiegel zu verwenden, so wird die Erscheinung, die helle wie die dunkle, als gespenstiges Bild umgekehrt im Auge stehen und die Farben zugleich sich in Ihre Gegensätze verwandeln, das Bräunlichgelb in Blau, und umgekehrt, dem natursinnigen Forscher zu großer Freude und Kräftigung.

Sodann aber wenden wir uns zur allgemeinen Naturlehre und versichern nach unserer Überzeugung folgendes: sobald die verschiedene Wirkung des direkten und obliquen Widerscheins eingesehen, die Allgemeinheit jenes Gesetzes anerkannt sein wird, so muss die Identität unzähliger Phänomene sich alsobald betätigen; Erfahrungen werden sich aneinander schließen, die man als unzusammenhängend bisher betrachtet und vielleicht mit einzelnen hypothetischen Erklärungsweisen vergebens begreiflicher zu machen gesucht. Da wir aber gegenwärtig nur die Absicht haben können, den Geist zu befreien und anzuregen, so blicken wir ringsumher, um näher oder ferner auf gewisse Analogien zu deuten, die sich in der Folge an einander schließen, sich aus und gegen einander entwickeln mögen. Weiter kann unser Geschäft nicht gehen; denn wer will eine Arbeit übernehmen, die der Folgezeit noch manche Bemühung zumuten wird!

XXX. Chladnis Tonfiguren

Alle geistreiche, mit Naturerscheinungen einigermaßen bekannte Personen, sobald sie unsern entoptischen Kubus zwischen den Spiegeln erblickten, riefen jedesmal die

Ähnlichkeit mit den Chladnischen Figuren, ohne sich zu besinnen, lebhaft aus, und wer wollte sie auch verkennen! Dass nun diese äußeren auffallenden Erscheinungen ein gewisses inneres Verhältnis und in der Entstehungsart viel Übereinstimmung haben, ist gegenwärtig darzutun.

Chladnis	Figuren	Seebecks
	entstehen	
1) durch Schwingungen		1) durch Schwingungen
	Diese werden bewirkt	
2) durch Erschüttern der Glastafeln;		2) durch Glühen der Glastafeln, durch Druck ec.;
	verharren	
3) in Ruhe;		3) durch schnelle Verkühlung;
	verschwinden	
4) durch neues Erschüttern;		4) durch neues Glühen und langsame Erkaltung;
	sie richten sich	
5) nach der Gestalt der Tafel;		5) nach der Gestalt der Tafel;
	sie bewegen sich	
6) von außen nach innen;		6) von außen nach innen;
	ihre Anfänge sind	
7) parabolische Linien, welche mit ihren Gipfeln gegeneinander streben, beim Quadrat von der Seite, um ein Kreuz zu bilden;		7) parabolische Linien, welche mit ihren Gipfeln gegeneinander streben, beim Quadrat aus den Ecken, um ein Kreuz zu bilden;
	sie vermännigfaltigen sich	
8) bei Verbreiterung der Tafel;		8) bei Vermehrung der übereinander gelegten Tafeln;
	sie beweisen sich	
9) als oberflächlich.		9) als innerlichst.

Mögen vorerst diese Bezüge hinreichen, um die Verwandtschaft im allgemeinen anzudeuten; gewiss wird dem Forscher nichts angenehmer sein als eine hierüber fortgesetzte Betrachtung. Ja, die reale Vergleichung beider Versuche, die Darstellung derselben nebeneinander durch zwei Personen, welche solchen Experimenten gewachsen wären, müsste viel Vergnügen geben und dem innern Sinn die eigentliche Vergleichung überlassen, die freilich mit Worten nie vollkommen dargestellt werden kann, weil das innere Naturverhältnis, wodurch sie bei himmelweiter Verschiedenheit einander ähnlich werden, immer von uns nur geahnet werden kann.

XXXI. Atmosphärische Meteore

Da nach unserer Überzeugung die nähere Einsicht in die Effekte des direkten und obliquen Widerscheins auch zur Erklärung der atmosphärischen Meteore das ihrige bei-

tragen wird, so gedenken wir derselben gleichfalls an dieser Stelle. Der Regenbogen, ob wir ihn gleich als durch Refraktion gewirkt anerkennen, hat doch das Eigene, dass wir die dabei entspringenden Farben eigentlich innerhalb der Tropfen sehen; denn auf dem Grunde derselben spiegelt sich die bunte Verschiedenheit.

Nun kommen die Farben des untern Bogens nach einem gewissen Gesetze zu unserm Auge und auf eine etwas kompliziertere Weise die Farben des oberen Bogens gleichfalls; sobald wir dies eingesehen, so folgern wir, dass aus dem Raum zwischen den zwei Bogen kein Licht zu unserm Auge gelangen könne, und dieses bestätigt sich dem aufmerksamen Beobachter durch folgenden Umstand. Wenn wir auf einer reinen, vollkommen dichten Regenwand, welcher die Sonne klar und mächtig gegenübersteht, die beiden Bogen vollkommen ausgedrückt finden, so sehen wir den Raum zwischen beiden Bogen dunkelgrau, und zwar entschieden dunkler als über und unter der Erscheinung.

Wir schöpften daher die Vermutung, dass auch hier ein in gewissem Sinne obliquiertes Licht bewirkt werde, und richteten unseren zweiten entoptischen Apparat gegen diese Stelle, waren aber noch nicht so glücklich, zu einem entschiedenen Resultate zu gelangen. So viel konnten wir bemerken, dass, wenn der Regenbogen selbst durch unsern entoptischen Kubus durchfiel, das weiße Kreuz erschien und er sich also dadurch als direkten Widerschein erwies. Der Raum unmittelbar drüber, welcher nach der Vermutung das schwarze Kreuz hätte hervorbringen Sollen, gab uns keine deutliche Erscheinung, da wir, seit wir auf diesen Gedanken gekommen, keinen entschieden vollkommenen doppelten Regenbogen und also auch keinen gesättigten dunklen Raum zwischen beiden beobachten konnten. Vielleicht gelingt es andern Naturfreunden besser.

Die Höfe, in deren Mitte Sonne und Mond stehen, die Nebensonnen und anderes erhalten durch unsere Darstellung gewiss in der Folge manche Aufklärung. Die Höfe, deren Diameter vierzig Grad ist, koinzidieren wahrscheinlich mit dem Kreise, in welchem man bei dem höchsten Stand der Sonne um sie her das schwarze Kreuz bemerkt, ehe die entoptische Erscheinung von dem gewaltsamen Lichte aufgehoben wird. Hier wäre nun der Platz, mit Instrumenten zu operieren; Zahlen und Grade würden sehr willkommen sein. Richtet sich dereinst die Aufmerksamkeit der Naturforscher auf diese Punkte, gewinnt unser Vortrag sich mit der Zeit Vertrauen, so wird auch hierzu Rat werden wie zu so vielem andern.

Ein auffallendes Meteor, welches offenbar durch direkten Widerschein hervorgebracht worden, beschreibt uns der aufmerksame Reisende Bory de St. Vincent folgendermaßen:

»Le soir du 2. Germinal l'an X nous vîmes un très-beau phénomène lumineux. Le ciel était pur, surtout vers le couchant; et au moment où le soleil approchait de l'horizon, on distingua du côté diamétralement opposé cinq ou six faisceaux de rayons lumineux. Ils partaient, en divergeant, d'un demi-disque pareil à un grand globe, dont l'horizon sensible eût caché la moitié. Ce demi-disque avait de la couleur du ciel, quand son azur brille du plus grand éclat. Les rayons paraissaient d'autant plus vifs, que le soleil était le plus près de disparaître.

Le couchant s'étant rempli de nuages, qui dérobaient la vue du soleil, le phénomène lumineux ne cessa pas; l'instant où il fut le plus sensible, fut celui où l'astre du jour dût être descendu sous l'horizon; dès-lors son éclat diminua, et disparut peu-à-peu.«

XXXII. Paradoxer Seitenblick auf die Astrologie

Ein phantastisches Analogon der Wirksamkeit unseres direkten und obliquen Widerscheins finden wir schon in der Astrologie, doch mit dem Unterschiede, dass von ihren Eingeweihten der direkte Widerschein, den wir als heilsam erkennen, für schädlich gehalten wird; mit dem Geviertschein jedoch, welcher mit unserm obliquierten zusammenfällt und den auch wir als deprimierend ansprechen, haben sie es getroffen, wenn sie denselben für widerwärtig und unglücklich erklärten. Wenn sodann der Gedrittschein und

Gesechstschein, welchen wir für schwankend erklären, von ihnen als heilsam angenommen wird, so möchte dies allenfalls gelten und würde der Erfahrung nicht sehr widersprechen; denn gerade an dem Schwankenden, Gleichgültigen beweist der Mensch seine höhere Kraft und wendet es gar leicht zu seinem Vorteil.

Durch diese Bemerkungen wollen wir nur so viel sagen, dass gewisse Ansichten der irdischen und überirdischen Dinge, dunkel und klar, unvollständig und vollkommen, gläubig und abergläubisch, von jeher vor dem Geiste der Menschen gewaltet, welches kein Wunder ist, da wir alle auf gleiche Weise gebaut sind und wohlbegabte Menschen sämtlich die Welt aus einem und demselben Sinne anschauen; daher denn, es werde entdeckt, was da wolle, immer ein Analogon davon in früherer Zeit aufgefunden werden kann.

Und so haben die Astrologen, deren Lehre auf gläubige, unermüdete Beschauung des Himmels begründet war, unsere Lehre von Schein, Rück-, Wider- und Nebenschein vorempfunden; nur irrten sie darin, dass sie das Gegenüber für ein Widerwärtiges erklärten, da doch der direkte Rück- und Widerschein für eine freundliche Erwidern des ersten Scheins zu achten. Der Vollmond steht der Sonne nicht feindlich entgegen, sondern sendet ihr gefällig das Licht zurück, das sie ihm verlieh; es ist Artemis, die freundlich und sehnsuchtsvoll den Bruder anblickt.

Wollte man daher diesem Wahnglauben fernerhin einige Aufmerksamkeit schenken, so müsste man nach unsern Angaben und Bestimmungen bedeutende Horoskope, die schon in Erfüllung gegangen sind, rektifizieren und beachten, inwiefern unsere Auslegungsart besser als jene Annahme mit dem Erfolg übereintreffe.

So würde z. B. eine Geburt, die gerade in die Zeit des Vollmondes fiel, für höchst glücklich anzusehen sein; denn der Mond erscheint nun nicht mehr als Widersacher, den günstigen Einfluss der Sonne hemmend und sogar aufhebend, sondern als ein freundlich milder, nachhelfender Beistand, als Lucina, als Hebamme. Welche große Veränderung der Sterndeuterkunst durch diese Auslegungsart erwüchse, fällt jedem Freund und Gönner solcher Wunderlichkeiten alsobald in die Augen.

XXXIII. Mechanische Wirkung

Sollten wir nun vielleicht den Vorwurf hören, dass wir mit Verwandtschaften, Verhältnissen, mit Bezügen, Analogien, Deutungen und Gleichnissen zu weit umhergegriffen, so erwidern wir, dass der Geist sich nicht beweglich genug erhalten könne, weil er immer fürchten muss, an diesem oder jenem Phänomen zu erstarren; doch wollen wir uns sogleich zur nächsten Umgebung zurückwenden und die Fälle zeigen, wo wir jene allgemeinen kosmischen Phänomene mit eigner Hand technisch hervorbringen und also ihre Natur und Eigenschaft näher einzusehen glauben dürfen. Aber im Grunde sind wir doch nicht, wie wir wünschen, durchaus gefördert; denn selbst was wir mechanisch leisten, müssen wir nach allgemeinen Naturgesetzen bewirken, und die letzten Handgriffe haben immer etwas Geistiges, wodurch alles körperlich Greifbare eigentlich belebt und zum Unbegreiflichen erhoben wird.

Man spanne ein starkes Glastäfelchen, das keine entoptischen Eigenschaften hat, in einen metallnen Schraubstock dergestalt, dass zwei entgegengesetzte Punkte der Peripherie vorzüglich affiziert werden, man bringe diese Vorrichtung unter die Spiegel, so wird man eine von jenen beiden Punkten ausgehende Erscheinung erblicken; sie ist büschelförmig, teils hell, teils dunkel nach dem Gesetz gefärbt und sucht sich durch eine ovale Neigung gegen einander zu verbinden. Durch den Druck geht also eine Veränderung der Textur der Bestandteile vor, ihre Lage gegen einander wird verändert, und wir dürfen eine solutio continui, wie bei dem schnell verkühlten Glase vorgeht, annehmen.

Eine ähnliche Erfahrung gibt uns hierüber abermals einiges Licht. Es fand sich ein knopfartig gearbeitetes Stück Bernstein, vollkommen klar, in der Mitte durchbohrt; zwi-

schen die Spiegel gebracht, zeigten sich vier aus dem Mittelpunkt ausgehende weiße und bei der Umkehrung schwarze Strahlenbüschel. Hier scheint der Bohrer, aus der Mitte gegen die Seite drückend, eben dieselbe Wirkung hervorgebracht zu haben, als die Zwinge auf die Seiten der Glastafel, nur dass hier immanent geblieben war, was bei der Glastafel, wenn die Zwinge geöffnet wird, sogleich vorüber ist. Wir ließen, um der Sache mehr beizukommen, einige Stücke Bernstein durchbohren; das Phänomen gelang aber nicht zum zweiten Mal.

XXXIV. Damastweberei

Wo wir aber diese Erscheinung mit Händen greifen können, indem wir sie selbst technisch hervorbringen, ist bei dem Damastweben. Man nehme eine gefaltete Serviette von schön gearbeitetem, wohl gewaschenem und geglättetem Tafelzeuge und halte sie flach vor sich gegen das Licht; man wird Figuren und Grund deutlich unterscheiden. In einem Fall sieht man den Grund dunkel und die Figuren hell; kehre man die Serviette im rechten Winkel nunmehr gegen das Licht, so wird der Grund hell, die Figuren aber dunkel erscheinen; wendet man die Spitze gegen das Licht, dass die Fläche diagonal erleuchtet wird, so erblickt man weder Figuren noch Grund, sondern das Ganze ist von einem gleichgültigen Schimmer erleuchtet.

Diese Erscheinung beruht auf dem Prinzip der Damastweberei, wo das nach Vorschrift abwechselnde Muster darzustellen, die Fäden auf eine eigene Weise übers Kreuz gerichtet sind, so dass die Gestalten hell erscheinen, wenn das Licht der Fadenlänge nach zu unserm Auge kommt, dunkel aber von denen Fäden, welche quer gezogen sind. Die auf den Beschauer gerichteten Fäden leiten das Licht bis zu den Augen und bringen solches direkt zur Erscheinung; die durchkreuzenden dagegen führen das Licht zur Seite und müssen daher als dunkel oder beschattet gesehen werden. In der Diagonale beleuchtet, führen sie beide das Licht vom Auge abwärts und können sich nur als gleichgültigen Schein manifestieren.

Hier geht nun eben dasselbe hervor, was sich am großen Himmel ereignet, und des Webers Geschicklichkeit verständigt uns über die Eigenschaften der Atmosphäre. Zu meinem Apparat ließ ich durch eine geschickte Näherin erst ein Damenbrettmuster, woran sich die Erscheinung am entschiedensten zeigt, mit den zartesten Fäden sticken, sodann aber das entoptische Kreuz mit den Punkten in den Ecken, das man denn, je nachdem die Fläche gegen das Licht gerichtet ist, hell oder dunkel schauen kann.

XXXV. Ähnelt theoretische Ansicht

Da wir uns bemühen, in dem Erfahrungskreise analoge Erscheinungen aufzusuchen, so ist es nicht weniger wichtig, wenn wir auf Vorstellungsarten treffen, welche, theoretisch ausgesprochen, auf unsere Absicht einiges Licht werfen können.

Ein geistreicher Forscher hat die entoptischen Erscheinungen und die damit nahe verwandten Phänomene der doppelten Refraktion dadurch aufzuklären getrachtet, dass er longitudinale und transversale Schwingungen des Lichtes annahm. Da wir nun in der Damastweberei den Widerschein des Lichtes durch Fäden bedingt sehen, welche teils der Länge, teils der Quere nach zu unserm Auge gerichtet sind, so wird uns niemand verargen, wenn wir in dieser Denkart eine Annäherung an die unsrige finden; ob wir gleich gern bekennen, dass wir jene Bedingungen nach unserer Weise nicht im Licht als Licht, sondern am Lichte, das uns nur mit der erfüllten Räumlichkeit, mit der zartesten und dichtesten Körperlichkeit zusammentreffend erscheinen kann, bewirkt finden.

XXXVI. Gewässertes Seidenzeug

Dieses wird erst in Riefen oder Maschen gewoben oder gestrickt und alsdann durch einen ungleich glättenden Druck dergestalt geschoben, dass Höhen und Tiefen miteinander abwechseln, wodurch bei verschiedener Richtung des Seidenzeuges gegen den Tag der Widerschein bald unserm Auge zugewendet, bald abgewendet wird.

XXXVII. Gemodelte Zinn-Oberfläche

Hierher gehört gleichfalls die mannigfaltige und wundersam erfreuliche Erscheinung, wenn eine glatte Zinn-Oberfläche durch verdünnte Säuren angegriffen und dergestalt behandelt wird, dass dendritische Figuren darauf entstehen. Der Beobachter stelle sich mit dem Rücken gegen das Fenster und lasse das Licht von der einen Seite auf die vertikale Tafel fallen, so wird man den einen Teil der Zweige hell und erhöht, den andern dunkel und vertieft erblicken; nun kehre man sich leise herum, bis das Licht zur rechten Seite hereintritt: das erst Helle wird nun dunkel, das Dunkle hell, das Erhöhte vertieft und beschattet, das Vertiefte erhöht und erleuchtet in erfreulicher Mannigfaltigkeit erscheinen. Solche Bleche, mit farbigem Lackfirnis überzogen, haben sich durch ihren anmutigen Anblick zu mancherlei Gebrauch empfohlen. Auch an solchen lackierten Flächen lässt sich der Versuch gar wohl anstellen; doch ist es besser, beim entoptischen Apparat der Deutlichkeit wegen ungefirniste Bleche vorzuzeigen.

XXXVIII. Oberflächen natürlicher Körper

Alle diejenigen Steinarten, welche wir schillernde nennen, schließen sich hier gleichfalls an. Mehreres, was zum Feldspat gerechnet wird, Adular, Labrador, Schriftgranit, bringen das Licht durch Widerschein zum Auge, oder anders gerichtet leiten sie es ab. Man schleift auch wohl dergleichen Steine etwas erhaben, damit die Wirkung auffallender und abwechselnder werde und die helle Erscheinung gegen die dunkle schneller und kräftiger kontrastiere. Das Katzenauge steht hier obenan; doch lassen sich Asbeste und Selenite gleichmäßig zurichten.

XXXIX. Rückkehr und Wiederholung

Nachdem wir nun die Bahn, die sich uns eröffnete, nach Kräften zu durchlaufen gestrebt, kehren wir zum Anfang, zum Ursprung sämtlicher Erscheinungen wieder zurück. Der Urquell derselben ist die Wirkung der Sonne auf die Atmosphäre, auf die unendliche blaue Räumlichkeit. In freister Welt müssen wir immer wieder unsere Belehrung suchen.

Bei heiterem Himmel vor Aufgang der Sonne sehen wir die Seite, wo sie sich ankündigt, heller als den übrigen Himmel, der uns rein und gleich blau erscheint; eben dasselbe gilt vom Untergange. Die Bläue des übrigen Himmels erscheint uns völlig gleich. Tausendmal haben wir das reine, heitere Gewölb des Himmels betrachtet, und es ist uns nicht in die Gedanken gekommen, dass es je eine ungleiche Beleuchtung heruntersenden könne, und doch sind wir hierüber nunmehr durch Versuche und Erfahrungen belehrt. --'

Da wir nun aber über diese Ungleichheit der atmosphärischen Wirkung schon aufgeklärt waren, versuchten wir mit Augen zu sehen, was wir folgern konnten: es müsse nämlich im direkten Gegenschein der Sonne der Himmel ein helleres Blau zeigen als zu bei-

den Seiten; dieser Unterschied war jedoch nie zu entdecken, auch dem Landschaftsmaler nicht, dessen Auge wir zum Beistand anriefen.

Dass aber die durch entoptische Gläser entdeckte ungleiche Beleuchtung für ein glücklich gebornes, geübtes Malerauge bemerklich sei, davon gibt Nachstehendes sichere Kunde.

XL. Wichtige Bemerkung eines Malers

Ein vorzüglicher, leider allzu früh von uns geschiedener Künstler, Ferdinand Jagemann, dem die Natur nebst andern Erfordernissen ein scharfes Auge für Licht und Schatten, Farbe und Haltung gegeben, erbaut sich eine Werkstatt zu größeren und kleineren Arbeiten; das einzige hohe Fenster derselben wird nach Norden, gegen den freisten Himmel gerichtet, und nun dachte man allen Bedingungen dieser Art genug getan zu haben.

Als unser Freund jedoch eine Zeitlang gearbeitet, wollte ihm beim Porträtmalen scheinen, dass die Physiognomien, die er nachbildete, nicht zu jeder Stunde des Tages gleich glücklich beleuchtet seien, und doch war an ihrer Stellung nicht das Mindeste verrückt, noch die Beschaffenheit einer vollkommen hellen Atmosphäre irgend verändert worden.

Die Abwechslung des günstigen und ungünstigen Lichts hielt ihre Tagesperioden; am frühesten Morgen erschien es am widerwärtigsten grau und unerfreulich; es verbesserte sich, bis endlich, etwa eine Stunde vor Mittag, die Gegenstände ein ganz anderes Ansehen gewannen, Licht, Schatten, Farbe, Haltung, alles in seiner größten Vollkommenheit sich dem Künstlerauge darbot, so wie er es der Leinwand anzuvertrauen nur wünschen konnte. Nachmittags verschwindet diese herrliche Erscheinung; die Beleuchtung verschlimmert sich, auch am klarsten Tage, ohne dass in der Atmosphäre irgend eine Veränderung vorgegangen wäre.

Als mir diese Bemerkung bekannt ward, knüpfte ich solche sogleich in Gedanken an jene Phänomene, mit denen wir uns so lange beschäftigten, und eilte, durch einen physischen Versuch dasjenige zu bestätigen und zu erläutern, was ein hellsehender Künstler ganz für sich, aus eingeborner Gabe, zu eigener Verwunderung, ja Bestürzung entdeckt hatte. Ich schaffte unsern zweiten entoptischen Apparat herbei, und dieser verhielt sich, wie man nach Obigem vermuten konnte. Zur Mittagszeit, wenn der Künstler seine Gegenstände am besten beleuchtet sah, gab der nördliche direkte Widerschein das weiße Kreuz, in Morgen- und Abendstunden hingegen, wo ihm das widerwärtige, obliquierte Licht beschwerlich fiel, zeigte der Kubus das schwarze Kreuz, in der Zwischenzeit erfolgten die Übergänge.

Unser Künstler also hatte mit zartem geübten Sinn eine der wichtigsten Naturwirkungen entdeckt, ohne sich davon Rechenschaft zu geben. Der Physiker kommt ihm entgegen und zeigt, wie das Besondere auf dem Allgemeinen ruhe.

Wir gedenken ähnlicher Fälle, die uns überraschten lange vorher, ehe die Kenntnis dieser Erscheinung uns freute. In Rom, wo wir zehn Wochen des allerreinsten Himmels ohne die mindeste Wolke genossen, war es überhaupt gute Zeit, Gemälde zu sehen. Ich erinnere mich aber, dass eine in meinem Zimmer aufgestellte Aquarellzeichnung mir auf einmal so unendlich schön vorkam, als ich sie niemals gesehen. Ich schrieb es damals eben dem reinen Himmel und einer glücklichen augenblicklichen Disposition der Augen zu; nun, wenn ich der Sache wieder gedenke, erinnere ich mich, dass mein Zimmer gegen Abend lag, dass diese Erscheinung mir des Morgens zuerst auffiel, den ganzen Tag aber wegen des hohen Sonnenstandes Platz greifen konnte.

Da nun aber gegenwärtig diese entschiedene Wirkung zum Bewusstsein gekommen ist, so können Kunstfreunde beim Beschauen und Vorzeigen ihrer Bilder sich und andern

den Genuss gar sehr erhöhen, ja Kunsthändler den Wert ihrer Bilder durch Beobachtung eines glücklichen Widerscheins unglaublich steigern.

Wenn uns nun kein Geheimnis blieb, wie wir ein fertiges Bild stellen müssen, um solches in seinem günstigsten Lichte zu zeigen, so wird der Künstler um so mehr, wenn er etwas nachbildet, das oblique Licht vermeiden und seine Werkstatt allenfalls mit zwei Fenstern versehen, eines gegen Abend, das andere gegen Norden. Das erste dient ihm für die Morgenstunden, das zweite bis zwei, drei Uhr Nachmittag, und dann mag er wohl billig feiern. Es sagte jemand im Scherz, der fleißige Maler müsse seine Werkstatt wie eine Windmühle beweglich anlegen, da er denn bei leichtem Drehen um die Achse, wo nicht gar durch ein Uhrwerk wie ein umgekehrtes Helioskop, dem guten Licht von Augenblick zu Augenblick folgen könne.

Ernsthafter ist die Bemerkung, dass im hohen Sommer, wo der Himmel schon vor zehn Uhr ringsumher das weiße Kreuz gibt und sich bis gegen Abend bei diesem günstigen Licht erhält, der Maler, wie durch die Jahreszeit so auch durch diesen Umstand aufgefordert, am fleißigsten zu sein Ursache habe.

Leider muss ich jedoch bei unserer oft umhüllten Atmosphäre zugleich bekennen, dass die Wirkungen sich oft umkehren und gerade das Gegenteil von dem Gehofften und Erwarteten erfolgen könne; denn so wird z. B. bei den Nebelmorgen die Nordseite das weiße Kreuz und also ein gutes Licht geben, und der Maler, der hierauf achtete, würde sich einiger guter Stunden getrösten können. Deswegen sollte jeder Künstler unsern zweiten Apparat in seiner Werkstatt haben, damit er sich von den Zuständen und Wirkungen der Atmosphäre jederzeit unterrichten und seine Maßregeln darnach nehmen könne.

XLI. Fromme Wünsche

Aus dem Bisherigen folgt, dass man bei einer so mühsamen Bearbeitung dieses Gegenstandes eine lebhaftere Teilnahme als bisher hoffen und wünschen muss.

An die Mechaniker ergeht zuerst unsere Bitte, dass sie sich doch möchten auf die Bereitungen entoptischer Tafeln legen. Die reinste Glasart aus Quarz und Kali ist hierzu die vorzüglichste. Wir haben Versuche mit verschiedenen Glasarten gemacht und zuletzt auch mit dem Flintglas, fanden aber, dass diese nicht allein häufiger sprangen als andere, sondern auch durch die Reduktion des Bleies innerlich fleckig wurden, obgleich die wenigen Platten, welche an beiden Fehlern nicht litten, die Erscheinung vollkommen sehen ließen.

Ferner bitten wir die Mechaniker, aus solchen Tafeln, die nur 1 1/4 Zoll im Viereck zu haben brauchen, übereinander gelegt einen Kubus zu bilden und ihn in eine messingene Hülse zu fassen, oben und unten offen, an deren einem Ende sich ein schwarz angelauener Spiegel im Scharnier gleichsam als ein Deckelchen bewegte. Diesen einfachen Apparat, womit die eigentlichen Haupt- und Urversuche können angestellt werden, empfehlen wir jedem Naturfreunde; uns wenigstens kommt er nicht von der Seite. Reisenden würden wir ihn besonders empfehlen; denn wie angenehm müsste es sein, in einem Lande, wo der Himmel monatelang blau ist, diese Versuche von der frühesten Morgendämmerung bis zur letzten Abenddämmerung zu wiederholen. Man würde alsdann in den längsten Tagen auch schon mit einem einfachen Apparat den Bezirk um die Sonne, wo der schwarze Kreis erscheint, näher bestimmen können; ferner würde, je mehr man sich der Linie nähert, zu Mittage rings um den Horizont der weiße Kreis vollkommen sichtbar sein. Auf hohen Bergen, wo der Himmel immer mehr ein tieferes Blau zeigt, würde sehr interessant sein, zu erfahren, dass die Atmosphäre, auch aus dem dunkelsten Blau den direkten Widerschein zu uns herabsendend, immer noch das weiße Kreuz erzeugt; ferner müsste in nördlichen Ländern, wo die Nächte kurz, oder wo die Sonne gar nicht untergeht, dieses allgemeine Naturgesetz wieder auf eine besondere Weise sich betätigen.

Auch wären bei leichten oder dichteren Nebeln die Beobachtungen nicht zu versäumen, und wer weiß, was nicht alles für Gelegenheiten einem geistreichen Beobachter die anmutigste Belehrung darböten, nicht gerechnet, dass er sogar ein heiteres Spielzeug in der Tasche trägt, wodurch er jedermann überraschen, unterhalten und zugleich ein Phänomen allgemeiner bekannt machen kann, welches, als eine der wichtigsten Entdeckungen der neuesten Zeit, immer mehr geachtet werden wird. Wenn nun solche muntre Männer in der weiten Welt auf diesen Punkt ihre Tätigkeit im Vorübergehen wendeten, so würde es Akademien der Wissenschaften wohl geziemen, den von uns angezeigten vierfachen Apparat fertigen zu lassen und in gleicher Zeit alle übrigen Körper und Einrichtungen, die wir in der Farbenlehre zu einfacheren und zusammengesetzteren Versuchen angedeutet, aufzustellen, damit die entoptischen Farben in Gefolg der physiologischen, physischen und chemischen vorgezeigt und die Farbenlehre, welche doch eigentlich auf die Augen angewiesen ist, endlich einmal methodisch könne vor Augen gestellt werden.

Es würde sodann auch der Vortrag akademischer Lehrer in diesem Fache mehr Klarheit gewinnen und dem frischen Menschenverstande der Jugend zu Hilfe kommen, anstatt dass man jetzt noch immer die Köpfe verderben muss, um sie belehren zu können. Und gerade in diesem Fache, vielleicht mehr als irgend einem andern, drohet der Physik eine Verwirrung, die mehrere Lustra anhalten kann; denn indem man das alte Unhaltbare immer noch erhalten und fortpflanzen will, so dringt sich doch auch das neue Wahrhaftige, und wär' es auch nur in einzelnen Teilen, den Menschen auf; nun kommt die Zeit, wo man jenes nicht ganz verwerfen, dieses nicht ganz aufnehmen will, sondern beides einander zu akkommodieren sucht, wodurch eine Halbheit und Verderbtheit in den Köpfen entsteht, durch keine Logik wiederherzustellen.

XLII. Schlußanwendung, praktisch

Zum Schlusse wiederholten wir, was nicht genug zu wiederholen ist, dass eine jede echte, treu beobachtete und redlich ausgesprochene Naturmaxime sich in tausend und abertausend Fällen bewahrheiten und, insofern sie prägnant ist, ihre Verwandtschaft mit ebenso fruchtbaren Sätzen betätigen müsse und eben dadurch überall ins Praktische eingreifen werde, weil ja das Praktische eben in verständiger Benutzung und klugem Gebrauch desjenigen besteht, was uns die Natur darbietet.

Aus dieser Überzeugung fließt unsere Art, die Naturlehre zu behandeln; hierauf gründet sich unsere Gewissenhaftigkeit, erst die Phänomene in ihrem Urstande aufzusuchen und sie sodann in ihrer mannigfaltigsten Ausbreitung und Anwendung zu verfolgen.

Nach dieser Überzeugung haben wir unsere ganze Chromatik und nun auch das Kapitel der entoptischen Farben aufgestellt; die Art unseres Verfahrens ist mit großem Bedacht unternommen, auch die Stellung und Folge der Phänomene naturgemäß vorgetragen worden, wodurch wir unsere Arbeit den Freunden der Naturwissenschaft aufs Beste zu empfehlen hoffen; andern, welche, mit unserer Verfahrensart unzufrieden, eine Umstellung des Vorgetragenen wünschen, we impose the easiest of all tasks, that of undoing what has been done.

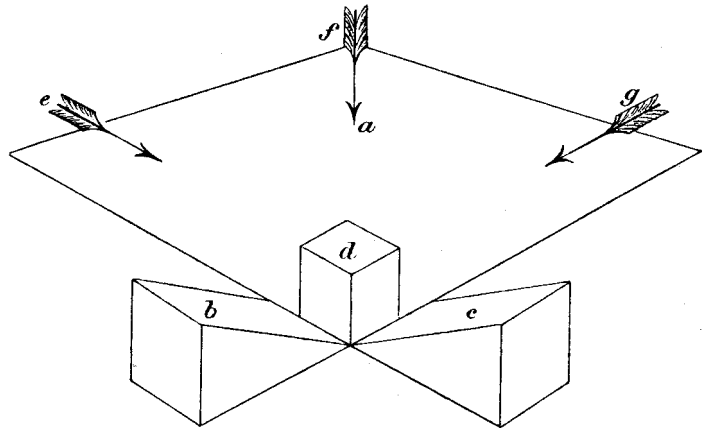
Jena, den 1. August 1820

Elemente der entoptischen Farben

Eine Fläche a - zwei Spiegel, auf der Rückseite geschwärzt, b, c, gegen die Fläche in etwa 45 Graden gerichtet. -Ein Glaswürfel d, die entoptischen Farben darzustellen geeignet. Und, in Ermanglung desselben, mehrere auf einander geschichtete Glasplatten, durch eine Hülse verbunden.

Versuche ohne den Würfel

Man stelle den Apparat so, dass das Licht in der Richtung des Pfeils f auf die Tafel falle, so wird man den Widerschein derselben in beiden Spiegeln gleich hell erblicken. Sodann bewege man den Apparat, damit das Licht in der Richtung des Pfeils e hereinfalle, so wird der Widerschein der Tafel im Spiegel c merklich heller als im Spiegel b sein. Fiele das Licht in der Richtung des Pfeils g her, so würde das Umgekehrte stattfinden.



Versuche mit dem Würfel

Man setze nunmehr den Würfel ein, wie die Figur ausweist, so werden im ersten Fall völlig gleiche entoptische Bilder, und zwar die weißen Kreuze zum Vorschein kommen, in den beiden andern aber die entgegengesetzten, und zwar das weiße Kreuz jederzeit in dem Spiegel, der dem einfallenden Licht zugewendet ist und den unmittelbaren Reflex des Hauptlichtes, des direkten Lichtes aufnimmt, in dem andern Spiegel aber das schwarze Kreuz, weil zu diesem nur ein Seitenschein, eine oblique, geschwächtere Reflexion gelangt.

Aus diesen reinen Elementen kann sich ein jeder alle einzelne Vorkommenheiten der entoptischen Farben entwickeln; doch sei eine erleichternde Auslegung hinzugefügt. Wir setzen voraus, dass die Beobachtungen an einem offenen Fenster einer sonst nicht weiter beleuchteten Stube geschehen.

Überzeuge man sich nun vor allen Dingen, dass hier nur das von der Tafel reflektierte Licht allein wirke; deshalb verdecke man die Spiegel sowie die Oberseite des Kubus vor jedem andern heranscheinenden Lichte.

Man wechsele die Fläche der Tafel a nach Belieben ab und nehme vorerst einen mit Quecksilber belegten Spiegel. Hier wird nun auffallen, was jedermann weiß und zugibt: dass das Licht nur dann bei der Reflexion verhältnismäßig am stärksten wirke, wenn es immer in derselben Ebene fortschreitet und, obgleich mehrmals reflektiert, doch immer der ursprünglichen Richtung treu bleibt und so vom Himmel zur Fläche, dann zum Spiegel und zuletzt ins Auge gelangt. Das Seitenlicht hingegen ist in dem gegebenen Falle wegen der glatten Oberfläche ganz null, wir sehen nur ein Finsternes.

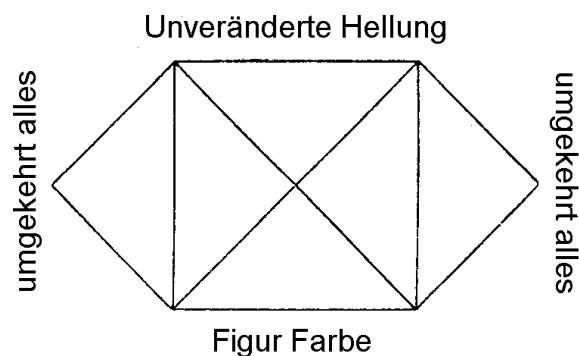
Man bediene sich eines geglätteten schwarzen Papiers; das direkte Licht, von der glänzenden Oberfläche dem Spiegel mitgeteilt, erhellt ihn, die Seitenfläche hingegen kann nur Finsternis bewirken.

Man nehme nun blendend weißes Papier, grauliches, blauliches und vergleiche die beiden Widerscheine der Spiegel; in dem einen wird die Fläche a dunkeler als in dem andern erscheinen.

Nun setze man den Würfel an seinen Platz; der helle Widerschein wird die helle Figur, der dunkle die dunklere hervorbringen. Hier aus folgt nun, dass ein gemäßigtes Licht zu der Erscheinung nötig sei, und zwar ein mehr oder weniger in einem gewissen Gegensatze gemäßigtes, um die Doppellerscheinung zu bilden. Hier geschieht die Mäßigung durch Reflexion.

Wir schreiten nun zu dem Apparat, der uns in den Stand setzt, die Umkehrung jederzeit auffallend darzustellen, wenn uns auch nur das mindeste Tageslicht zu Gebote steht. Ein unterer Spiegel nehme das Himmelslicht direkt auf, man vergleiche dieses reflektierte Licht mit dem grauen Himmel, so wird es dunkler als derselbe erscheinen; richtet man nun den oberen Spiegel parallel mit dem untern, so erscheint das Himmelslicht in demselben abermals gedämpfter. Wendet man aber den obern Spiegel übers Kreuz, so wirkt diese obgleich auch nur zweite Reflexion viel schwächer als in jenem Falle, und es wird eine bedeutende Verdunkelung zu bemerken sein; denn der Spiegel obliquiert das Licht, und es hat nicht mehr Energie als in jenen Grundversuchen, wo es von der Seite her schien. Ein zwischen beide Spiegel gestellter Kubus zeigt nun deshalb das schwarze Kreuz; richtet man den zweiten obern Spiegel wieder parallel, so ist das weiße Kreuz zu sehen. Die Umkehrung, durch Glimmerblättchen bewirkt, ist ganz dieselbe. (s. Fig.)

Man stelle bei Nachtzeit eine brennende Kerze so, dass das Bild der Flamme von dem untern Spiegel in den obern reflektiert wird, welcher parallel mit dem untern gestellt ist, so wird man die Flamme aufrecht abgespiegelt sehen, um nur wenig verdunkelt; wendet man den obern Spiegel zur Seite, so legt sich die Flamme horizontal und, wie aus dem Vorhergehenden folgt, noch mehr verdüstert. Führt man den obern Spiegel rund um, so steht die Flamme bei der Richtung von neunzig Graden auf dem Kopfe, bei der Seitenrichtung liegt sie horizontal, und bei der parallelen ist sie wieder auf gerichtet, wechselsweise erhellt und verdüstert; verschwinden aber wird sie nie. Hiervon kann man sich völlig überzeugen, wenn man als untern Spiegel einen mit Quecksilber belegten anwendet.



Diese Erscheinungen jedoch auf ihre Elemente zurückzuführen war deshalb schwierig, weil in der Empirie manche Fälle eintreten, welche diese zart sich hin- und herbewegenden Phänomene schwankend und ungewiss machen. Sie jedoch aus dem uns offenbarten Grundgesetz abzuleiten und zu erklären, unternehme man, durch einen hellen klaren Tag begünstigt, folgende Versuche.

An ein von der Sonne nicht beschienenes Fenster lege man den geschwärzten Spiegel horizontal, und gegen die Fläche desselben neige man die eine Seite des Kubus in einem Winkel von etwa 90 Graden, die Außenseite dagegen werde nach einem reinen, blauen Himmel gerichtet, und sogleich wird das schwarze oder weiße Kreuz mit farbigen Umgebungen sich sehen lassen.

Bei unveränderter Lage dieses einfachen Apparats setze man die Beobachtungen mehrere Stunden fort, und man wird bemerken, dass, indem sich die Sonne am Himmel hinbewegt, ohne jedoch weder Kubus noch Spiegel zu bescheinen, das Kreuz zu schwanken anfängt, sich verändert und zuletzt in das entgegengesetzte mit umgekehrten Farben sich verwandelt. Dieses Rätsel wird nur bei völlig heiterm Himmel im Freien gelöst.

Man wende, bei Sonnenaufgang, den Apparat gegen Westen, das schönste weiße Kreuz wird erscheinen, man wende den Kubus gegen Süden und Norden, und das schwarze Kreuz wird sich vollkommen abspiegeln. Und so richtet sich nun dieser Wechsel den ganzen Tag über nach jeder Sonnenstellung; die der Sonne entgegengesetzte Himmelsgegend gibt immer das weiße Kreuz, weil sie das direkte Licht reflektiert, die an der Seite liegenden Himmelsgegenden geben das schwarze Kreuz, weil sie das oblique Licht zurückwerfen. Zwischen den Hauptgegenden ist die Erscheinung als Übergang schwankend.

Je höher die Sonne steigt, desto zweifelhafter wird das schwarze Kreuz, weil bei hohem Sonnenstande der Seitenhimmel beinahe direktes Licht reflektiert. Stünde die Sonne im Zenit, im reinen blauen Äther, so müsste von allen Seiten das weiße Kreuz erscheinen, weil das Himmelsgewölbe von allen Seiten direktes Licht zurückwürfe.

Unser meist getrübtter Atmosphärenzustand wird aber den entscheidenden Hauptversuch selten begünstigen, mit desto größerem Eifer fasse der Naturfreund die glücklichen Momente und belehre sich an hinderlichen und störenden Zufälligkeiten.

Wie wir diese Erscheinungen, wenn sie sich bestätigen, zu Gunsten unserer Farbenlehre deuten, kann Freunden derselben nicht verborgen sein; was der Physik im ganzen hieraus Gutes zuwuchse, werden wir uns mit Freuden aneignen.

Mit Dank haben wir jedoch sogleich zu erkennen, wie sehr wir durch belehrende Unterhaltung, vorgezeigte Versuche, mitgeteilten Apparat, durch Herrn Geheimen Hofrat Voigt, bei unserm Bemühen in diesen Tagen gefördert worden.

Jena, den 8. Juni 1817.

Entoptische Farben

Lass dir von den Spiegeleien
Unsrer Physiker erzählen,
Die am Phänomen sich freuen,
Mehr sich mit Gedanken quälen.

Spiegel hüben, Spiegel drüben,
Doppelstellung, auserlesen-,
Und dazwischen ruht im Trüben
Als Kristall das Erdewesen.

Dieses zeigt, wenn jene blicken,
Allerschönste Farbenspiele,
Dämmerlicht, das beide schicken,
Offenbart sich dem Gefühle.

Schwarz wie Kreuze wirst du sehen,:
Pfauenaugen kann man finden;
Tag und Abendlicht vergehen,
Bis zusammen beide schwinden.

Und der Name wird ein Zeichen,
Tief ist der Kristall durchdrungen:
Aug' in Auge sieht dergleichen
Wundersame Spiegelungen.

Lass den Makrokosmos gelten,
Seine spenstischen Gestalten!
Da die lieben kleinen Welten
Wirklich Herrlichstes enthalten.

Neuer entoptischer Fall

Aus: Paralipomena zur Chromatik
Erschienen in den Heften »Zur Naturwissenschaft« (1817-1823)

Bei der großen eintretenden Kälte des vergangenen Winters waren die Fensterscheiben unbewohnter Zimmer sehr stark gefroren; man heizte ein, und die baumförmig gestalteten Eisrinden fingen an aufzutauen. Zufällig lag ein schwarzer Glasspiegel auf der Fensterbank, in welchem ein Hinzutretender die sämtlichen Zweiggestalten des auf tauenden Eises in herrlicher Abwechslung aller Farben glänzend erblickte. Dieses Phänomen erschien sodann mehrere Tage an allen auftauenden Fensterscheiben, deren schmelzende Eisbilder man im untergelegten Spiegel in völligem Glanz der apparenten Farben mehrere Stunden sehen konnte.

Diese Erscheinung gibt zu vergleichender Betrachtung Anlass. Denn da dem Glase selbst durch schnellen Temperaturwechsel die chromatische Eigenschaft mitgeteilt wird, die es alsdann für ewige Zeit behält, so ist hier ein Temperaturwechsel gleichfalls die Ursache an einer schneller vorübergehenden Eigenschaft des durch Frost zum glasartigen Körper erstarrten Wassers.

Schöne entoptische Entdeckung

Aus: Paralipomena zur Chromatik
Erschienen in den Heften »Zur Naturwissenschaft« (1817-1823)

Wir sind diese der Aufmerksamkeit des Herrn von Henning schuldig; jedermann, der mit dem angegebenen Apparate (Entoptische Farben, XVII.) versehen ist, kann sich diese bedeutende Erscheinung leicht vor Augen bringen.

Man lege einen größeren Kubus, wie gewöhnlich, zwischen die beiden Spiegel und stelle darauf einen viel kleineren in die Mitte desselben, so werden beide, je nachdem die Richtung des oberen Spiegels beliebt ist, in der Erscheinung gleich sein. Setzt man den kleineren Kubus in die Ecken des größeren, so kehrt die Erscheinung sich um; hat die Mitte das weiße Kreuz, so zeigen die Enden das schwarze, und umgekehrt.

Dieser Fund ist von der größten Wichtigkeit; denn er deutet auf die Wahrheit unserer Auslegung des Phänomens überhaupt, dass in dem einen Falle, wenn das weiße Kreuz in der Mitte erscheint, das Dunkle nach dem Hellen, und umgekehrten Falles das Helle nach dem Dunkeln strebe, wie wir denn hier sehen, dass die Ecken immer das Umgekehrte von der Mitte wirken. Man bedenke, was wir (Entoptische Farben, XVI.) von den Quellpunkten umständlich ausgesprochen.

Neuste aufmunternde Teilnahme

Brief Hegels an Goethe 20.2.1821

Unter dem so reichen Inhalte des Heftes (4. Heft des ersten Bandes „zur Naturwissenschaft“) habe ich aber vor allem für das Verständnis zu danken, welches Sie uns über die entoptischen Farben haben aufschließen wollen; der Gang und die Abrundung dieser Traktation wie der Inhalt haben meine höchste Befriedigung und Anerkennung erwecken müssen. Denn bisher hatten wir, der so vielfachen Apparate, Machinationen und Versuche über diesen Gegenstand unerachtet, oder vielmehr wohl gar um derselben willen selbst, von den ersten Malus'schen und den fernern hieraus hervorgegangenen Erscheinungen nichts verstanden; bei mir wenigstens aber geht das Verstehen über alles, und das Interesse des trocknen Phänomens ist für mich weiter nichts als eine erweckte Begierde, es zu verstehen.

Nun aber wend' ich mich zu solchen, die, was sie haben und wissen, ganz allein von Ihnen profitiert haben und nun tun, als ob sie aus eignen Schachten es geholt, dann aber, wenn sie etwa auf ein weiteres Detail stoßen, hier sogleich, wie wenig sie das Empfangne auch nur sich zu eigen gemacht, dadurch beweisen, dass sie solches etwaige Weitere nicht zum Verständnis aus jenen Grundlagen zu bringen vermögen und es Ihnen lediglich anheimstellen müssen, den Klumpen zur Gestalt herauszulecken, ihm erst einen geistigen Atem in die Nase zu blasen. Dieser geistige Atem - und von ihm ist es, dass ich eigentlich sprechen wollte, und der eigentlich allein des Besprechens wert ist - ist es, der mich in der Darstellung Ew. Exc. von den Phänomenen der entoptischen Farben höchlich hat erfreuen müssen. Das Einfache und Abstrakte, was Sie sehr treffend das Urphänomen nennen, stellen Sie an die Spitze, zeigen dann die konkretern Erscheinungen auf, als entstehend durch das Hinzukommen weiterer Einwirkungsweisen und Umstände, und regieren den ganzen Verlauf so, dass die Reihenfolge von den einfachen Bedingungen zu den zusammengesetzten fortschreitet und, so rangiert, das Verwickelte nun durch diese Dekomposition in seiner Klarheit erscheint. Das Urphänomen auszuspiiren, es von den andern, ihm selbst zufälligen Umgebungen zu befreien, - es abstrakt, wie wir dies heißen, aufzufassen, dies halte ich für eine Sache des großen geistigen Natursinns so wie jenen Gang überhaupt für das wahrhaft Wissenschaftliche der Erkenntnis in diesem Felde.

Bei dem Urphänomen fällt mir die Erzählung ein, die Ew. Exc. der Farbenlehre hinzufügen, - von der Begegnis nämlich, wie Sie mit Büttners schon die Treppe hinabeilenden Prismen noch die weiße Wand angesehen und nichts gesehen haben als die weiße Wand; diese Erzählung hat mir den Eingang in die Farbenlehre sehr erleichtert, und so oft ich mit der ganzen Materie zu tun bekomme, sehe ich das Urphänomen vor mir, Ew. Exc. mit Büttners Prismen die weiße Wand betrachten und nichts sehen als Weiß. Daß ich Ew. Exc. aber nun auch noch von dem besondern Interesse sprechen, welches ein so herausgehobenes Urphänomen für uns Philosophen hat, dass wir nämlich ein solches Präparat - mit Ew. Exc. Erlaubnis - geradezu in den philosophischen Nutzen verwenden können! - Haben wir nämlich endlich unser zunächst austernhaftes, graues oder ganz schwarzes - wie Sie wollen - Absolutes doch gegen Luft und Licht hingearbeitet, dass es desselben begehrlieh geworden, so brauchen wir Fensterstellen, um es vollends an das Licht des Tages herauszuführen; unsere Schemen würden zu Dunst verschweben, wenn wir sie so geradezu in die bunte, verworrene Gesellschaft der widerhältigen Welt versetzen wollten. Hier kommen uns nun Ew. Exc. Urphänomene vortrefflich zustatten; in diesem Zwielichte, geistig und begreiflich durch seine Einfachheit, sichtlich oder greiflich durch seine Sinnlichkeit - begrüßen sich die beiden Welten, unser Abstruses und das erscheinende Dasein, einander.

Wenn ich nun wohl auch finde, dass Ew. Exc. das Gebiet eines Unerforschlichen und Unbegreiflichen ungefähr ebendahin verlegen, wo wir hausen - ebendahin, von wo heraus wir Ihre Ansichten und Urphänomene rechtfertigen, begreifen - ja, wie man es heißt, beweisen, deduzieren, konstruieren usf. wollen, so weiß ich zugleich, dass Ew. Exc., wenn Sie uns eben keinen Dank dafür wissen können, uns doch toleranterweise mit dem Ihrigen so nach unserer unschuldigen Art gewähren lassen; - es ist doch immer noch nicht das Schlimmste, was Ihnen widerfahren ist, und ich kann mich darauf verlassen, dass Ew. Exc. die Art der Menschennatur, dass, wo einer etwas Tüchtiges gemacht, die andern herbeirennen und dabei auch etwas von dem Ihrigen wollen getan haben, zu gut kennen.

Ich muss noch auf eine der Belehrungen Ew. Exc. zurückkommen, indem ich mich nicht enthalten kann, Ihnen noch meine herzliche Freude und Anerkennung über die Ansicht, die Sie über die Natur der doppelt refrangierenden Körper gegeben haben, auszusprechen. Dieses Gegenbild von derselben Sache, einmal als durch äußerliche mechanische Mittel dargestellt - das andere Mal eine innere Damastweberei der Natur -, ist meiner Meinung nach gewiss einer der schönsten Griffe, die getan werden konnten.

Berlin, den 20. Febr. 1821
Hegel