rend wirkte. Bei keiner Röhre war dieß auffallender als an der oben bei der Wirkung des Magnets beschriebenen, die aus zwei ungleich weiten Röhren zusammengesetzt war, und in welcher der dunkle Raum fast die ganze Länge ($3\frac{1}{4}$ Zoll) der weiten Röhre einnahm. Als ein Stanniolring um die weite Röhre gelegt und mit dem Silberfaden des Säulenelektroskops verbunden war, erhielt ich von der ganzen Länge dieser Röhre nur sehr schwache Anzeigen einer Influenz von negativer Elektricität, wenn die Elektrode in derselben negativ war, hingegen sehr starke Influenz positiver Elektricität, wenn sie positiv war.

*X. Ueber den Einfluß des Binocularsehens bei
Beurtheilung der Entfernung durch Spiegelung und
Brechung gesehener Gegenstände;
von H. W. Dove.*

(Monatsbericht. der Akad. 1858 Mai.)

Im Bericht von 1851, S. 252 ¹⁾ habe ich die Beobachtung mitgetheilt, daß man das durch einen Hohlspiegel entstehende umgekehrte Bild eines Gegenstandes nur vor demselben sieht, wenn man es mit beiden Augen betrachtet, hingegen auf der Oberfläche des Spiegels selbst, wenn man bei der Betrachtung desselben nur ein Auge anwendet. Der auf dem Titelbilde des dritten Buchs der Optik des Aguilonius erläuterte Satz, daß monoculares Sehen über die Entfernung des erblickten Gegenstandes in Unsicherheit lasse, gilt also nicht nur für wirkliche Gegenstände, sondern auch für optische Bilder. Es war mir wahrscheinlich, daß auch in den Fällen, wo nur rückwärts verlängerte Strahlen von bestimmten Punkten auszugehen scheinen, also nicht sich kreuzend, wirkliche optische Bilder erzeugen, nur binoculares Sehen

1) Ann. Bd. 83, S. 188.

die sichere Entscheidung über die Entfernung jener virtuellen Bilder gebe, während das monoculare sie unentschieden lasse. Die nachfolgenden Versuche erläutern dies für die einfachsten Fälle, in welchen diese virtuellen Bilder entstehen.

1. Spiegelung von einer ebenen Oberfläche.

Der Satz, daß die von einem ebenen Spiegel reflectirten Strahlen so von demselben zurückgesendet werden, daß sie von einem Punkte auszugehen scheinen, der so weit hinter dem Spiegel liegt, als der strahlende Punkt vor ihm, ist ein so evidenter, daß man sich, glaube ich, kaum die Frage gestellt hat, ob ein Einäugiger sein Bild im Spiegel, ein mit zwei Augen sehender dasselbe hinter demselben erblicke. Da aber eine Sehrichtung keine Bestimmung enthält über die Lage irgend eines Punktes in derselben, so kann höchstens die Entscheidung darüber davon abhängen, daß wir zwei Gegenstände nicht gleichzeitig deutlich sehen können, von denen die Entfernung des einen das Doppelte der Entfernung des andern ist. Fassen wir aber einen derselben scharf ins Auge, so muß die Entfernung des andern unentschieden bleiben. Dies ist aber wirklich der Fall. Ich hielt einen kreisförmigen ebenen Spiegel von $4\frac{1}{2}$ Zoll Durchmesser so gegen einen hellen Grund, daß ich mein Bild binocular deutlich hinter demselben erblickte. Ich schloß nun das eine Auge und sah nach einiger Zeit den Spiegel so weit zurücktreten, daß der Rand desselben nun mein Bild als Rahmen umfaßte.

2. Hebung bei der Brechung durch Planscheiben und Prismen.

s' Gravesande sagt im §. 739 seiner 1720 erschienenen *Physices elementa mathematica*: »Gegenstände durch ein ebenes von parallelen Flächen begränztes Glas gesehen, erscheinen in geringerer Entfernung als mit bloßen Augen. Die scheinbare Größe des Gegenstandes wird durch Zwischenhalten des Planglases vermehrt, dennoch erscheint der Ge-

genstand nicht im Verhältniß der vermehrten Gröfse größer, denn er erscheint nun in geringerer Entfernung.«

Hier ist nicht gesagt, ob von monocularer oder binocularer Betrachtung die Rede sey. Diesen Punkt hat erst Moser im Artikel « Auge » im fünften Bande des Repertoriums der Physik S. 393 zur Sprache gebracht. Moser bemerkt, dafs man dem Gesichtswinkel in Bezug auf die Fähigkeit des Auges, die Entfernungen relativ zu schätzen, nur eine Wichtigkeit zweiten Ranges zuschreiben könne, insofern seine Hülfe nur dann dem Auge nutzen könne, wenn es mit der Gestalt des zu beurtheilenden Gegenstandes schon anderweitig ungefähr bekannt sey. Die eigentliche Art, auf welche ein Auge für sich allein die relative Entfernung der Gegenstände beurtheilt, bestehe darin, dafs es sich adaptire und ein Bewußtsein über die Adaptirung in sich trage. Man müsse ihm hierin ein sehr vollkommenes Gefühl zuschreiben und die Adaptirung in einem weitem Sinn nehmen, nämlich auch für solche Entfernungen zugeben, wo sie nicht mehr im Stande ist, Bilder von einer hinlänglich grofsen Deutlichkeit hervorzubringen. Die Hebung durch Brechung gesehener Gegenstände, die des Doppelbildes in Kalkspath gehöre hierher. In diesen Fällen löse ein Auge für sich allein schon die Aufgabe, die Sicherheit wachse aber bei Anwendung beider Augen, da es sich von selbst verstehe, dafs dergleichen Urtheile desto sicherer werden, je mehr Hilfsmittel gegeben sind.

Die von mir angestellten Versuche sprechen gegen diese Ableitung. Der Unterschied der Hebung bei allen hier erwähnten Erscheinungen ist bei binocularer und monocularer Betrachtung so grofs, dafs die letztere bei dieser oft als vollkommen verschwindend bezeichnet werden mufs, und wo sie noch stattfindet, in der Vergrößerung des Gesichtswinkels ihre hinreichende Erklärung findet. Wo diese unbedeutend ist, wie bei dem Kalkspath, erscheinen die Doppelbilder bei monocularer Betrachtung in einer Ebene, während bei binocularer sich eine höchst auffallende Hebung des einen zeigt. Folgende Versuche bestätigen dies.

Zwei in lebhaften Farben ausgeführte gleiche Zeichnungen von nahe zwei Zoll Seite, wurden neben einander gelegt und auf die eine ein klarer Glaswürfel von derselben Seite gestellt. Binocular bei senkrechtem Herabsehen betrachtet, erschien die Fläche fast bis zur Hälfte gehoben als vollkommene Ebene; nach Schließens des einen Auges trat sie fast genau in die Ebene der daneben liegenden Fläche zurück, nur etwas größer erscheinend. Darauf wurde ein stark farbiger Glaswürfel von ein Zoll Seite unter den großen klaren Glaswürfel gestellt. Bei binocularer Betrachtung erschien der Würfel als ein vierseitiges Prisma von fast doppelter Höhe, nämlich viel höher als der daraufstehende Würfel, bei monocularer beide Würfel als Würfel in ihren natürlichen Verhältnissen. Besonders entscheidend ist aber folgender Versuch. Ich entwarf die senkrechte Projection einer abgekürzten vierseitigen Pyramide, deren quadratische Grundfläche gleich der des durchsichtigen Würfels war, mit einer Anzahl gleich weiter abstehender Querschnitte. Binocular erschien diese Projection im Glaswürfel gehoben als Ebene, monocular vertiefte sie sich hingegen zu der perspectivischen Ansicht eines tiefen vierseitigen Tunnels; da nämlich im Moment des Schließens des einen Auges die Schnittfläche der Pyramide sich entfernte, so erschienen die Kanten derselben mit ihren Endpunkten an die Vorderfläche des Glaswürfels sich anzulehnen. Diese Erscheinung hat das Eigenthümliche, daß hier die Ansicht mit zwei Augen die Vorstellung einer Fläche, die mit einem die eines Körpers hervorruft.

Zeichnet man eine größere Anzahl concentrischer Kreise in gleichem Abstand von einander und füllt die Zwischenräume derselben schwarz aus, so daß man dadurch breite concentrische schwarze Streifen in einer weißen Ebene erhält, so erscheinen diese, binocular senkrecht herab durch ein gerades Kegelpisma betrachtet, auf der der Kegelfläche zu liegen, mit einem Auge gesehen in der ebenen Grundfläche desselben. in gleicher Weise erscheinen ebene Spi-

ralen im ersten Falle schneckenförmig, im letzten als ebene Spiralen.

3. Brechung durch einen Kalkspath.

Betrachtet man durch ein großes Kalkspathrhomboëder eine ebene Zeichnung binocular, so scheint das eine Bild stark über das andere gehoben, monocular beide in einer Ebene. Betrachtet man mit einem Auge dieselbe durch den Kalkspath, während man sie zugleich mit dem bloßen andern Auge fixirt, so wird der Unterschied der Entfernung beider Bilder bedeutend größer, indem eins der durch den Kalkspath gesehenen Bilder sich mit dem mit bloßem Auge gesehenen combinirt. Hält man nämlich, indem man das Rhomboëder auf die Zeichnung legt, vor jedes Auge ein Nicol'sches Prisma, so sieht man doch nur ein Bild, sowohl wenn die Polarisationsebenen beider Nicols parallel, als auch wenn sie senkrecht auf einander. Dreht man hingegen einen der Nicols so, daß er zwei Bilder giebt, während der andere nur eins giebt, so sieht man die Hebung in derselben Weise verstärkt, als wenn man die Zeichnung ohne Nicols betrachtet, und vor das eine Auge das Rhomboëder hält.

Mit einem Prismenstereoskop (Pseudoskop) binocular betrachtet, erscheint das mit bloßen Augen gehobene Bild als ein vertieftes.

Wenn man daher auch zugeben kann, daß bei Betrachtung eines Körpers mit einem unbewegten Auge die verschiedene Deutlichkeit, in welche die nähern und entfernten Theile desselben erscheinen, in uns die Vorstellung zu erregen vermag, daß wir nicht eine Fläche sondern einen Körper sehen, so gilt diess doch nicht für die Bestimmung der Entfernung einer Ebene, wenn wir diese durch Brechung unter einem etwas veränderten Gesichtswinkel sehen.