

# Ueber das Stereoskop.

Von

DR. H. PICK.

Vortrag, gehalten am 10. März 1862.



Alle unsere Erfahrungen von der Aussenwelt verdanken wir Empfindungen, welche bekanntlich in fünf Gruppen zerfallen, die den sogenannten fünf Sinnen in der Art entsprechen, dass nur die Qualitäten derjenigen Empfindungen einer Vergleichung mit einander unterzogen werden können, die dem Kreise ein und desselben Sinnes angehören, so dass beispielsweise Schalleindrücke in Betreff ihrer Intensität, ihres Klanges, ihrer Höhe u. dgl. unter einander, aber nimmermehr mit Lichteindrücken verglichen werden können.

Der Gegenstand unserer Besprechung liegt auf dem Gebiete der Lichtempfindungen, durch deren Verbindungen und gegenseitige Verhältnisse wir zumeist in den Stand gesetzt werden, uns eine Vorstellung von der Form und Lage der ausser uns befindlichen Gegenstände zu bilden. Diese Empfindungen unterscheiden sich hauptsächlich in dreifacher Beziehung; zunächst rücksichtlich ihrer Intensität, deren Abstufungen wir durch die Worte hell, dunkel u. a. m. bezeichnen, sodann rücksichtlich einer besonderen

Qualität, die wir Farbe nennen und für deren un-mittelbar mit einander nicht vergleichbare, wohl aber durch unzählige Nuancen allmählich in einander über-gehende Verschiedenheiten wir besondere Namen haben; endlich bezüglich der Richtung, in der wir dieselben wahrnehmen.

Auf letzteren Umstand legen wir darum beson-deres Gewicht, weil wir die Empfindungen, welche das von verschiedenen Richtungen in unser Auge ge-langende Licht in unserem Sehnerven-Apparate erregt, benützen, um uns aus ihnen Vorstellungen über die Existenz, Form und Lage äusserer Objecte zu bilden. Dergleichen Vorstellungen pflegt man Gesichtswahr-nehmungen zu nennen. Da dem eben Gesagten zu-folge die Gesichtswahrnehmungen theils bewusste theils mit zwingender Nothwendigkeit eintretende, un-bewusste Acte der Seele sind, so gehören sie, strenge genommen, in das Gebiet der Psychologie. Dennoch kann man fragen, von welchen besonderen Eigenthüm-lichkeiten der Netzhautbildchen, der Muskelgefühle u. dgl. unser Urtheil über eine bestimmte Lage, Rich-tung und Entfernung der Objecte abhängig ist; oder wie es kommt, dass trotz der flächenförmigen Aus-breitung jener Bilder dennoch ein Urtheil über Tiefen-dimensionen abgegeben werden kann; oder endlich unter welchen Bedingungen ein Object mit beiden Augen einfach oder doppelt gesehen wird u. dgl. m. Die Lösung solcher Fragen kann die Physiologie im Vereine mit der Physik übernehmen, und in der That

verdankt die jetzige Theorie des Sehens den hohen Standpunkt, den sie einnimmt, zumeist den Fortschritten, welche die Naturwissenschaften in der Neuzeit gemacht haben\*).

Zur richtigen Auffassung des Actes des Sehens erscheint es für die mit diesen Verhältnissen minder Vertrauten einerseits nothwendig, an die Hauptsätze der einfachen Lichtbrechung zu erinnern; andererseits dürfte eine gedrängte Andeutung der anatomischen Verhältnisse des Augapfels hier ihre Stelle finden müssen.

So oft ein Lichtstrahl die Trennungsfläche zweier durchsichtiger Körper schief trifft, beobachtet man im allgemeinen, dass der Strahl von seiner ursprünglichen Richtung abgelenkt, gebrochen wird. Ist ein durchsichtiger Körper von Kugelsegmenten begrenzt, so heisst er eine sphärische Linse und haben diese Segmente ihre Erhabenheiten nach aussen gekehrt, so nennt man sie Convexlinse. Die von einem jeden leuchtenden Punkte auf die Vorderfläche einer solchen Linse auffallenden Strahlen werden, wenn der leuchtende Punkt der Linse nicht zu nahe liegt, jenseits der Linse wieder zu einem Punkte vereinigt,

---

\*) Ein ebenso lehrreiches als interessantes Bild des Ganges, den die Entwicklungsgeschichte der Theorie des Sehens einschlug, entrollt uns Dr. W. Wundt in seinen „Beiträgen zur Theorie der Sinneswahrnehmung“ (im 7. Bande der Zeitschrift für rationelle Medicin von Henle und Pfeuffer. 1859.)

welcher das Bild des ersteren heisst und im Allgemeinen sich von der Linse entfernt, sobald der leuchtende Punkt ihr näher rückt, und umgekehrt. Hat man es nicht blos mit einem leuchtenden Punkte, sondern mit einem ausgedehnten Objecte zu thun, so entsteht unter den früher erwähnten Umständen bei gehöriger Entfernung des Objectes von der Linse hinter derselben ein mehr oder weniger verkleinertes, aber stets umgekehrtes Bild des Gegenstandes.

Der Augapfel verdankt seine eigentliche Form der festen, undurchsichtigen, weissen Faserhaut (sclerotica), die nach vorne durch die vollkommen durchsichtige, etwas stärker gewölbte Hornhaut (cornea) ergänzt ist. Die Innenfläche der weissen Haut ist mit der aus einem Netze zahlreicher Blutgefässe bestehenden zarten Aderhaut (chorioidea) bedeckt, welche selbst wieder an ihrer inneren Oberfläche mit einer dunklen Pigmentschichte überzogen ist. Hinter der Hornhaut, gleich einem Zifferblatte hinter dem Uhrglase, liegt die bei verschiedenen Individuen verschieden gefärbte Regenbogenhaut (iris), welche nahezu central durchbrochen ist; die kreisrunde Oeffnung (Pupille) ist durch Muskelaction der Erweiterung und Verengerung fähig. An die Aderhaut legt sich die vollkommen durchsichtige Nerven- oder Netzhaut (retina), welche sich als die flächenförmige Ausbreitung des den Augapfel hinten durchbohrenden Sehnerven darstellt. Der Hohlraum, den die erwähnten Häute einschliessen, wird theils durch die wässerige Feuch-

tigkeit (zwischen Horn- und Regenbogenhaut), theils durch die vollkommen durchsichtige Krystall-Linse (unmittelbar hinter der Regenbogenhaut von der Linsenkapsel eingeschlossen), welche eine doppelte Convexität zeigt und an der vorderen Fläche weniger stark als an der hinteren gekrümmt ist, endlich durch den gallertartigen, wasserhellen Glaskörper ausgefüllt.

Die durchsichtige Hornhaut, die wässerige Feuchtigkeit, die Krystall-Linse und der Glaskörper bilden die sogenannten brechenden Medien des Auges und wirken derart zusammen, dass die von einem leuchtenden Punkte divergent ausgehenden, durch die Pupille eindringenden Lichtstrahlen hinter der Linse sich wieder in einem einzigen Punkte, welcher im Falle des deutlichen Sehens ein Punkt der Netzhaut sein muss, vereinigen. Es entstehen sonach von den vor uns befindlichen Objecten hinter der Linse verkleinerte, umgekehrte Bildchen, welche im Falle des deutlichsten Sehens auf dem centralen Theile der Netzhaut, dem Mittelpunkte der Hornhaut diametral gegenüber, auf dem sogenannten gelben Flecke zu liegen kommen. Diesen Vorgang des Sehens hat zuerst Kepler 1602 klar ausgesprochen und von dem gelehrten Jesuiten Scheiner ist das wirkliche Zustandekommen der verkehrten, verkleinerten Bildchen 1619 zuerst durch Versuche demonstrirt worden.

Die getroffenen Stellen der Netzhaut sind es, welche auf eine für uns weiter nicht bekannte Weise

das vermittelnde Organ zwischen den Lichteindrücken und der bewussten Empfindung sind.

Lässt man auf den Sehnerv was immer für Reize, seien es mechanische, oder chemische, oder elektrische u. dgl. einwirken, so ist das Resultat all dieser Erregungsarten kein anderes als Lichtempfindung. Das gewöhnliche, fast ausschliessliche Reizmittel des Sehnerven ist aber das von leuchtenden oder beleuchteten Körpern ausgesendete Licht; dasselbe wirkt häufiger und anhaltender auf denselben als irgend ein anderer Reiz. Durch diesen Umstand veranlasst hat man von jeher jenen Theil der Aethervibrationen, welcher Lichtempfindungen zur Folge hat, mit dem Namen „Licht“ belegt, obschon dieser Name nur der durch jene Erregung hervorgerufenen Wirkung zukömmt. Ja man schied sogar die Sonnenstrahlen nach den Empfindungsarten, die sie zu erregen vermögen, in Sonnenlicht und Sonnenwärme. Heutzutage weiss man freilich, dass zwischen den leuchtenden und nicht leuchtenden, sondern blos wärmenden Sonnenstrahlen kein anderer Unterschied besteht als jener der Schwingungsdauer, welche im letzteren Falle grösser ist als im ersteren.

Dass aber die Aethervibrationen nur ein Reizmittel für die letzten Endigungen des Sehnerven, nicht aber auch für den Stamm oder dessen Aeste abgeben, beweist das Vorhandensein des von Mariotte 1668 entdeckten „blinden“ Fleckes im Auge, welcher genau der Eintrittsstelle des Sehnerven in den



Augapfel entspricht, einen Durchmesser von etwa zwei Millimeter hat und vom Mittelpunkte der Netzhaut um etwa fünf Millimeter nach innen liegt. Von der Existenz des Mariotte'schen Fleckes überzeugt man sich am einfachsten durch folgenden Versuch: man lege auf ein weisses Blatt Papier, das man an den Tischrand geschoben hat, drei Kupfermünzen in einer zum Tischrande parallelen Linie, so dass die beiden äusseren sich in einem beiläufigen Abstände von je sechs Zoll von der mittleren befinden. Fixirt man nun bei aufrechtem Oberleib und etwas nach vorn geneigtem Haupte scharf die mittlere Münze abwechselnd mit dem rechten und dann mit dem linken Auge, während gleichzeitig das andere geschlossen wird, so verschwindet, falls das linke Auge geschlossen wird, die rechts liegende, falls hingegen das rechte Auge geschlossen wird, die links liegende Münze. Sollte, was wohl wegen der verschiedenen Körpergrösse und Sehweite meist der Fall sein wird, der Versuch nicht sogleich gelingen, so verschiebe man, während die mittlere Münze unverwandt mit dem einen Auge fixirt wird, die entsprechende seitlich liegende um etwas nach aussen oder nach innen und sofort macht man die überraschende Wahrnehmung, dass in einer gewissen Lage die Münze aus dem Gesichtsfelde verschwunden ist und erst wieder zum Vorschein kömmt, wenn man bei unverwandter Stellung des offenen Auges die Münze nach innen oder auch nach aussen verschiebt.

Die Aethervibrationen wirken nur auf die sog. Stäbchen und Zapfen, als die Endigungen des Sehnerven, welche in der hintersten Schicht der Netzhaut liegen. Da nun an der Stelle des deutlichsten Sehens, dem sog. gelben Flecke, die Zapfen am dichtesten zusammengedrängt sind, während dieselben an den Seitentheilen der Netzhaut, wo die Deutlichkeit des Sehens sehr merklich abnimmt, ziemlich vereinzelt vorkommen, so scheinen eben diese Zapfen die eigentlichen Licht empfindenden Elemente zu sein; dies ist jedoch immer nur in dem Sinne gemeint, dass, während alle anderen Reize an jeder Stelle des Sehnerven eine Reizung hervorrufen können, die Aethervibrationen direct nur auf die Zapfen wirken; erst secundär treten in den Sehnervfasern, welche mit den durch Licht gereizten Zapfen in Verbindung stehen, jene Molecularveränderungen ein, deren Endresultat eine bestimmte Lichtempfindung und eine darauf gebaute Gesichtswahrnehmung ist.

Da, wie schon früher erwähnt worden, ein deutliches Sehen nur dann zu Stande kömmt, falls das verkleinerte Bildchen des Objectes weder vor, noch hinter der Netzhaut, sondern genau auf derselben zu liegen kömmt; da andererseits, wie gleichfalls schon hervorgehoben worden, mit der Distanzänderung des Objectes von einer Linse auch eine Aenderung in der Lage des Bildes eintritt: so sollte man vermuthen, dass man ein Object nur in einer einzigen bestimmten Distanz vom Auge deutlich sehen könne. Nun

ist zwar allerdings wahr, dass wir kleinere Objecte (bei normalen Augen) etwa 8 bis 10 Zoll vom Auge entfernt halten müssen, um selbe deutlich zu sehen und dass die Deutlichkeit des Sehens um so mehr leidet, je mehr wir diesen Abstand verkleinern, wesshalb er auch „die deutliche Sehweite“ genannt wird. Allein auffallender Weise erleidet die Deutlichkeit des Sehens keine Beeinträchtigung, wenn wir dieselben Objecte in merklich grössere Abstände vom Auge bringen. Die Fähigkeit des Auges, von Gegenständen in verschiedensten Entfernungen noch deutliche Bilder herzustellen, hat man dessen Accommodations-Vermögen genannt.

Es dürfte kaum einen anderen Gegenstand der physiologischen Optik geben, über den so viele, mitunter einander gerade widersprechende Ansichten aufgestellt worden sind, als über den Grund der Accommodations-Fähigkeit des Auges; erst die neueste Zeit hat über diesen Gegenstand entscheidende Aufschlüsse gebracht. So machte sich die Ansicht geltend, dass die Accommodation von einer Aenderung des brechenden Apparates im Auge ganz unabhängig sei; dass die Verengerung der Pupille zur Accommodation für die Nähe vollkommen genüge; dass die Hornhaut eine verschieden starke Convexität annehmen, dass die Linse sich in der Richtung nach vor- und rückwärts verschieben könne; endlich dass der Augapfel selbst einer Formänderung fähig sei u. a. m. Schliesslich hat sich durch entscheidende Versuche von Helmholtz (1853) herausgestellt, dass die Pupille sich bei der

Accommodation für die Nähe verengert, bei der für die Ferne dagegen sich erweitert; dass der Pupillarrand der Regenbogenhaut und die Mitte der vorderen Linsenfläche sich bei eintretender Accommodation für die Nähe etwas nach vorn verschieben, während die hintere Linsenfläche ihren Ort nicht verlässt, dass endlich die vordere Fläche der Krystall-Linse beim Nahe-sehen gewölbter, beim Sehen in die Ferne hingegen etwas flacher wird. Eine Aenderung in der Krümmung der durchsichtigen Hornhaut tritt jedenfalls nicht ein.

Die Frage, wie es komme, dass wir die Gegenstände aufrecht sehen, obschon die Bildchen derselben auf der Netzhaut verkehrt zu Stande kommen, drängt sich wohl einem Jeden von selbst auf. Die Beantwortung derselben ergiebt sich, indem wir erwägen, dass wir das auf der Netzhaut entstandene Bildchen nicht als ein objectives anschauen, sondern dass dasselbe aus zahlreichen mosaikähnlich an einander gereihten Punkten zusammengesetzt ist und dass die Erregungen der betreffenden Netzhautstellen die Veranlassung werden zur Bestimmung unseres Urtheiles über die Richtung, von welcher her die Einwirkung erfolgte. Verfolgen wir nun den Gang der Lichtstrahlen von den getroffenen Netzhautstellen durch die Linse nach aussen, so entspricht dem Unten im Bildchen ein Oben im Gegenstande, dem Oben im Bildchen ein Unten im Gegenstande: so dass, da wir gewohnt sind, die Ursache der Lichtempfindung

immer in die verlängerte Richtung des zuletzt ins Auge gelangenden Strahles, ins Gesichtsfeld nach aussen zu versetzen, auch abgesehen von der erfahrungsmässigen Bestätigung unserer Gesichtswahrnehmung durch den Tastsinn, das Aufrechtsehen lediglich einen psychischen, nicht aber einen anatomischen Grund zu haben scheint.

Dass wir mit beiden Augen die Gegenstände doch nur einfach sehen, obschon auf der Netzhaut jedes der beiden Augen ein Bildchen entsteht, wird als etwas sehr merkwürdiges hingestellt. Wenn man jedoch der Sache näher auf den Grund blickt, so verhält es sich ganz anders; denn wir sehen nur eine geringe Zahl von Punkten einfach, die meisten hingegen doppelt, und viel merkwürdiger scheint es zu sein, dass wir diese binocularen Doppelbilder in der Regel übersehen und nur bei ganz besonderer Aufmerksamkeit uns derselben bewusst werden. Die beiden Netzhäute eines Menschen müssen rücksichtlich ihrer Wirksamkeit als die Auseinanderlegung oder Wiederholung einer einzigen betrachtet werden, welche sich jedoch nicht wie die beiden Hände eines Menschen, sondern wie zwei rechte oder zwei linke Hände verhalten, so zwar, dass zwei Punkte, welche in beiden Netzhäuten vom Achsenpunkte gleichweit nach rechts oder nach links, nach oben oder nach unten entfernt sind, als wesentlich eins, identisch betrachtet werden müssen. Werden durch die von einem leuchtenden Punkte ausgehenden Strahlen identische Stellen

der Netzhäute erregt, so werden wir uns stets nur eines gesehenen Punktes bewusst. Dies ist stets mit dem fixirten Punkte der Fall; denn da wir dann beide Augenachsen — so nennt man jene Gerade, in welcher die Mittelpunkte der Hornhaut und der Netzhaut liegen — auf ihn richten, so erscheinen die Bilder desselben in beiden Augen auf der Mitte der Netzhaut, auf der Stelle des deutlichsten Sehens, beide Eindrücke sind daher vollkommen identisch und man projecirt sie auf ein und denselben Punkt des Sehfeldes nach aussen. Wird, während man einen Punkt fixirt, ein Auge durch Drücken mittelst eines Fingers aus seiner Lage gebracht, so entstehen sofort Doppelbilder, welche bei nachlassendem Drucke sich einander immer mehr nähern, bis bei der vollständigen Rückkehr des verschobenen Augapfels in seine frühere Lage das Doppeltsehen aufhört und wieder Einfachsehen eintritt. Dies beweist hinlänglich, dass das Doppeltsehen eigentlich die Regel, das Einfachsehen hingegen nur ausnahmsweise u. z. dann eintritt, wenn in Folge richtiger Stellung der Augenaxen, die Doppelbilder desselben Punktes zur Deckung kommen. Dass wir in der Regel die Doppelbilder nicht wahrnehmen, erklärt sich theils daraus, dass die Sehkraft der seitlichen Theile der Netzhaut überhaupt gegen den gelben Fleck merklich zurücktritt, theils daraus, dass wir an die Doppelbilder uns so sehr gewöhnen, dass wir sie meist ganz unbeachtet lassen und erst besondere Aufmerksamkeit anwenden müssen, um die-

selben zur deutlichen Wahrnehmung zu bringen. Am leichtesten gelingt dies, wenn man auf ein langes, schmales Brettchen drei angezündete Wachskerzchen in gerader Linie und gleichen Abständen befestigt und dasselbe gerade vor die Nase mit dem schmalen Rande hinhält. Fixirt man scharf eine der drei Flammen, dann sieht man nicht nur die entferntere, sondern auch die nähere doppelt. Es werden aber nicht nur die Punkte, gegen welche beide Augenachsen convergiren, einfach gesehen, sondern auch seitlich von dem fixirten gelegene Punkte, deren Hauptstrahlen identische Netzhautstellen treffen. Die Punkte, die bei unverrückter Stellung beider Augen einfach gesehen werden, liegen in der sog. Horopterfläche.

Der Gebrauch beider Augen unterstützt unser Urtheil über die Entfernung eines Objectes von uns; denn bei wechselnder Entfernung werden wir uns des Muskelgeföhles bewusst, das durch das Bestreben hervorgerufen wird, das Object stets in den Convergenzpunkt beider Augenachsen zu bringen. Das Sehen mit beiden Augen ist aber auch unerlässlich zur Auffassung der Tiefendimension, also der eigentlichen Körperlichkeit; denn die Netzhautbilder sind ja nur nach zwei Richtungen im Raume ausgedehnt, die dritte Dimension muss erst erschlossen werden. Freilich werden wir auch hierin von unserer Kindheit an durch den Tastsinn unterstützt; er ist es, der unsere Gesichtseindrücke verbessert und ergänzt, so dass wir nach und nach die Uebung erlangen, rasch

und bestimmt selbst bei einem flüchtigen Anblicke über die Tiefendimension ein Urtheil abzugeben. In dieser Beziehung lassen wir uns auch durch die Luftperspective, durch die verschiedene Stärke von Licht und Schatten bestimmen. Wir wissen nämlich aus Erfahrung, dass ein und dieselbe Fläche eine verschiedene Helligkeit bei verschiedenem Abstände von derselben Lichtquelle zeigt, und dass es sich in Betreff der Tiefe des Schattens in gleicher Weise verhält. Sehen wir sonach an demselben Gegenstande Flächen von ungleicher Helligkeit und ungleicher Beschattung, so können sie sich nicht in gleichem Abstände vom Auge befinden, wir schliessen mithin auf die Körperlichkeit des gesehenen Objectes. Wir werden hierin noch weiters unterstützt durch die schon früher erwähnten binocularen Doppelbilder. Sehen wir nämlich einen Gegenstand an, der sich in mässiger Entfernung von unseren Augen befindet, so erhalten wir von ihm, da das linke Auge mehr von den links befindlichen, das rechte hingegen mehr von den rechts befindlichen Theilen des Körpers sieht, zwei ungleiche Netzhautbilder, die wir in Folge einer angeborenen, inneren Nöthigung entsprechend der convergenten Stellung unserer Augenachsen auf denselben Gegenstand nach aussen projiciren. Zwar werden, wie schon oben bemerkt, diese Doppelbilder gewöhnlich übersehen; ja die meisten Menschen wundern sich, nachdem sie einmal auf dieselben aufmerksam gemacht sind, darüber, dass sie sie sonst nie bemerkt, obschon



sie immerwährend nur eine verhältnissmässig geringe Zahl von Objecten, die ungefähr mit dem Convergenzpunkte der Sehachsen vom Auge gleichweit abstehen, einfach, alle anderen aber, sowohl die näheren, als die entfernter liegenden, doppelt sehen. Nichtsdestoweniger sind auch die für gewöhnlich nicht beachteten Doppelbilder zum Erkennen der Tiefendimension wesentlich, da uns, wenn auch unbewusst, bekannt ist, dass das, was wir doppelt sehen, sich in verschiedenen Abständen vom Auge befindet.

Recht einleuchtend wird dies durch die Erfahrung, dass die Erkenntniss der Tiefendimension bedeutend erschwert, wo nicht ganz unmöglich wird, sobald — wie beim Sehen mit nur einem Auge — das Hauptmoment zur Beurtheilung derselben, nämlich die Kreuzung der Augenachsen wegfällt. Wenn dem Einäugigen das Urtheil über die Körperlichkeit dennoch nicht fehlt, so kommt ihm lange Gewohnheit und Uebung zu Hülfe, da wir ja bekanntlich auch alle sehen lernen müssen, u. z. durch stete Vergleichung der durch den Tastsinn mit den durch den Gesichtssinn empfangenen Eindrücken. Hierzu kommt noch, dass der Einäugige bei Betrachtung eines Körpers unwillkürlich die Richtung seines Blickes mit grosser Geschwindigkeit fortwährend ändert. Die Absicht kann dabei offenbar nur die sein, den Mangel des zweiten Auges dadurch zu ersetzen, dass gestrebt wird, auf der einen Netzhaut verschiedene Bilder desselben Körpers zu erhalten. Da nun die Bewegung

so schnell geschieht, dass, ehe noch das eine Bild verschwindet, ein zweites erscheint, so verhelfen diese mehrfachen Eindrücke zur Auffassung der Körperlichkeit. Freilich ist die Erwartung dessen, was wir sehen werden oder wollen, hiebei nicht ohne Einfluss. Nichtsdestoweniger ist der Einäugige mehr der Gefahr einer optischen Täuschung ausgesetzt, als jemand, der beide Augen benützen kann, und die Schwierigkeit des Einführens eines Fadens in ein Nadelöhr bei Schliessung eines Auges ist ein deutlicher Beleg hiefür.

Aus dem eben Angeführten beantwortet sich wohl auch die Frage von selbst, wie es komme, dass die Natur, die ihre Zwecke doch stets auf die einfachste Weise zu erreichen strebt, uns nicht mit einem, sondern mit zwei Augen versehen hat.

Es ist bekannt, dass ausgezeichnete Maler mit Benützung der Hilfsmittel der Linear- und Luftperspective, durch Abänderung im Farbentone u. s. w. von entfernteren Objecten, z. B. von Landschaften Bilder liefern können, die auf den Beschauer mit aller Kraft der Naturwahrheit wirken. Dass aber der gleiche Effect bei der Darstellung eines nahen Objectes nicht erzielt werden könne, hat schon Leonardo da Vinci in seinem berühmten *trattato della pittura* mit folgenden Worten ausgesprochen: „Ein Gemälde, wenn es auch in Hinsicht der Zeichnung, des Lichtes und des Schattens, sowie auch der Farben, mit der grössten Kunst ausgeführt und mit der höchsten Vollkommen-

heit vollendet wäre, kann doch niemals Erhabenheiten und Vertiefungen, oder ein Relief in gleichem Grade wie ein natürlicher Gegenstand zeigen, ausser, es würde in einer gewissen Entfernung und nur mit einem Auge betrachtet.“

Der Grund hievon ist aber einfach der, dass für die Accomodation in die Ferne die beiden Augenachsen fast parallel gestellt sind, dass sonach die beiden Netzhautbilder nicht wesentlich verschieden sind, während bei Betrachtung eines nahen Objectes die Augenachsen merklich convergiren und auf den beiden Netzhäuten verschiedene Bilder entstehen, die zur Deckung gebracht, die Erkenntniss des Reliefs bedingen. Das Verdienst, auf diesen letzteren Umstand besonders aufmerksam gemacht zu haben, gebührt dem genialen Wheatstone, welcher im Jahre 1838 zuerst auf den Gedanken verfiel, durch den gleichzeitigen Anblick zweier, in einer Ebene liegender, aber verschieden gezeichneter Projectionen eines in deutlicher Sehweite befindlichen Gegenstandes den Anschein eines Körpers hervorzurufen.

Zeichnet man nämlich die Projection eines Gegenstandes, etwa einer abgestutzten vierseitigen Pyramide doppelt, sowie sie sich darbietet, wenn man dieselbe bei unveränderter Stellung des Kopfes einmal nur mit dem rechten, das anderemal nur mit dem linken Auge ansieht, und betrachtet dann gleichzeitig die beiden Zeichnungen, jedoch nur mit dem entsprechenden Auge, und sucht es dahin zu bringen, dass die

beiden Bilder zur Deckung kommen (was um so sicherer gelingen wird, wenn die Mittelpunkte der beiden Zeichnungen etwa  $2\frac{1}{2}$  Zoll weit auseinander liegen und wenn man durch eine etwa zehn Zoll lange senkrecht gegen die Zeichnungen gestellte Scheidewand die Augen zwingt, nur je eine der beiden Zeichnungen zu schauen), so tritt die überraschende Wirkung des Reliefs hervor. Wer im Doppelsehen sich geübt hat, kann auch ohne besonderen Apparat stereoskopisch sehen, und insbesondere wird dies dadurch sehr erleichtert, dass man die zwei Projectionen nicht auf dasselbe Blatt zeichnet. Man erhält nämlich beim absichtlichen Doppelsehen von den beiden Zeichnungen vier Bilder; verstärkt man nun das Schielen, oder nähert einander die beiden Zeichnungen, so kommen endlich die beiden mittleren zur Deckung und bringen wie mit einem Schlage den Eindruck der Körperlichkeit hervor; es erscheint das Relief von seinen beiden Projectionen umgeben. Noch leichter wird dies erreicht, wenn man der Vorstellung durch passende Schattirung der Projectionen zu Hilfe kömmt; aber derlei Versuche sind für die Augen immer anstrengend, ja sogar schädlich. Es ist daher vorzuziehen, sich zu diesem Behufe künstlicher Mittel zu bedienen; ein derlei Mittel ist nun das von Wheatstone erfundene Stereoskop.

In seiner ursprünglichen Form bestand es aus einem länglichen, oben offenen, rechteckigen Kästchen, das, innen geschwärzt, an der vorderen Längswand

zwei Ausschnitte für die beiden Augen oder allenfalls daselbst anzubringende Oculargläser hatte. Auf der Bodenfläche waren zwei ebene Spiegel so befestigt, dass ihre spiegelnden Flächen von einander abgewendet waren und dass die Kante, in welcher sie sich trafen, der Mitte zwischen den beiden Augenausschnitten zugekehrt war und dass, während die beiden Spiegel einen rechten Winkel einschlossen, jeder derselben gegen die schmale Endfläche des Kästchens unter 45 Graden geneigt war. Legte man nun an die mit Leisten versehenen schmalen Endflächen die zwei richtig gezeichneten Projectionen eines und desselben Körpers und blickte durch die Ausschnitte oder durch die Oculare in das Innere des Kästchens, so erblickte man mit dem rechten Auge das Spiegelbild der rechten, mit dem linken Auge das Spiegelbild der linken Zeichnung; die Neigung der beiden Spiegel gegen die beiden Zeichnungen bewirkte jedoch, dass durch die ins Auge gelangenden reflectirten Strahlen Bilder auf den beiden Netzhäuten entstanden, welche dem Gange der Strahlen entsprechend nach aussen auf dasselbe Object projectirt wurden, und so entstand derselbe Eindruck, als ob man den Körper selbst, dessen genaue Projectionen bloß entsprechend angeschaut wurden, vor sich gehabt hätte.

So einfach das Spiegelstereoskop Wheatstone's, so unbequem ist es, und kam daher gar nicht in Gebrauch; das heutzutage verbreitetste ist das von Brewster erfundene, durch Duboscq verbesserte

Linsenstereoskop, dessen Einrichtung jeder Leser gewiss kennt, so dass in dieser Beziehung nur wenig gesagt zu werden braucht. Die Gläser, die hier statt der Spiegel angewendet werden, um die beiden Bilder zur Deckung zu bringen, sind die beiden Hälften einer diametral durchschnittenen Sammellinse von 7 bis 8 Zoll Brennweite. Werden diese Hälften in die Ocularröhren so eingefügt, dass sie ihre scharfen Ränder einander zukehren, so wirken sie nicht nur als Vergrößerungsgläser, sondern wie Prismen mit kleinem brechenden Winkel, d. h. durch die Brechung der von den Bildern durch die Gläser gehenden Strahlen erscheint das rechte Bild etwas nach links, das linke Bild etwas nach rechts gerückt, so dass beide zusammenfallen und den Eindruck des Reliefs hervorrufen.

Seitdem man Photographien als Objecte für das Stereoskop in Anwendung bringt, hat sich dasselbe sehr verbreitet, und in nicht ferner Zeit dürfte dasselbe nicht bloß als ein Unterhaltungsmittel in geselligen Kreisen, sondern auch als Unterrichtsmittel immer mehr Verwendung finden.

Bei den für Stereoskope angefertigten Doppelphotographien ist das Relief meist sehr übertrieben; dies hat zwar das schnelle Auffassen der Körperlichkeit und das Hervortreten vom Hintergrunde zur Folge; aber bei längerer, aufmerksamer Betrachtung lässt sich eine gewisse Verzertheit und Unnatürlichkeit nicht verkennen. Der Grund hievon liegt darin, dass, wenn ein der Natur entsprechendes Relief hervorgerufen

werden soll, die Wahl der beiden Standpunkte, von denen die Photographien aufgenommen werden, keineswegs der Willkür anheimfällt; es muss vielmehr ihr Abstand zur Entfernung vom aufzunehmenden Objecte im richtigen Verhältnisse stehen. Dies wird aber häufig ganz ignorirt. Meist wird das fehlerhafte Relief auch dadurch hervorgerufen, dass die Photographien nicht gleichzeitig, sondern nach einander aufgenommen werden, wobei eine Verschiedenheit in Licht und Schatten eintreten muss.

Unter den vielen Stereoskopen, welche in neuester Zeit namentlich von deutschen Gelehrten ersonnen und ausgeführt worden sind, verdient noch das Telestereoskop des genialen Helmholtz hier besondere Erwähnung. Dasselbe besteht aus einer etwa 5 bis 6 Fuss langen und  $\frac{1}{4}$  Fuss weiten innen geschwärzten Röhre, die an den beiden offenen Enden mit zwei Planspiegeln versehen ist, welche gegen die Achse des Rohres unter dem gleichen Winkel von 45 Grad geneigt sind. Im Innern sind in der Mitte der Röhre, parallel zu den Endspiegeln, zwei kleinere Planspiegel angebracht, die ihre spiegelnden Flächen den äusseren Spiegeln zukehren; an der Röhre sind zu beiden Seiten der Mitte, der Augenweite entsprechende Ausschnitte zur Aufnahme zweier Ocularvorrichtungen angebracht. In den kleineren Spiegeln sieht man nun die grösseren, in diesen z. B. eine Landschaft abgebildet. Durch dies Instrument wird beim Anblicke einer Landschaft das erreicht, was sonst mit Hilfe der gewöhnlichen

Stereoskope durch zwei photographische Aufnahmen derselben Landschaft geleistet wird. Man erhält nämlich durch die zweckmässige Stellung der Spiegel gleichzeitig zwei sich deckende Ansichten, die man einzeln vermittelt der in einem Abstände von 5 bis 6 Fuss sich befindenden Augen erhalten würde. Dies Instrument eignet sich ganz besonders dazu, auf Balkonen aufgestellt zu werden, wobei es eine ausserordentlich schöne Ansicht der Landschaft gewähren soll; eine bei weitem schönere als diejenige, welche der gewöhnliche Anblick derselben Landschaft mit unbewaffneten Augen darbietet; denn da bei der Accommodation für die Ferne unsere Augenachsen fast parallel gestellt sind, so entstehen — wie schon früher erwähnt wurde — auf den beiden Netzhäuten zu wenig verschiedene Bilder, als dass noch das Relief auffallend sein könnte. Indem aber durch das Helmholtz'sche Instrument die Distanz der beiden Augen gewissermassen um das Zwanzigfache vergrössert wird, entstehen differente Netzhautbilder, welche durch die Spiegel zur Deckung gebracht werden, und so begreift man die magische Wirkung dieses Apparates.

Der Nutzen, den das Stereoskop gewährt, ist schon jetzt ein nicht unbedeutender; abgesehen von den ästhetischen Genüssen, die dasselbe bei verhältnissmässig geringen Kosten bietet, ist sein Werth für die Wissenschaft, namentlich für die physiologische Optik nicht gering anzuschlagen, und namentlich Dove hat auf eine ganze Reihe von Thatsachen hingewiesen,



welche durch verschiedene von ihm ersonnene Stereoskope dem Verständnisse zugänglicher gemacht wurden. Durch diesen ausgezeichneten Gelehrten wurde auch darauf aufmerksam gemacht, dass und wie man das Stereoskop benützen könne, um falsche Werthpapiere und Münzen von echten, um Copien von Originalen leicht unterscheiden zu können; und es dürfte gewiss nicht übertrieben sein, zu behaupten, dass der Unterricht in der Krystallographie, welcher an die Phantasie der Anfänger starke Anforderungen macht, ebenso in der Stereometrie, in der sphärischen Trigonometrie, ja in der astronomischen und physikalischen Geographie durch zweckmässige stereoskopische Darstellungen eine bedeutende Unterstützung finden wird und muss.

---

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Schriften des Vereins zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse Wien](#)

Jahr/Year: 1863

Band/Volume: [2](#)

Autor(en)/Author(s): Pick Hermann

Artikel/Article: [Ueber das Stereomikroskop. 295-319](#)