

Ueber
optische Täuschungen.

Von

DR. AUG. RITTER v. REUSS,

Professor der Augenheilkunde an der k. k. Universität in Wien.

Zwei Vorträge, gehalten am 24. November 1886
und 2. März 1887.

(Mit Demonstrationen.)

Mit fünfzehn Abbildungen im Texte.

I.

Die Bedeutung der Empfindungen, die uns durch unseren Gesichtssinn vermittelt werden, erkennen wir nur durch unseren Verstand, so wie dies auch bei allen anderen Sinnesempfindungen der Fall ist. Der Blindgeborene, der plötzlich sein Sehvermögen erhält, wird mit seinen Gesichtsempfindungen so lange nichts anzufangen wissen, als er sie nicht durch Zuhilfenahme seiner anderen Sinne zu deuten verstehen gelernt hat. Nur durch die Erfahrung gelangen wir zu einer Vorstellung von der Beschaffenheit der gesehenen Körper, indem wir sie durch Bewegungen der Augen oder unseres Kopfes von verschiedenen Seiten betrachten, sie betasten u. s. w.; und wir werden diese genaue Controle nicht mehr nöthig haben, wenn wir sie einige Male vorgenommen haben und dadurch in die Lage gesetzt sind, uns aus der Erinnerung ein Urtheil über die Beschaffenheit eines Objectes zu bilden, sobald uns dessen Bild durch unser Sehorgan aufs Neue vermittelt wird. Wir werden hiebei aber unter besonderen Verhältnissen gewissen Täuschungen des Gesichtssinnes unterliegen, wir werden Gesichtseindrücke erhalten, welchen nicht

das gewohnte Object zu Grunde liegt, wir werden Dinge sehen, die nicht da sind, oder wir werden die wirklichen Objecte sehen, aber sie falsch deuten.

Ich will heute nur von einer Anzahl derartiger Täuschungen sprechen, da die mir zugemessene Zeit zu kurz ist, um den Gegenstand vollständig abzuhandeln.

Wir sind gewohnt, alle Empfindungen unseres Sehorganes als von Gegenständen herrührend zu betrachten, welche sich ausser unserem Auge befinden. Wir nehmen aber eine Anzahl Dinge wahr, die sich innerhalb unseres Auges befinden, sind jedoch, wenn wir nicht darüber belehrt werden, geneigt, sie nach einem ganz anderen Orte zu versetzen. Gestatten Sie mir, Ihnen einige dieser sogenannten entoptischen Wahrnehmungen vorzuführen.

Sehen wir gegen eine diffus erleuchtete Fläche, den Himmel, eine helle Wand, in das Ocular eines Mikroskops, oder auch gegen ein weisses Blatt Papier, so bemerken wir häufig kleine, in der Luft schwebende Körperchen, welche herumfliegenden Insecten ähneln; man nennt sie auch fliegende Mücken, *mouches volantes*. Es sind, wenn wir sie genauer betrachten, einzelne Kreise mit hellerem Centrum, manchmal noch mit einer lichterem Einfassung, oder es sind zahlreiche solche Kreise perlschnurartig aneinander gereiht, oder zu unregelmässigen, mit feineren Körnern und Fasern untermischten Gruppen verbunden, oder sie stellen helle Bänder oder auch Stücke eines durchsichtigen, verschieden gefalteten Schleiers dar; bei Bewegungen

des Auges wirbeln sie in die Höhe, schiessen, wenn das Auge ruhig gehalten wird, noch eine Weile fort und senken sich dann langsam, verschwinden zum Theile langsam aus dem Gesichtsfelde oder bleiben an einer bestimmten Stelle desselben ruhig sitzen. Sie sind mikroskopisch kleine Körperchen (Zellen, Körner, Membranen), die sich im Glaskörper befinden und auf die Netzhaut ihren Schatten werfen. Kaum fehlen sie in irgend einem Auge, werden aber meist nur unter besonderen Beleuchtungsverhältnissen gesehen, die ich bereits angedeutet habe. Sehr leicht kann sie sich Jedermann sichtbar machen, wenn er durch ein feines Loch in einem Kartenpapiere gegen den hellen Himmel oder eine Flamme sieht. Bemerkt sie Jemand zufällig, der ihre Bedeutung nicht kennt, wird er leicht in einige Aufregung versetzt, er wendet ihnen von nun an besondere Aufmerksamkeit zu, zählt sie, zeichnet sie allenfalls auf und merkt, dass sie sich bei erhöhtem Aufmerken stets vermehren, bis er endlich in der Furcht zu erblinden zum Arzte kommt. Dieser kann ihn jedoch vollkommen beruhigen. Die fliegenden Mücken sind im Allgemeinen ohne jede Bedeutung; sie werden ganz übersehen, wenn man nicht an sie denkt; exercirt man aber dadurch seine Netzhaut auf sie ein, dass man ihnen unverdiente Aufmerksamkeit schenkt, so können sie eine sehr lästige Erscheinung werden. Eine Netzhaut, welche durch vieles Arbeiten angestrengt, überreizt ist, oder welche einem sehr nervösen Individuum angehört, wird auch die Mücken viel leichter

sehen als eine andere; am besten ist es, wenn man sie nicht beachtet oder bei überreizten Augen diesen eine Zeitlang Ruhe gönnt.

Es gibt aber noch andere ganz ähnliche Erscheinungen, die aber weniger leicht gesehen werden. Blickt man längere Zeit auf eine stark erhellte Fläche, z. B. auf Schnee, so bemerkt man eine Unmasse feiner kreisförmiger Schatten, welche auch bei ruhiger Haltung der Augen im Gesichtsfelde sich äusserst lebhaft bewegen und dabei deutlich bestimmten Bahnen folgen. Es sind dies die Blutkörperchen, welche sich in den Adern der Netzhaut bewegen.

Aber auch diese Blutadern selbst kann man sehr schön zur Ansicht bringen. Wenn man gegen einen dunklen Hintergrund sieht, z. B. durch die geöffnete Thür in ein finsternes Zimmer und nun seitlich vom Auge, aber recht nahe an demselben, ein Licht hin und her bewegt, oder noch besser die Strahlen eines Lichtes mittelst eines Brennglases auf dem Weissen des Auges concentrirt, so sieht man das ganze Gesichtsfeld plötzlich röthlichbraun erleuchtet und auf diesem Grunde äusserst zierlich verästelte baumförmige schwarze Linien. Dies sind die Blutadern der Netzhaut. Man sieht sie für gewöhnlich nicht, weil die Schatten, welche sie auf die Netzhaut werfen, stets an dieselben Stellen fallen; bringt man aber diese Schatten durch eine ungewöhnliche Beleuchtung an andere Stellen, so gelangen sie zur Wahrnehmung. Man wird deutlich sehen, wie die Stämme dieser Baumfiguren alle gegen eine seit-

wärts gelegene Stelle hinlaufen, die Stelle, welche dem Eintritte des Sehnerven entspricht, von der wir gleich sprechen werden. Sie ist schwer zu beobachten, weil sie, wenn wir auf dieselbe zu sehen bestrebt sind, stets seitlich entflieht. An der Stelle, auf welche wir gerade sehen, befinden sich wenig Gefässe, ja eigentlich gar keine, wie man bequemer bei anderen Beobachtungsmethoden sehen kann. Blickt man durch ein mit einer Nadel gestochenes Loch in einem Kartenpapiere gegen eine Lampenkugel, so bemerkt man bei ruhiger Haltung der Karte die beschriebenen *mouches volantes*, macht man aber rasche Bewegungen mit der Karte, so sieht man auf dem hellen Grunde ein äusserst zierliches Netzwerk, in welchem man leicht die Netzhautgefässe wiedererkennen wird, nur kommen hier die feineren Verästelungen zur Anschauung, und man wird leicht die vollkommen gefässlose Stelle im Centrum erkennen, welche der Stelle des directen Sehens entspricht und eine äusserst zierliche *chagrinartige* Zeichnung besitzt.

Die Netzhaut, eine äusserst complicirt gebaute, aus vielen Schichten bestehende Membran, hat in der äussersten derselben die Endigungen der Sehnervenfaser, mit welchen wir eigentlich sehen. Die Blutgefässe jedoch, welchen wir eben unsere Aufmerksamkeit schenken, liegen in einer viel weiter nach innen gelegenen Schicht, welche von den Lichtstrahlen passiert werden muss, ehe sie zu der äussersten, der sogenannten Stäbchenzapfenschichte gelangen. Es ist ein-

leuchtend, dass dort, wo die Blutgefässe liegen, keine Lichtstrahlen zur Zapfenschichte gelangen können, weil erstere undurchsichtig sind; an diesen Stellen ist eigentlich das Auge blind. Wir haben jedoch keine Ahnung hievon, weil wir eben an diese Blindheit, an diese Lücken im Sehfelde gewohnt sind. Es gibt aber noch eine Stelle von viel grösserer Ausdehnung, an welcher wir blind sind, diejenige nämlich, an welcher der Sehnerv in unser Auge eintritt. Dort befinden sich keine Nervenendigungen, keine Stübchen und Zapfen und mit dieser Stelle haben wir daher auch keine Lichtempfindung. Kleben wir uns eine runde Scheibe weissen Papiere von etwa zwei Centimeter Durchmesser auf ein Stück matten schwarzen Papiere oder auf einen schwarzen Stoff und sehen wir mit dem rechten Auge bei geschlossenem linken in etwa 30 Centimeter Entfernung auf einen gut markirten Punkt, der vom Centrum der Scheibe ungefähr 70 Centimeter nach links und fünf Millimeter nach oben gelegen ist, so fällt die weisse Scheibe gerade in das Bereich des blinden Fleckes und ist, da wir sie nicht sehen, vollkommen verschwunden.

Jeder Nerv wird, mag er auf was immer für eine Art gereizt werden, stets nur in einer bestimmten Weise reagiren. Ein Bewegungsnerv wird, wenn man ihn reizt, stets einen Muskel zur Zusammenziehung bringen, ein Gefühlsnerv wird uns immer nur eine Gefühlsempfindung vermitteln, ein Geschmacksnerv nur eine Geschmacksempfindung, und ein Nerv, der zum Sehen

dient, wird, mag man ihn drücken, schneiden, quetschen, elektrisiren u. s. w., stets nur eine Gesichtsempfindung in uns hervorrufen. Eine solche werden wir also nicht nur durch Lichtstrahlen erhalten, sondern auch durch viele andere auf den Sehnerven und seine Ausbreitung im Auge, die Netzhaut, wirkende Reize; und solche Reize werden daher im Stande sein, eine Menge optischer Täuschungen hervorzubringen.

Halten wir alle äusseren Lichtreize von uns ab, setzen wir uns in tiefer Nacht in ein mit Vorhängen und Fensterläden vollkommen abgeschlossenes Zimmer, verbinden wir uns überdies die Augen, ohne einen Druck auf sie auszuüben, warten wir überdies noch eine Viertelstunde, um alle Nachwirkungen früheren Lichteinfall es schwinden zu lassen, so werden wir doch nie vollkommene Nacht um uns haben; ich will sagen, wir sehen nicht vollkommen schwarz, sondern das ganze Gesichtsfeld ist von einem lichten Scheine eingenommen, der keine vollkommen gleichmässige Fläche bildet, sondern mir z. B. den Eindruck macht wie die Unebenheiten eines glatt gespannten Stückes Tuch. Bewegen wir die Augen, so huscht allenfalls ein intensiverer lichter Nebelfleck geisterhaft an uns vorüber.

Diese Erscheinung nennt man das Lichtchaos oder das Eigenlicht der Netzhaut. Wodurch es veranlasst wird, ist nicht vollkommen sichergestellt, vielleicht ist es der Ausdruck chemischer Vorgänge in dem nervösen Apparate.

Anders verhält es sich, wenn man die Augen in einem nicht erleuchteten Zimmer schliesst, in dem von Aussen noch eine Menge Lichtstrahlen eindringen, oder gar am Tage. Dann dringt das Licht durch die Auglider hindurch und das Gesichtsfeld ist gelbroth erhellt. In diesem Gesichtsfelde sieht man verschiedene lichtere, auch farbige Pünktchen sich bewegen, manche sehen auch eine gelbe oder gelbröthliche Scheibe mit blauem Rande, die dann zu einer blauen Scheibe mit gelbem Rande wird. Beginnt man nun in diesem Zustande einzuschlummern, so beginnt die Phantasie mit diesen Erscheinungen ihr Spiel zu treiben. Die gelbröthliche Scheibe bekommt dunklere Flecke, diese werden zu Augen, Nase und Mund und alsbald schwebt ein deutliches menschliches Gesicht, das bekannte oder fremde Züge trägt, vor unseren Augen. Darüber wacht man aus dem Halbschlummer auf und das Bild schwindet, oder man geräth in festen Schlaf, der weiteres Beobachten verhindert. Aus complicirteren Phantasmen können sich auch Landschaften zusammensetzen oder farbige zierliche Muster. Ich entnehme diese Beobachtungen einer Mittheilung von Geissler aus dem Jahre 1871, der diese Phantasmen von Zeit zu Zeit hatte, am meisten beim „Einnicken“ nach dem Mittagmahle, oder Morgens, wenn er nochmals einschlief, seltener des Abends. Ich selbst erinnere mich nur aus meinen frühen Kinderjahren, blaue und gelbe Muster im Morgenschlafe gesehen zu haben, aus denen sich dann Träume schreckhafter Natur entwickelten; ich

entsinne mich noch deutlich, dass es ein stets wiederkehrender gleicher Traum war, über den ich nichts Weiteres auszusagen vermag, als dass das gelbgrüne Muster, welches darin eine Rolle spielte, mir höchst zuwider war, und dass ich die schlecht harmonirenden Farbentöne noch heute wiederzugeben vermöchte. Gesichter bemühte ich mich oft zu sehen, es gelang mir aber nicht, wahrscheinlich, da ich zu rasch einschlafe; über Nachmittagsschläfchen habe ich keine Erfahrung. Doch kenne ich jüngere Personen, welche die „Schlafgesichter“ sehr gut kennen; ich meine auch, dass sie oft die Ursache sind, warum sich Kinder beim Einschlafen fürchten und die Gegenwart der Mutter oder doch ein Licht im Zimmer verlangen. Möglicher Weise bauen sich auch die Hallucinationen Kranker, z. B. an Säuferdelirium oder an fieberhaften Krankheiten Leiden-der, auf der Basis subjectiver Gesichtsempfindungen auf, die dann die Phantasie in allerlei Spuk umsetzt.

Während hier aber noch immer das durch die geschlossenen Lider eindringende Licht eine Rolle zu spielen vermag, sind andere Gesichterscheinungen von diesem ganz unabhängig. So erzeugt eine mechanische Reizung der Netzhaut sehr lebhaft Lichtempfindung. Drückt man mit einer Fingerspitze möglichst seitlich an das Auge, so erblicken wir auf der entgegengesetzten Seite ein eigenthümliches Lichtphänomen. Wir reizen durch den Fingerdruck mechanisch die Netzhaut; da wir gewohnt sind, alle Lichtreize, die z. B. von links kommen, mit der rechten Netzhauthälfte wahrzunehmen,

men, und alle von rechts kommenden mit der linken, da alle oben befindlichen Gegenstände auf der unteren, alle unten situirten auf der oberen Partie der Netzhaut abgebildet werden, und da wir folglich jeden Reiz auf der linken Seite als von rechts kommend ansehen, auf ein rechts befindliches Object beziehen, so werden wir, wenn wir mit der Fingerkuppe z. B. schläfenwärts drücken, die Lichterscheinung nasenwärts sehen. Sie besteht im Allgemeinen in einer hellen Scheibe, die oft im Innern einen dunklen Fleck besitzt, von einem dunklen Hofe und darauf von einem Lichthofe umsäumt wird. Bei geöffnetem Auge erscheint die Scheibe dunkel. Ganz anders sind die Erscheinungen, wenn man keinen umschriebenen Druck auf das Auge ausübt, sondern mittelst der flach aufgelegten Hände einen gleichmässigen. Man sieht dann die wunderlichsten und prächtigsten Figuren, die übrigens bei verschiedenen Personen verschieden, bei manchen von grosser Regelmässigkeit, bei anderen mehr unregelmässig sind. Ich sehe meist zuerst bei leichtem Drucke einen dunkleren Fleck im Centrum des Gesichtsfeldes, der bald farbig wird, dem sich seitlich eine Menge sehr unregelmässige verschiedenfarbige Bänder und Flecken beigesellen; dann taucht gewöhnlich ein sehr regelmässiges feines Muster auf, dunkle Sternchen auf lichtem Grunde, oder durcheinander geworfene Stückchen eines Irrweges, aber mit grosser Regelmässigkeit angeordnet, oder auch fein dendritisch verästelte Sterne; bei zunehmendem Drucke erscheinen plötzlich die Netzhautgefässe leuch-

tend auf dunklem Grunde, der dann wieder die Sternmuster folgen. Hierbei wird der Druck aber schon schmerzhaft, so dass es mir stets räthlich schien, ihn nicht fortzusetzen. Oeffne ich nun das Auge und sehe auf eine helle Papierfläche, so sehe ich die ganze Aderfigur der Netzhaut dunkel auf dem hellen Grunde des Papiers, aber so, dass die gefässlose Stelle des Centrums heller ist als die der umgebenden Fläche. Dass ich hierbei die Netzhautgefässe vor mir habe, ist mir vollkommen zweifellos; die Erscheinung ist mir sogar das prägnanteste Stadium aller von mir gesehenen Druckbilder. Aber nicht immer sehe ich dieselben Bilder; manchmal sind feurige, rothe, blaue, gelbe Pünktchen sichtbar, oder ein heller centraler Ring von den herrlichsten Farben mit dunklem Centrum; ich habe auch nachher bei offenem Auge auf hellem Grunde des Papiers die Gefässfigur mit dunklem Centrum gesehen, oder einen wunderbar lichtbläulichgrünen querovalen grossen Ring von beträchtlichem Durchmesser und langer Dauer; dabei war das Sehen aber so schlecht, dass ich mit dem Auge nicht lesen konnte und minutenlang bis zur Erholung warten musste. Gewiss sind es diese brillanten Druckphospheme, welche blinde Kinder (d. h. solche, welche durch Zerstörung der Hornhaut erblindet sind, die aber noch eine empfindliche Netzhaut haben) veranlassen, an ihren Augen mit den Fingern continuirlich zu drücken und zu kneten und sich so die einzig möglichen Gesichtsempfindungen zu erzeugen. Das intensivste Druckphosphem tritt wohl dann ein,

wenn Jemand einen Schlag auf das Auge erhält, „so dass ihm das Feuer aus demselben spritzt“. Natürlich haben wir es hier aber nur mit einer subjectiven Lichterscheinung zu thun und mit keinem objectiven Lichte, das allenfalls ein Zweiter im Dunklen sehen könnte; ebensowenig werden wir es glauben, wenn Jemand beim Scheine dieses Lichtes seinen Angreifer erkannt haben will.

In derselben Weise wie Druck und Schlag wird auch der elektrische Strom Lichterscheinungen hervorrufen. Schon mit schwachen Strömen sieht man beim Oeffnen und Schliessen einen lebhaften Blitz; schöne Lichtfiguren entstehen beim constanten Durchfliessen stärkerer Ströme, die nach der Richtung des Stromes verschieden sind; doch will ich auf sie nicht weiter eingehen.

Auch der Licht- und Farbenerscheinungen an Augen, die an Erkrankung der Netzhaut, des Sehnerven und der Aderhaut leiden, will ich nur andeutungsweise erwähnen; sie können, trotzdem sie ganz glänzende Phänomene sein mögen, den Kranken viele Qualen verursachen; sie sind das am Sehnerven, was die Schmerzen an den Gefühlsnerven sind.

Doch will ich einer Erscheinung etwas ausführlicher gedenken, die, obwohl sie eigentlich auch krankhaft ist, doch wegen ihrer Ungefährlichkeit und relativen Häufigkeit mehr Interesse als Furcht zu erregen im Stande ist. Sie tritt am häufigsten als Vorläufer einer Migräne ein und wird gewöhnlich als „Flimmern

vor den Augen“ abgethan; sie kommt folglich häufiger beim weiblichen Geschlechte vor als beim männlichen; sie ist aber auch bei diesem nicht selten, und unsere Kenntniss verdanken wir zum grössten Theile den Selbstbeobachtungen von Aerzten und Naturforschern. Es dürfte am zweckdienlichsten sein, einen typischen Anfall in seiner gewöhnlichen Form zu beschreiben. Der Befallene sei mit Lesen beschäftigt; er merkt plötzlich, dass ihm einige Buchstaben im Fixationspunkte oder in der Nähe desselben unklar werden, und zwar durch einen Nebelfleck, der sich über dieselben lagert. Dieser Fleck vergrössert sich und nimmt allmählig die Gestalt eines Hufeisens oder einer Mondsichel an, deren Bogenöffnung gewöhnlich nach einer Seite gerichtet ist; gleichzeitig bekommt er scharfe zackige Ränder an der Aussenseite des Bogens, die in immerwährender Zickzackbewegung sind und eine leuchtende Feuerfarbe besitzen oder auch in allen Farben des Regenbogens glänzen. Der graue, nicht gefärbte Nebel der Mondsichelfläche ist dabei in immerwährender flimmernder, kochender Bewegung. Die Erscheinung vergrössert sich langsam, bis sie die Grenzen des Gesichtsfeldes erreicht, dann blassen die Zickzacklinien ab, verschwinden, der flimmernde Nebel wird ruhiger, kleiner und verschwindet endlich dort, wo er entstanden. Zu bemerken ist, dass diese Erscheinung eigentlich nur die eine seitliche Hälfte des Gesichtsfeldes einnimmt, auch im Finstern sichtbar ist und beiden Augen angehört. Gewöhnlich beginnt gleich darauf

der Kopfschmerz und dauert während des ganzen Tages an, in manchen Fällen fehlt er jedoch vollständig und mit dem Schwinden des Flimmerscotoms, wie wir die Affection nennen, ist der Anfall vorüber. Veranlassung dazu bieten meist Momente, die zu körperlicher Ermüdung führen (z. B. anstrengende Fusspartien, Hunger); oder welche geistige Abspannung zur Folge haben; übrigens Alles, was Veranlassung zur Migräne geben kann. Dass der Zustand, der wahrscheinlich von einer theilweisen Blutleere des Gehirnes abzuleiten ist, ungefährlich ist und eher durch das Brillante seiner Erscheinung Interesse erregen kann, habe ich schon erwähnt.

Eine grosse Seltenheit ist eine Affection, deren Ursache bisher noch nicht hinlänglich aufgeklärt ist, deren ich aber wegen ihrer Sonderbarkeit Erwähnung thue, das Rothsehen, an dem manche Personen leiden. Zumeist sind es Leute, die kurz vorher durch eine Operation vom grauen Staare befreit wurden, und welche sich wieder eines ganz guten Sehvermögens erfreuen; aber auch solche mit gesunden Augen, aber einer Dosis von Nervosität, können daran leiden. In der Regel sehen sie Morgens beim Aufstehen oder Abends, sobald die Dämmerung beginnt, Alles roth, und zwar grellroth, wie in rothem bengalischen Lichte; Gesichter erscheinen ihnen oft von der Farbe gekochter Krebse, im Walde ist es ihnen, als ob der Wald brenne; unter Tages fehlt das Rothsehen oder ist blös in geringem Grade vorhanden, als lichter fleischrother

Schein. In allen bisher beobachteten Fällen ist die Erscheinung, nachdem sie kürzere oder längere Zeit gedauert, wieder verschwunden. Auch Fälle von Blau- und Gelbsehen wurden beschrieben, doch wissen wir über diese noch weniger. Das letztere, das Gelbsehen, können wir uns jedoch leicht selbst erzeugen, wenn wir eine kleine Dosis Santonin einnehmen; es ist dann ebenso intensiv wie das beschriebene Rothsehen.

Ganz verschieden von den eben beschriebenen sind die optischen Täuschungen, welche daraus hervorgehen, dass die Empfindung eines Reizes des Sehapparates diesen Reiz überdauert. Wenn wir im Finstern einen glühenden Span rasch im Kreise bewegen, so sehen wir einen feurigen Kreis. Der Lichteindruck ist noch lange nicht vorüber, wenn das Bild des glühenden Punktes schon die Nachbarstelle der Netzhaut trifft, und er dauert noch an, wenn er bei rascher Drehung schon am Anfangspunkte wiederangelangt ist. Wenn wir auf einer weissen Scheibe einen schwarzen Punkt anbringen und die Scheibe rasch rotiren lassen, so wird anstatt des Punktes eine graue Kreislinie gesehen werden. Wir haben von dieser Erscheinung schon im vorigen Jahre Gebrauch gemacht, als es sich darum handelte, Farben im Auge selbst zu mischen. Klebe ich auf eine Scheibe farbige Sektoren und lasse erstere sich rasch drehen, so wird das Bild des einen farbigen Sektors auf Netzhautstellen fallen, die noch das Bild eines andersfarbigen Sektors empfinden, dieselbe Netzhautstelle empfindet also zwei oder mehrere Farben

zugleich und erhält dadurch die Empfindung der Mischfarbe. Wir haben auf diese Weise gesehen, dass z. B. Blau und Gelb als Mischfarbe nicht etwa Grün, sondern Weiss, beziehungsweise Grau ergeben. Aus demselben Grunde sehen wir rasch sich drehende Räder als Scheiben, in denen wir keine Speichen unterscheiden können u. s. w. Wir werden dasselbe aber auch an einem ruhenden Punkte sehen. Betrachten wir z. B. kurze Zeit eine Lampenflamme und löschen wir dieselbe rasch aus, so sehen wir das Bild der Flamme noch eine Zeitlang vor uns. Wir sehen das Nachbild derselben. Wir dürfen die Nachbilder nicht mit Erinnerungsbildern verwechseln. Wir können uns durch unsere Phantasie bei geschlossenen Augen die Bilder früher gesehener Objecte vor uns zaubern, wir sehen die Gesichter bekannter Personen, oft gesehener Oertlichkeiten gleichsam mit unserem geistigen Auge, wir können sie sogar nach diesen Erinnerungsbildern nachzeichnen, dieses sind jedoch keine Nachbilder. Bei den letzteren kann es geschehen, dass wir in ihnen Details wahrnehmen, die wir beim Anblicken derselben ganz übersahen, in der Erinnerung sehen wir immer nur das, was uns wohlbekannt ist.

Wir unterscheiden vor Allem zwei Arten von Nachbildern: solche, in denen wir das hell sehen, was im Objecte hell ist, und das dunkel, was im Objecte dunkel ist, diese nennen wir positive Nachbilder; und solche, in welchen wir das im Objecte Helle dunkel und das im Objecte Dunkle hell sehen, das sind negative

Nachbilder. Wir gebrauchen also dieselbe Bezeichnung, die der Photograph bei seinen Bildern anwendet.

Zur Erzeugung schöner positiver Nachbilder gehört eine gut ausgeruhte Netzhaut und ein nur kurze Zeit einwirkender Reiz. Man sieht sie daher am besten, wenn man eine Zeitlang im Dunklen gesessen oder die Augen längere Zeit verdeckt hat, am lebhaftesten am Morgen nach dem Erwachen. Sieht man nach solchen Vorbereitungen momentan auf ein helles Object, so kann man ein sehr lebhaftes positives Nachbild erhalten, welches schwindet, ohne dass ein negatives nachfolgt. Oeffnet man, so lange es noch besteht, die früher geschlossenen Augen und blickt auf eine helle Fläche, so erscheint auf derselben das Nachbild negativ. Dieses tritt aber auch bei geschlossenen Augen ein, wenn man den primären Eindruck etwas länger währen lässt. Negative Nachbilder erhält man, wenn man einen helleren Gegenstand längere Zeit fixirt, und zwar dauern sie um so länger und sind um so lebhafter, je länger die Fixation dauerte und je heller das Object war. Am lebhaftesten sind die Blendungsbilder, welche von sehr stark leuchtenden Objecten, von Flammen, von der Sonne entstehen, sie haben auch eine ungewöhnlich lange Dauer.

Eine Spielerei, welche auf der Erscheinung der Nachbilder beruht, ist folgende. Fixirt man eine Zeitlang die Zeichnung eines Gesichtes, in welchem das Helle schwarz ist, die Schatten aber weiss gehalten sind, schliessen wir dann die Augen oder blicken wir

auf eine mässig helle weisse Wand, so sehen wir das Gesicht in natürlicher Schattirung sehr lebhaft vor uns schweben. Solche Zeichnungen von den Köpfen bekannter Persönlichkeiten, z. B. als „Geist Richard Wagner's“, sind käuflich zu haben. Es gehört nur zur Hervorbringung vieler Nachbildversuche einige Uebung einerseits, aber auch Vorsicht andererseits, da die Augen dadurch leicht angegriffen werden und die Nachbilder auch ungerufen in quälender Weise eintreten können. Von den Nachbildern der Sonne ist das ja allbekannt.

Wir haben bisher auf die Farbe der Nachbilder keine Rücksicht genommen. Das positive Nachbild ist, wenn schön entwickelt, gleich gefärbt dem Objecte, das negative dagegen von complementärer Färbung. Das Nachbild von Purpur wird also grün sein, das von Gelb blau, das von Roth blaugrün. Man sieht sie am besten, wenn man ein farbiges Papierstückchen auf einen grauen Grund legt, dasselbe durch etwa 30 Sekunden fixirt und nun plötzlich wegzieht; es erscheint dann die Stelle, an der es sich befand, in lebhafter Gegenfarbe. Legt man auf farbigen Grund ein schwarzes Papierstückchen und entfernt dieses nach längerer Fixation, so erscheint an seiner Stelle der farbige Grund viel intensiver gefärbt; noch grösser wird die Intensität, wenn man statt des schwarzen Papierees ein dem Grunde complementär gefärbtes verwendet hat. So erscheint uns auch z. B. ein Wald, eine Wiese viel grüner, wenn wir zuvor durch ein complementär rothgefärbtes Glas gesehen hatten.

Man kann aber auch von weissen Objecten farbige Nachbilder bekommen, namentlich wenn erstere sehr intensiv beleuchtet sind oder selbst leuchten. Die Farben verändern sich dann nach und nach, wir sagen, die Nachbilder klingen farbig ab. Besonders schön sind sie von leuchtenden Objecten, z. B. von einer Flamme, namentlich scheint mir das Blau, Violett und Purpur, das ich sehe, von einer unvergleichlichen Schönheit. Die Reihenfolge der Farben ist verschieden nach der Länge der Einwirkung, auch wird sie nicht von allen Beobachtern gleich angegeben. Nach Fixation der Flamme eines Gasrundbrenners durch 60 Secunden sehe ich zuerst grünlichgelb, dann gelb, manchmal lichtroth, dann negativ blaugrün und positiv violett wechselnd, dann blau mit violett wechselnd, das Violett wird röthlich und wechselt mit immer dunklerem Blau, endlich erscheint leuchtender Purpur und zuletzt tiefes Schwarzblau, endlich Dunkel ohne Farbe.

Das Wechseln der Farbe tritt meist so ein, dass das Nachbild einen farbigen Saum erhält, der sich bald über die ganze Fläche ausbreitet.

Bei der Betrachtung der Sonnenscheibe (durch ein berusstes Glas) beobachtete man zuerst Weiss, dann Hellblau, Grün, Roth, Blau.

Dieses farbige Abklingen sieht man auch an schwarz und weiss bemalten Scheiben, welche man schnell rotiren lässt, am besten auf einer mit einer schwarzen Spirallinie auf weissem Grunde, (Fig. 1) es treten dann deutlich rosenrothe und grünliche Färbungen auf.

Ich habe demonstirt, wie bei Fixation einer farbigen Papierscheibe auf grauem Grunde ein complementär gefärbtes Nachbild entstand, wenn ich das farbige Scheibchen entfernte. Man bezeichnete diese Erscheinung auch mit dem Namen des successiven Contrastes zum Unterschiede von den optischen Täu-

Fig. 1.



schungen, welche dadurch entstehen, wenn man zwei verschieden gefärbte Objecte neben einander betrachtet, und welche man simultanen Contrast benennt.

Druckt man mit gewöhnlicher Druckerschwärze eine Schrift auf einen purpurrothen Grund, so erscheinen die Buchstaben nicht schwarz, sondern grün. Man kann das häufig an Placaten beobachten und kann sich

überzeugen, dass die grüne Farbe nur auf Täuschung beruhte, wenn man bei einem grossen Buchstaben die Farbe des Grundes durch weisses Papier verdeckt. Der im letzten Jahre vielgenannte französische Gelehrte Chevreuil erzählt, dass Händler mit gemusterten Stoffen zu ihm gekommen seien, die sich über die Fabrikanten beklagten. Sie hätten auf farbige Stoffe schwarze Muster drucken sollen, statt dessen hätten sie auf den rothen Stoff grüne, auf den blauen gelbe Muster gedruckt. Es erschienen eben die schwarzen Muster durch simultanen Contrast in der complementären Farbe. Legen wir ein graues Papierstückchen auf ein farbiges von etwa derselben Helligkeit, so wird es nach kurzer Betrachtung die complementäre Farbe annehmen, viel auffallender erscheint dies jedoch, wenn wir über das Ganze ein weisses Seidenpapier breiten; es erscheint dann auf grünem Grunde das graue Papier lebhaft purpurroth, auf blauem Grunde gelb, auf rosenrothem grün u. s. w.

Sehr interessant sind auch die farbigen Schatten. Beleuchtet man eine weisse Wand durch eine Flamme, setzt man vor diese ein farbiges Glas, so dass die Wand in der Farbe des Glases erscheint, und wirft man dann durch Dazwischenhalten z. B. eines Bleistifts auf die Wand einen Schatten, so erscheint dieser grau, er wird aber sogleich die complementäre Farbe annehmen, wenn man ihn von der Seite her durch eine zweite Lichtquelle beleuchtet; der Schatten auf grünem Grunde erscheint roth, der auf blauem gelb, der auf rothem

grün; daneben zeigt sich der von der zweiten Lichtquelle entworfene Schatten, der von dem Lichte hinter dem Glase beleuchtet wird, in der Farbe des Glases. Wahrscheinlich sind Ihnen Allen die blauen Schatten bekannt, welche entstehen, wenn man, während es dämmt, eine Kerze anzündet. Diese wirft, wenn sie z. B. auf einem weissen Tischtuche steht, welches sie wegen der gelben Flamme des Lichtes gelb färbt, Schatten von Gegenständen, diese Schatten werden aber vom Tageslichte beleuchtet und erscheinen blau. So sieht man auch, wenn bei Mondschein Laternen angezündet sind, schöne blaue Schatten. Sie begreifen, dass diese Erscheinungen bei Zusammenstellungen von Farben von grosser Wichtigkeit sein können, will man nicht ganz unerwünschte Wirkungen erzielen.

Es erübrigt noch, die Ursachen aller dieser Erscheinungen anzugeben. Es wurde bereits erwähnt, dass die Empfindung den Reiz überdauert. Wenn wir also von einem Gegenstande ein Nachbild entwickeln, so entsteht dieses dadurch, dass die betreffenden Netzhautstellen den Reiz noch empfinden, nachdem wir die Augen schon geschlossen haben. Das dadurch entstandene Nachbild ist natürlich positiv. Hat aber das Licht längere Zeit eingewirkt, so sind an den getroffenen Netzhautstellen Veränderungen eingetreten, welche dieselben unempfindlicher gegen das Licht machen, und deshalb erhalten wir jetzt die entgegengesetzte Empfindung; statt hell sehen wir also dunkel. Das Nachbild ist negativ. Dasselbe, was für Weiss und Schwarz gilt,

hat aber auch für Farben Geltung, nur heissen jetzt die Gegensätze blau und gelb, purpur und grün, roth und blaugrün u. s. w. Eine von Blau längere Zeit beleuchtete Netzhautstelle empfindet jetzt nicht mehr Blau, sondern das Gegentheil, das ist Gelb u. s. w. Ich will diese Erklärungen nur andeutungsweise geben, und will Vieles des Vorgetragenen ganz unerklärt lassen, nachdem ich die Richtung angegeben, in welcher die Erklärung zu suchen ist. Ich will in dieser Beziehung absichtlich um so zurückhaltender sein, als sich jetzt zwei Theorien ziemlich schroff gegenüberstehen, von welchen die eine Ermüdung der Netzhaut, die andere chemische Vorgänge annimmt, da mir hier nicht der Ort zu sein scheint, mich für die eine oder die andere Theorie zu entscheiden.

II.

Wenn unsere Netzhaut durch irgend ein Bild, das von Gegenständen der Aussenwelt mit Hilfe des optischen Apparates im Auge, der Hornhaut und Linse, auf ihr entworfen wird, eine Erregung erfährt, so wird diese Erregung durch den Sehnerven zum Gehirne fortgepflanzt und dort zu unserem Bewusstsein gebracht. Das, was wir sehen, ist nicht das Object selbst, sondern das von ihm auf der Netzhaut entworfene Bild, welches wir erst durch eine psychische Thätigkeit auf ein Object beziehen müssen; wir müssen erst durch

Analogieschlüsse, die ganz unbewusst erfolgen, zu dem Urtheile kommen, dass einem bestimmten Netzhautbilde ein bestimmtes Object von bestimmter Eigenschaft an einem bestimmten Orte entsprechen müsse, weil in früheren Fällen demselben Bilde dasselbe Object mit denselben Eigenschaften bezüglich der Gestalt und des Ortes entsprach. Wenn wir auf der linken Hälfte unserer Netzhaut einen Gesichtseindruck erhalten, so wissen wir, dass derselbe nach allem unseren Erfahren kommen müsse von einem gegenüber, also rechts gelegenen Objecte, wir schliessen, dass rechts ein Object sich befinden müsse.

Ich habe schon in meiner ersten Vorlesung gesagt, dass wir diesen Schluss selbst dann zu machen gezwungen sind, wenn wir die Ueberzeugung haben, dass er unrichtig sei. Ich sagte, dass, wenn wir durch Fingerdruck auf das Auge die Netzhaut auf der linken Seite mechanisch reizen, wir immer eine Lichterscheinung rechts sehen, obwohl wir wissen, dass dort kein Object sich befindet, auf welches dieselbe bezogen werden könnte.

Die Deutung dessen, was wir sehen, ist also auf Erfahrung und Einübung basirt, und es ist sehr schwer zu entscheiden, was wir, unabhängig von diesen, unmittelbar durch die Empfindung erfahren. Forscher von grossen Namen haben in dieser Beziehung sehr verschiedene Ansichten, und es stehen sich noch heute die empiristische Theorie, welche dem Einflusse der Erfahrung den grössten Spielraum lässt, und die nati-

vistische Theorie, welche gewisse elementare Anschauungen, namentlich der Raumverhältnisse, für angeboren hält, schroff gegenüber. Wir werden darüber nicht entscheiden, es ist aber wohl als zweifellos anzunehmen, dass eine Reihe von Wahrnehmungen nur durch den Einfluss der Erfahrung zu Stande kommen.

Sehr lehrreich sind in dieser Beziehung die Beobachtungen, welche an Blindgeborenen, die später ihr Sehvermögen wieder erlangten, gemacht wurden. Es waren dies zumeist Leute, die einen grauen Staar von Geburt an besaßen, oder deren Pupille in frühester Jugend durch ein entzündliches Leiden verschlossen wurde, und die später durch eine Operation wieder zum Sehen gelangten. Sie waren also nicht vollständig blind, sondern unterschieden noch Licht und Dunkel und konnten auch urtheilen, von welcher Seite her das Licht kam, hatten also schon einen gewissen Grad von Sehvermögen, der uns aber nicht abhalten wird, sie für blind zu halten. Solche Leute wissen anfänglich mit dem, was sie sehen, nichts anzufangen. Sie erkennen die Gegenstände erst, wenn sie dieselben gleichzeitig betasten, sie haben keine Idee von der Grösse, von der Entfernung der Gegenstände, ebensowenig von der Form oder Farbe. Wenn einem solchen Operirten (um mich auf bestimmte Fälle zu beziehen) z. B. ein Schlüssel und ein silbernes Kästchen in die Hände gegeben wurde, erkannte er sie bei geschlossenem Auge sehr gut, als man sie ihm jedoch nebeneinander auf

den Tisch legte, wusste er nicht, welches der Schlüssel und welches das Kästchen sei, ebensowenig wurde eine Kugel und ein Würfel erkannt. Hatte man ihm Pferde und Wagen in der Nähe gezeigt, hielt er sie vom zweiten Stockwerke aus gesehen für Hunde, die an Schiebkarren gespannt sind. Bilder wurden für die Gegenstände selbst gehalten, und später entstand grosse Verwunderung darüber, dass sie sich nicht wie diese anfühlen liessen. Für Entfernung der Gegenstände fehlten alle Begriffe, Viele gaben an, dass die Gegenstände ihr Auge zu berühren scheinen, hielten auch später ferne Gegenstände für zu nahe u. s. w.

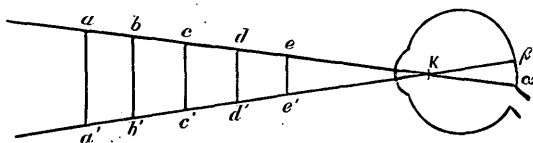
In einem Falle, in welchem ein Auge operirt war und sehen gelernt hatte, konnte das zweite später operirte Auge bei verbundenem ersten die Gegenstände sogleich richtig erkennen. Ganz ähnlich entwickelt sich das Sehen beim neugeborenen Kinde, nur viel langsamer. In den ersten sechs Tagen nach der Geburt sind die Augenbewegungen wie die der Hände höchst ungeordnet. Ein räumliches Sehen soll nach drei Wochen noch nicht vorhanden sein; Lidschluss auf plötzliche Annäherung der Hand gegen die offenen Augen soll nicht vor Ende der ersten zwei Monate erfolgen. Diese von Preyer stammenden Angaben haben zwar von manchen Seiten Einwendungen erfahren, doch wissen wir auch ohne darauf gerichtete wissenschaftliche Untersuchungen, dass die Kinder erst sehen lernen müssen, dass sie nach dem Monde greifen, Personen erst mit der Zeit wieder erkennen u. s. w.

Diesen Erfahrungen entgegen stehen nur die Beobachtungen, dass viele Thiere sogleich, wenn sie eine Thätigkeit zu äussern im Stande sind, es in zweckmässiger Weise thun, dass ein aus der Puppe gekrochener Schmetterling sogleich zu fliegen beginnt, dass ein aus dem Ei gekrochenes Hühnchen sogleich nach dem Futter pickt und viele ähnliche. Man muss bei diesen wohl gewisse Fähigkeiten des Sehens als angeboren zugeben, es fragt sich aber, ob man daraus auf analoge Verhältnisse beim Menschen schliessen darf. Es sei dem jedoch wie ihm wolle, gewiss ist es, dass es zur Verwerthung unserer Gesichtsempfindungen in den meisten Fällen der Verstandesthätigkeit, der Erfahrung bedarf, um sich eine richtige Vorstellung des Gesehenen zu bilden, wobei immerhin zugegeben werden kann, dass Manches auf unmittelbarer sinnlicher Anschauung beruhe. Sobald wir aber, unbewusst oder mehr oder weniger bewusst, Schlüsse ziehen, werden wir auch die Möglichkeit von Fehlschlüssen zugeben müssen, die dann zu Irrthümern in der Deutung des Gesehenen führen, zu optischen Täuschungen, über welche wir ja sprechen wollen.

Wenn wir ein einfaches Object, z. B. eine kreisrunde weisse Scheibe betrachten, so werden wir unsere Augen oder vielmehr das eine unserer Augen, denn ich werde vorläufig stets von dem Sehen mit einem Auge sprechen, so darauf richten, dass das Bild der Scheibe gerade an der empfindlichsten Stelle der Netzhaut, im sogenannten gelben Flecke entworfen wird.

Wir erhalten dann die Empfindung eines kreisrunden weissen Fleckes, den wir, da wir Alles, was wir sehen, als von der Aussenwelt kommend betrachten, in diese verlegen; wir wissen von ihr, dass sie von einem kreisrunden und weissen Objecte herrühren, mehr jedoch nicht. Wir wissen z. B. nicht, wie gross dieses ist, und auch nicht, wie weit es entfernt ist, denn verschieden grosse und verschieden weit entfernte Scheiben aa' , bb' , cc' , dd' , ee' können ganz das gleiche Bild $\alpha \beta$ auf der Netzhaut entwerfen. Wir wissen auch nicht, ob das,

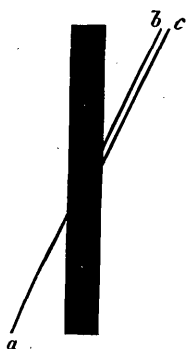
Fig. 2.



was wir sehen, ein Object von zwei oder von drei Dimensionen, ob es eine Fläche oder eine Kugel ist, denn der Schatten, den eine Kugel besitzen muss, könnte ja durch Bemalung einer Fläche imitirt sein. Ich weiss also nur, dass der Gegenstand sich gerade vor mir in der sogenannten Visirlinie befindet. Bringen wir nun eine zweite Scheibe rechts von der weissen, die wir stets fixiren, an, so wird von dieser links von der Stelle des directen Sehens ein Bild auf der Netzhaut entworfen und daher auf ein rechts von der weissen befindliches Object bezogen, während wir ein

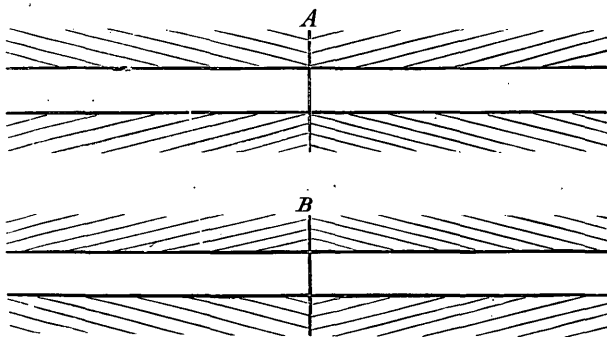
rechts auf der Netzhaut empfundenes Bild auf einen links befindlichen Gegenstand beziehen würden. Ebenso können wir uns Scheiben oben und unten angebracht denken, die sich dann unten, respective oben auf der Netzhaut abbilden würden. Wir werden sie alle auf eine ebene Fläche beziehen, obwohl sie in verschiedenen Entfernungen liegen könnten. Wir sehen also, dass wir auf diese Weise eine Anschauung von der Lage der Objecte in unserem Gesichtsfelde bekommen. Wenn wir nun wissen wollen, wie weit die Scheibe, welche rechts liegt, von der centralen entfernt ist, werden wir unser Auge nach rechts drehen und werden dazu eine gewisse Anstrengung unserer Augenmuskeln, welche diese Drehung vermitteln, ins Werk setzen. Durch Uebung werden wir wissen, welcher Länge einer Linie diese Drehungsanstrengung entspricht, wir werden dann das Auge nach links wenden und die Grösse der Strecke abschätzen, welche zwischen der centralen und der links gelegenen Scheibe gelegen ist, und können nun beurtheilen, wie sich diese Strecken bezüglich ihrer Grösse zu einander verhalten. Dies thun wir mit Hilfe des sogenannten „Augenmaasses“. Dieses unterliegt aber mehrfachen Täuschungen. So sehen wir z. B. von gleich langen verticalen und horizontalen Linien die ersteren länger, wahrscheinlich weil wir gewohnt sind, auf dem schief vor unseren Augen liegenden Papiere die senkrechten Linien in perspectivischer Verkürzung zu sehen. Wenn man ein Quadrat nach dem Augenmasse zeichnet, so macht man gewöhnlich die Höhe zu

Fig. 3.



niedrig. Ich will jedoch hier gleich bemerken, dass diese Täuschungen, wie alle in der Folge aufzuführenden, nicht für alle Augen in gleichem Grade bestehen. Ob zwei Linien parallel sind, beurtheilen wir mit ziemlicher Sicherheit, indem wir successive die Abstände ihrer einzelnen Punkte beurtheilen, ebenso Winkel, deren Schenkel parallel verlaufen; ziehen aber die Schenkel den Winkel nicht parallel, ist unser Augenmass sehr unsicher. So sollen, wenn man eine horizontale Linie durch eine verticale durchkreuzt, so dass vier

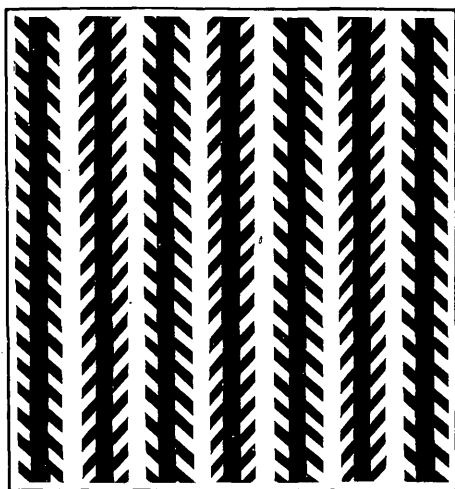
Fig. 4.



rechte Winkel entstehen, dem rechten Auge der rechts oben und der links unten liegende Winkel wie stumpfe erscheinen, die beiden anderen wie spitze, mit dem

linken Auge jedoch umgekehrt. Ich selbst sehe keinen wesentlichen Unterschied. Im Allgemeinen können wir sagen, dass wir spitze Winkel gewöhnlich für grösser halten, als sie wirklich sind. Zieht man durch eine dicke senkrechte Linie eine sehr schräge dünne (Fig. 3), so scheinen die beiden getrennten

Fig. 5.



Stücke der letzteren nicht derselben Linie anzugehören, da die beiden spitzen Winkel zu gross taxirt werden. Wir halten die Linie *a c* für zusammengehörig, während es doch *a b* ist. Auf derselben Ueberschätzung beruht die auffallende Täuschung in der Fig. 4. Die Horizontallinien sind vollständig parallel, scheinen aber

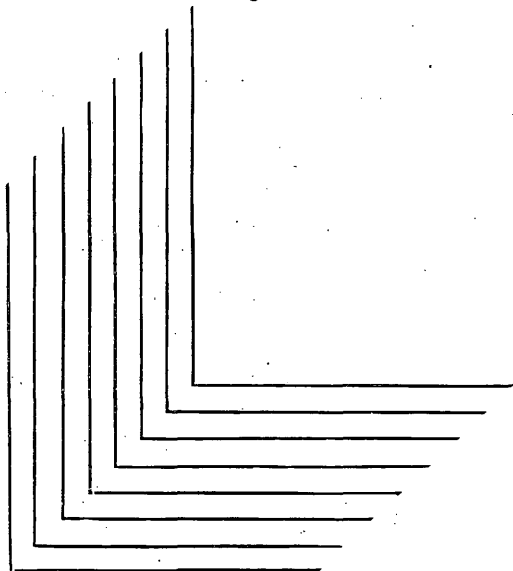
in *A* in der Mitte auseinanderzuweichen, in *B* x-förmig sich einander zu nähern.

Zu vielen Controversen hat Figur 5, das sogenannte „Zöllner'sche Muster“ geführt. Die senkrechten

Fig. 6.



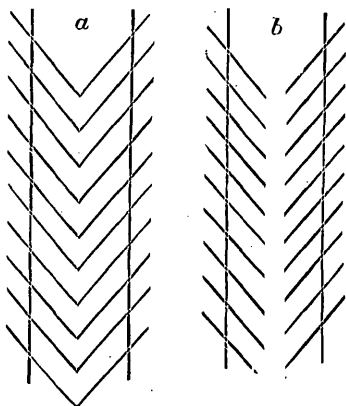
Fig. 7.



Linien sind genau parallel, durch unrichtige Taxirung der Winkel, die sie mit den schiefen Linien bilden, jedoch sind sie scheinbar gegen einander convergirend oder divergirend. In neuerer Zeit ist noch auf einen anderen Umstand aufmerksam gemacht

worden. Zeichnet man eine Anzahl gleich grosser Winkel mit parallelen Schenkeln hintereinander (Fig. 6 und 7), so scheinen die unteren Winkel grösser als die oberen, man meint, die Winkel, welche etwas einschliessen, seien grösser als die äusseren. Lässt man die Scheitel der Winkel weg und zieht die verticalen Linien (Fig. 8), dann hat man jedoch das Zöllner'sche Muster.

Fig. 8.

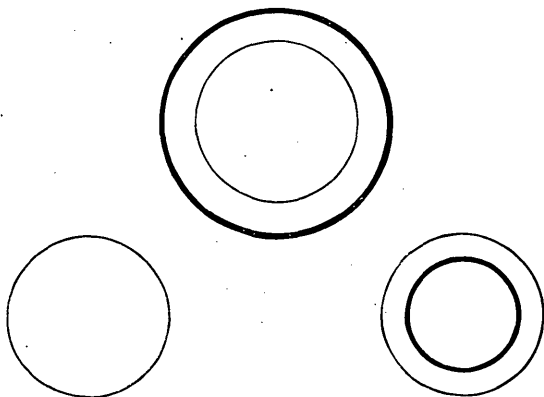


Es gibt aber auch Täuschungen, die darauf beruhen, dass das Eingeschlossene grösser erscheint als das Einschliessende. Zeichnet man mit demselben Radius drei Kreise und um einen derselben einen grösseren, in den anderen einen concentrischen kleineren (Fig. 9), so erscheint der umschlossene auffallend grösser als der einschliessende, offenbar deshalb, weil wir unsere Aufmerksamkeit auf

den von beiden Kreisen gebildeten Ring lenken, von denen der eine allerdings grösser ist als der andere.

Viele Täuschungen beruhen darauf, dass eine getheilte Raumgrösse grösser erscheint als eine unge-

Fig. 9.



theilte. Gleichlange Stücke einer Linie scheinen ungleich, wenn die eine Hälfte getheilt ist (Fig. 10). Ebenso

Fig. 10.



erscheint ein Winkel, der in mehrere kleinere getheilt ist, grösser als ein gleich grosser ungetheilter (Fig. 11). Von zwei Quadraten, die aus parallelen, horizontalen und verticalen Linien gebildet werden, erscheint das erstere höher, das letztere breiter (Fig. 12).

— 495 —

Fig. 11.

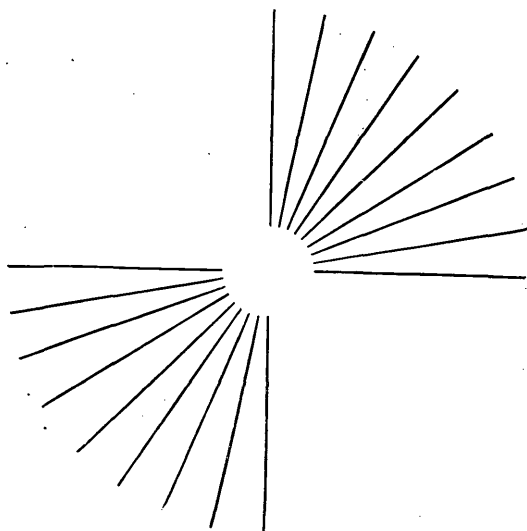
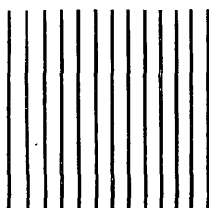
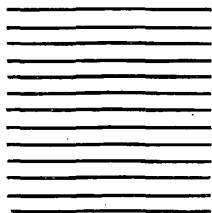


Fig. 12.



Helmholtz erklärt hieraus, dass ein leeres Zimmer kleiner aussieht als ein möblirtes, sowie dass eine mit einem Tapetenmuster bedeckte Wand grösser erscheint als eine einfarbig angestrichene. Das ist richtig. Für nicht richtig halte ich aber seinen Ausspruch: Damenkleider mit Querstreifen lassen die Figur höher erscheinen. Bekanntlich ziehen gerade Damen, welche Ursache haben, höher, das ist schmaler erscheinen zu wollen, längsgestreifte Kleider an, und wir verwenden senkrecht gestreifte Tapeten, wenn wir ein Zimmer wollen höher erscheinen lassen. Ich meine, dass uns die verticalen Streifen unwillkürlich zur Aufmerksamkeit auf die Längsachse des Körpers zwingen, gleichsam als wollten wir diese mehrmals unterstreichen, wie wir es bei einem Worte thun, das wir besonders hervorheben wollen.

Helmholtz zieht hieher auch den Scherz, dass man die Höhe eines Cylinderhutes an der Wand vom Fussboden ab anzeigen lässt; man schätzt in der Regel anderthalbmal zu hoch. Man macht aber den Fehler nicht, wenn man nicht vom Fussboden, sondern z. B. von der Platte eines an der Wand stehenden Tisches messen lässt; es dürfte also die perspective Verkürzung beim Nachuntersuchen die Ursache des Fehlers sein.

Täuschen können wir uns bei zwei Linien, die in geringem Grade divergiren oder convergiren und von denen die eine z. B. senkrecht steht, wenn wir beurtheilen sollen, welche von beiden die senkrechte ist. Wenn man von Tullnerbach nach Pressbaum fährt, so

steht kurz vor der letzteren Station, wo das Thal eine Biegung macht, am Abhange ein Wächterhaus. Dieses scheint deutlich schief zu stehen, als ob es in das Thal hinabfallen wollte. In Wirklichkeit steht es senkrecht, aber die Waggonen laufen schief, da wegen der scharfen Curve das im Bogen innere Geleise tiefer liegt. Wir meinen jedoch unverändert vertical zu sitzen und verfallen daher jener Täuschung.

Auch bei horizontalen Linien kommt diese Täuschung vor. In sehr schöner Weise beobachtete ich sie in der Umgebung von Teplitz. Aus einem Bache wird in einem gemauerten Graben, dessen eine Mauer die Einfassung der Strasse bildet, Wasser in eine Fabrik geleitet. Die Mauer, also der Graben, ist sehr lang und es senkt sich dort allmähig die Strasse. Führt man nun im Wagen, so merkt man diese Senkung nicht, sondern glaubt vielmehr, die Mauer steige in der Richtung des Wagens an; dadurch entsteht aber die sehr frappirende Täuschung, dass das Wasser nach aufwärts fiesse, und man kann dieselbe trotz allen Raisonnements nicht los werden, da beim Weiterfahren die Mauer immer höher wird.

Ich will nicht von den Fehlern sprechen, die wir beim indirecten Sehen begehen. Es erscheinen die Linien in der Peripherie des Gesichtsfeldes gebogen. Blickt man die Kante eines Lineals an, das man horizontal und nach abwärts ansieht, so scheint sie uns nach unten concav, dagegen convex, wenn wir das Lineal oberhalb unsere Augen halten.

Wir haben uns bisher nur mit Objecten beschäftigt, die in einer beliebigen Entfernung in einer ebenen Fläche angeordnet sind. Wenn wir aber die Entfernung eines Gegenstandes, seine Grösse und seine körperlichen Dimensionen beurtheilen wollen, so geschieht dies nur auf sehr complicirte Weise, durch eine Menge von einzelnen Momenten, die das Product der Erfahrung sind.

Die Entfernung eines Gegenstandes beurtheilen wir zum Theile durch unsere Accommodation und beim Sehen mit beiden Augen durch unsere Convergenz. Wir wissen, dass wir, wenn wir z. B. ein normalsichtiges Auge als Basis unserer Betrachtung nehmen, unsere Accommodation ruhen lassen, und dass wir, je näher ein fixirter Gegenstand liegt, sie desto stärker in Thätigkeit setzen. Dies geschieht jedoch ganz unwillkürlich und eigentlich bewusst werden wir uns der Accommodationsanstrengung nur, wenn diese geschwächt ist, oder wenn sie in absolut hohem Grade gefordert wird.

Wenn wir mit beiden Augen sehen, so müssen wir die optischen Axen unserer Augen in dem fixirten Objecte kreuzen; das geschieht durch gewisse Muskeln, die sich aussen am Augapfel befinden und deren Zusammenziehung wir bis zu einem gewissen Grade fühlen. Je näher das fixirte Object liegt, desto mehr müssen wir diese Convergenzmuskeln wirken lassen, und auch daraus werden wir unbewusst Schlüsse auf die Entfernung der Objecte ziehen.

Von viel grösserem Werthe wird uns aber bei Beurtheilung von Entfernungen die Durchmusterung der Strecke sein, die zwischen uns und dem zu fixirenden Objecte liegt. Ist diese aus irgend einem Grunde unserer Beurtheilung entzogen oder handelt es sich um Ebenen, welche keine Merkzeichen besitzen, die uns als Anhaltspunkte dienen, so werden wir leicht grosse Fehler begehen.

Noch wichtiger ist uns die scheinbare Grösse von Objecten, deren wirkliche Grösse uns bekannt ist. Derselbe Gegenstand, aus verschieden grosser Entfernung gesehen, gibt verschieden grosse Netzhautbilder und erscheint also unter verschiedenen Gesichtswinkeln. Da wir aber z. B. die wirkliche Grösse eines Menschen, eines Baumes, eines Hauses kennen, so werden wir aus der scheinbaren Grösse, in welcher wir ihn sehen, auch die Entfernung schätzen können, in der er sich befindet; umgekehrt werden wir auch aus der Entfernung, wenn diese uns bekannt ist, Schlüsse über die unbekannte Grösse des Gegenstandes ziehen.

Zahlreiche optische Täuschungen haben hierin ihren Grund. Man wird z. B. eine Heerde Rinder leicht für eine Schafheerde halten, wenn man die Wiese, auf welcher sie weiden, für ferner hält, als sie wirklich ist. Ich entsinne mich noch lebhaft einer Täuschung, der ich vor Jahren unterlag. Aus dem oberen Stockwerke des Palais Montenuovo sah ich ein Gerüste, welches über die Dächer des Schottenhofes hervorragte. Ich schloss daraus, dass man dort einen Kamin baue.

Da dies meist um Mittag geschah, so befanden sich keine Leute auf dem Gerüste. Einmal beobachtete ich zu einer anderen Stunde und sah arbeiten — nun war es mir plötzlich klar, was ich gesehen: es waren die Thürme der Votivkirche, die damals gebaut wurden. In diesem Falle entstand die Täuschung durch die Unkenntniss der Entfernung und des dazwischen liegenden Terrains. Kennt man die Entfernung, so kann man sich in der Grösse der Objecte täuschen. Auffallend ist dies, wenn man sich etwas Atropin in ein Auge einträufelt, das die Accommodation lähmt, aber man muss so wenig einträufeln, dass diese Lähmung eine unvollkommene ist, dass man, wenn auch mit Anstrengung, noch zu lesen vermag; dann erscheinen alle Buchstaben viel kleiner als mit dem anderen. Warum? Bekannt ist mir die Grösse des Netzhautbildes der Buchstaben, die auf beiden Augen eine gleiche ist. Ich weiss aber, wenn ich eine so grosse Accommodationsanstrengung machen muss, wie es hier der Fall ist, dann muss das Buch viel näher liegen, dann müssen aber auch die Buchstaben kleiner sein, sonst müssten sie grössere Bilder auf der Netzhaut entwerfen. Ich täusche mich also hier über Entfernung und über die Grösse, obwohl mir beide bekannt sind, weil das normale Verhältniss zwischen Accommodation und der ersteren gestört ist.

Ich täusche mich aber auch über die Entfernung, wenn ich z. B. die Grösse des Objectes rasch ändere. Ich höre noch den Schrei der Angst aus hunderten von Kinderkehlen bei Gelegenheit einer Production mit

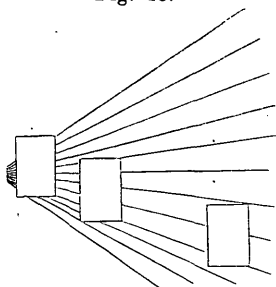
einer Zauberlaterne. Auf der Leinwand, die an Stelle des Theatervorhanges gespannt war, erschien ein kleiner Löwenkopf, durch Zurückschieben der Laterne wurde er immer grösser und grösser und machte so den frappirenden Eindruck, als ob er mit rasender Schnelligkeit näher käme. Der Eindruck ist derselbe, den man erhält, wenn man die Stirnseite eines Locomotives fest fixirt, während dasselbe ziemlich gerade auf den Beobachter, der im Nebengeleise steht, zufährt; man erkennt dann die Annäherung aus der raschen Vergrösserung des Netzhautbildes.

Auf das Leichteste lassen wir uns über Entfernungen durch optische Instrumente täuschen. Durch ein Fernrohr erhalten wir grössere Netzhautbilder, doch beachten wir dies nicht, sondern halten nur die gesehenen Gegenstände für näher, obwohl wir wissen, dass dies nicht der Fall ist.

Von grosser Wichtigkeit für die Beurtheilung der Tiefendimensionen ist die Perspective. Da jeder entfernte Gegenstand ein kleineres Netzhautbild entwirft als ein näher gelegener von gleicher Grösse, so werden zwei parallele auf den Fussboden gezeichnete Linien zu convergiren scheinen, da der Abstand derselben ein um so kleineres Bild auf der Netzhaut erzeugt, je ferner er ist. Ein Quadrat erscheint daher als Trapez, wenn ich es nach hinten neige oder in eine Ebene mit dem Fussboden bringe, denn die obere, jetzt hintere Seite ist weiter vom Auge entfernt als die untere, jetzt vordere. Jede Linie, welche ich in einer parallel der Ge-

sichtsfläche gedachten Ebene sehe, erscheint aber verkürzt, sobald ich sie aus dieser Lage bringe, denn ihre beiden Endpunkte liegen dann im Netzhautbilde näher aneinander, wie eine einfache Construction ergibt. Daraus ergibt sich die perspectivische Form der Körper, wie sie uns die Maler darstellen, und wir werden uns von ihr täuschen lassen, wenn wir ein Gemälde betrachten, wir werden es körperlich zu sehen vermeinen und

Fig. 13.



werden diese Täuschung so lange behalten, so lange wir denselben Standpunkt festhalten. Doch davon später.

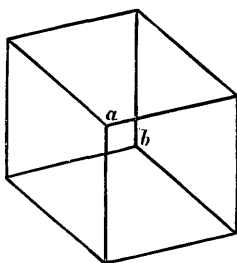
Die perspectivischen Formen der Gegenstände sind uns so geläufig, dass wir uns täuschen lassen, wenn wir sie zu Gesichte bekommen, ohne dass sie auf ge-

wohnnte Weise zu deuten sind. In der Hinterbrühl befindet sich eine künstliche Ruine (ich habe sie das „Fexierwandel“ nennen hören), welche nur aus einer Mauer besteht, deren oberer Rand in der Mitte niedriger und horizontal ist, während die anschliessenden Seiten gegen die Enden zu immer höher werden. Man erhält von der Ferne vollkommen den Eindruck, als ob man in einen von drei Mauern begrenzten rechteckigen Raum mit fehlender vorderer Seite hineinsehen würde, da die wirkliche Form der Mauer eine ganz ungewöhnliche ist.

Sehr nett ist beistehende von Bezold angegebene Figur. Man zeichnet drei vollkommen gleich grosse Rechtecke, die auch so lange als gleich gross erscheinen, als man nicht eine Anzahl nach einem Punkte convergirende Linien hindurchzieht. Dann erhält man den Eindruck einer perspectivischen Zeichnung, was sie gar nicht vorstellen soll, und nun erscheint das rechts gelegene Rechteck viel kleiner als das links gelegene. Diese Täuschung besteht unverändert fort, auch wenn wir wissen, dass wir uns nichts Perspektivisches vorzustellen haben. Das Ganze sieht trotzdem wie ein Scherz aus. Denn wenn mir Jemand einen Kreis im Innern so gut schattirt, dass er den Schatten einer Kugel hat, werde ich mich von der Täuschung nicht losmachen können, wenn man mir auch sagt, man habe nur eine ebenso schattirte Fläche darstellen wollen, und keine Kugel, und dasselbe gilt von allen Gemälden von denen ich mir nicht weismachen lasse, der Maler habe damit nur eben eine Leinwand, die mit Farben beklebt ist, zur Anschauung bringen wollen.

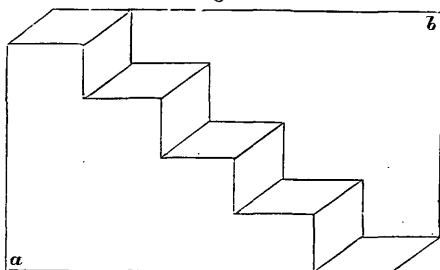
Interessant ist es, dass es Bilder gibt, die eine verschiedenartige Deutung zulassen. Betrachten wir z. B. die als Netz gezeichneten Contouren eines Würfels (Fig. 14),

Fig. 14.



so können wir abwechselnd die Ecke *a* oder *b* uns zugewendet oder abgewendet denken. So können Sie auch die beistehende Figur sich entweder als eine Treppe denken, aber auch als ein überhängendes Mauerstück, das treppenförmig endet. Gewöhnlich verfallen wir auf die erstere Deutung, weil sie uns die geläufigere ist. Auch bei körperlichen Objecten können wir derartige Umkehrungen beobachten. Eine sehr schöne, jetzt leider nicht mehr zu beobachtende, habe ich auf dem

Fig. 15.



äusseren Burgplatze gesehen, bevor der Bau der neuen Burg begann. Ging man gegen Abend an dem längs der Albrechtsrampe führenden Wege aus der Stadt heraus, so hob sich das Monument des Prinzen Eugen in der Abenddämmerung nur als Silhouette gegen den Himmel ab. Man kam da zu einer Stelle, wo die beiden Vorderfüsse des sich aufbäumenden Rosses so hinter einander zu liegen kamen, dass man nur einen sah. Nun konnte man sich einbilden, der rechte Fuss des Reiters sei der zweite Fuss des Pferdes; wie diese Auf-

fassung platzgriff, drehte sich sogleich der edle Ritter um und kehrte die Rückseite dem Volksgarten zu; huldigte man der anderen, richtigen Auffassung, so war auch alsbald die correcte Stellung der Figur vorhanden. Auch eine Windmühle kann ich in der Dämmerung ihre Flügel bald links, bald rechts drehen lassen, je nachdem ich sie vor oder hinter die Mühle verlege.

In ähnlicher Weise kommt eine Umkehrung der Reliefs zu Stande, wenn man z. B. eine Münze, eine erhabene oder vertiefte Verzierung einer Fläche, ein Petschaft u. dgl. durch eine stärkere Convexlinse betrachtet, die man so weit entfernt hält, dass das Bild ein umgekehrtes wird. Es wird dann aus einer Matrize eine Patrize, das, was vertieft ist, erscheint erhaben und umgekehrt. Dies hat aber einen anderen Grund. Fällt das Licht von links ein, so wird eine Erhabenheit das Licht links haben und der Schatten wird rechts liegen; bei einer Vertiefung liegt der Schatten rechts und das Licht links. Mache ich nun das Bild zu einem verkehrten, während doch die Lichtquelle unverändert auf derselben Seite bleibt, so muss ich, wenn ich den Schatten richtig deute, unwillkürlich zu einer falschen Auffassung kommen. Es gelingt das Experiment nicht Jedermann gleich zum ersten Male, und es eignet sich eine ziemlich erhabene Prägung dazu besser, doch kann auch ein Kreuzer oder ein Guldenstück genügen. Aber auch an Zeichnungen kann man derartige Umkehrungen sehen, und zwar ohne Convexglas. Ich reiche eine Photographie eines Stückes Chagrinleder herum.

Betrachten Sie es bei einer beliebigen Haltung, sie sehen es als das, was es vorstellen soll; drehen Sie aber um 180^0 herum, so wird aus jeder Erhabenheit eine Vertiefung, weil jetzt der Schatten auf einer anderen Seite liegt. Doch bleibt diese Täuschung nicht immer bestehen, kann aber auch andererseits ohne Umdrehung eintreten, wenn man sich lebhaft vorstellt, was man zu sehen wünscht.

Sehr viel zu richtiger Deutung eines gesehenen Körpers dient auch sein Schlagschatten; wir werden deshalb eine Landschaft bei Morgen- oder Abendbeleuchtung viel plastischer sehen, wir werden uns also von einer solchen Darstellung viel leichter eine Wirklichkeit vortäuschen lassen.

Von besonderer Wichtigkeit ist auch die Luftperspective, worunter wir die Trübung und Farbenveränderung des Bildes ferner Objecte verstehen, welche durch die unvollkommene Durchsichtigkeit der vor ihnen liegenden Luftschicht bedingt wird. Je ferner ein Gegenstand ist, durch eine desto dickere solche Luftschicht sehen wir ihn, und je trüber wir ihn sehen, für desto ferner halten wir ihn. Ueberhaupt halten wir jeden Gegenstand für um so näher, je heller beleuchtet und je schärfer contourirt wir ihn sehen. So halten wir die Entfernungen auf hohen Bergen für geringer, weil die Luft dort viel reiner ist, und wir halten den Mond, wenn er nahe dem Horizonte ist, für grösser, weil wir ihn für entfernter halten, als wenn er höher steht, da sein Netzhautbild in beiden Fällen ein gleich grosses

ist — also von einem grösseren, wenn fernerem Objecte herrühren muss.

Ob man ein Gemälde vor sich hat oder einen Körper, darüber kann man sich leichter beim Sehen mit einem Auge täuschen lassen, wenn man seinen Standpunkt nicht verrückt, als wenn man von verschiedenen Seiten beobachtet oder mit beiden Augen sieht. Nichts ist wichtiger für die Beurtheilung der Tiefendimensionen, als dass man durch Bewegung des Körpers und des Kopfes verschiedene Ansichten des Objectes bekommt; in den meisten Fällen genügen die beiden Ansichten, welche man durch beide Augen erhält, die im Sensorium vereinigt werden und uns das nicht zu missdeutende Bild der Körperlichkeit vermitteln. Wenn Sie bei unverrücktem Kopfe etwas betrachten, und zwar abwechselnd mit einem und dem anderen Auge, so werden Sie bei einiger Aufmerksamkeit finden, dass die Bilder, welche Sie erhalten, trotz des geringen Abstandes beider Augen von circa 60 Millimeter sehr verschieden sind. Sie sehen z. B. mit einem Auge einen Kasten gerade nur von vorne, mit dem anderen auch ein Stück der Seitenwand, ein Sessel, dessen eine Lehnen-ecke mit einem Auge gerade mit dem Schlüssellocke des Kastens zusammenfällt, steht mit dem anderen bedeutend weiter nach rechts oder links u. s. w. Fertigt man nun von einem Gegenstande zwei Bilder, die genau diesen Bildern beider Augen entsprechen, naturgetreu, z. B. auf photographischem Wege, an und hält nun vor jedes Auge das betreffende Bild in angemessener Entfernung,

so erhält man den Eindruck des Körperlichen, wohl die schönste optische Täuschung, von der es jedoch genügen mag, sie hier genannt zu haben, da gewiss jeder von Ihnen schon durch ein Stereoskop gesehen hat. Wollte ich ausführlicher über den Gegenstand sprechen, so müsste ich ihn wohl zum Thema eines getrennten Vortrages machen.

Wir haben bisher alle Objecte als ruhig stehend angenommen. Bewegt sich das Bild eines Gegenstandes, während wir das Auge ruhig halten, über unsere Netzhaut, so werden wir daraus schliessen, dass sich der Gegenstand selbst bewege, und wenn wir ihn fixiren, d. h. sein Bild auf der Stelle des „gelben Fleckes“ festhalten wollen, so müssen wir, wissentlich oder unwissentlich, das Auge oder die Augen mitbewegen. Wir werden also zweitens auf die Bewegung eines Objectes schliessen, wenn wir, um es zu fixiren, Augenbewegungen vornehmen müssen. Auch hier unterliegen wir mannigfachen Täuschungen. Wenn wir ein Auge schliessen und das andere dadurch aus seiner Stellung rücken, dass wir z. B. einen Zug an den Lidern ausüben, so macht der fixirte Gegenstand scheinbar eine Bewegung. Ueben wir diesen Zug rasch nach einander wiederholt aus, oder machen wir rasche Wackelbewegungen mit dem Kopfe, so macht der Gegenstand ruckweise, zitternde Bewegungen. Es gibt angeborene oder vielmehr in frühester Jugend erworbene Krankheitszustände, durch welche die Augen zeitlebens continuirlich kleine

Bewegungen machen, das sogenannte Augenzittern, Nystagmus. Sonderbarer Weise sehen solche Leute die Gegenstände vollkommen ruhig, offenbar dadurch, weil sich bei ihnen nicht der unbewusste Schluss bildet, dass das Wandern des Bildes über die Netzhaut eine Bewegung des Objectes bedeutet. Ist aber dieser Schluss, wie bei jedem Menschen, einmal zur Gewohnheit geworden, und entwickelt sich das Augenzittern erst später, so sind auch die Scheinbewegungen der Objecte vorhanden. In sehr lästiger Weise für die Befallenen zeigt sich das bei Kohlenwerksarbeitern, namentlich solchen, die lange Zeit in der Nähe von Erdbränden gearbeitet haben. Bei diesen tritt, sobald sie eine Lichtflamme, den Mond, ein erleuchtetes Fenster, ja einen weissen Stein am Wege betrachten, das Augenzittern ein, und alsbald ist Alles, was sie anblicken, in tanzender Bewegung, so dass sie Abends nicht allein gehen können und unfähig werden, in der Grube zu arbeiten.

Das Mass der Willensanstrengung, das wir aufwenden, um der Bewegung eines Gegenstandes zu folgen, gibt uns ein Urtheil über die Richtung, die Strecke der Bewegung. Ist ein Muskel theilweise gelähmt, so dass wir eine Bewegung noch ausführen können, aber nur mit grösserer Anstrengung, so gerathen wir in Irrthum über die wirkliche Lage des Gegenstandes, wir halten ihn für viel weiter abliegend, als dies der Fall ist. Ist z. B. derjenige Muskel gelähmt, welcher das linke Auge schläfenwärts dreht, und lassen wir bei geschlossenem rechten Auge ein Object, das links ist,

z. B. einen Finger, fixiren und weisen wir den Kranken an, mit seinem Zeigefinger den fixirten Finger zu berühren, so greift er regelmässig zu weit nach links, bis er gelernt hat, den Fehler zu corrigiren, sowie man auch auf einer nach einer Seite abfallenden Kegelbahn lernen kann, richtig zu schieben.

Interessant sind die Erscheinungen, die dadurch entstehen, dass man darüber sich täuscht, welcher von zwei Gegenständen sich bewegt und welches die Richtung der Bewegung ist.

Sieht man z. B. aus dem Fenster eines Eisenbahnzuges eine Weile auf dicht an der Bahn befindliche Gegenstände, so scheinen sich diese in der entgegengesetzten Richtung zu bewegen, und zwar um so schneller, je näher sie sind. Blickt man dann plötzlich z. B. auf den Boden des Waggons, so scheint dieser, obwohl er relativ ruhig ist, sich in der Richtung des Zuges rasch zu bewegen.

Dreht man sich rasch einige Male um seine eigene Axe, aber mit offenen Augen, so scheinen sich die Objecte noch eine Zeitlang in der Richtung fortzubewegen, in der man sich gedreht hat.

Lässt man eine Scheibe, auf der eine Spirale gezeichnet ist (Fig. 1), eine Zeitlang rotiren, so erhält man den Eindruck, dass dieselbe sich zusammenziehe oder ausdehne; hält man dann rasch an, so glaubt man eine Bewegung in entgegengesetzter Richtung zu sehen, also ein Zusammenziehen, wenn sie sich ausgedehnt, und umgekehrt. Da man in allen diesen Fällen nur durch

Bewegungen der Augen fixiren musste, so dauern diese Bewegungen noch eine Zeitlang an, wenn das fixirte Object bereits in Ruhe ist.

Blickt man längere Zeit auf die stürzenden Massen eines Wasserfalles und dann auf die seitlich gelegenen ruhenden Partien, so scheinen diese in raschem Aufwärtsbewegen zu sein.

Sitzt man in dem Aussichtswagen eines Eisenbahnzuges und betrachtet die Berge, von denen man sich entfernt, so scheinen sie näher heranzurücken, wenn der Zug plötzlich anhält.

Geht man auf einem Balken über einen schnell fliessenden Bach, muss man es vermeiden, auf das Wasser zu sehen, da man sonst leicht eine Scheinbewegung des Balkens wahrnimmt und das Gleichgewicht verliert.

In der Cajüte eines Schiffes kann man leicht zu der Täuschung gelangen, dass die Lampe, welche in ihrem Kugelgelenke das einzig ruhige ist, sich bewege und die Cajüte stillstehe. Bekannt sind die Täuschungen, die man hat, wenn man von einer Brücke auf ein schnell fliessendes Wasser sieht: man hält nach einiger Zeit das Wasser für ruhig und glaubt sich mit der Brücke rasch in entgegengesetzter Richtung zu bewegen. Allen ist die Täuschung bekannt, dass man nicht weiss, wenn man auf einem Eisenbahnzuge sich in einer Station befindet, ob ein daneben befindlicher Zug oder der eigene sich bewege; man muss erst einen erfahrungs-

mässig ruhigen Gegenstand ansehen, um sich darüber zu orientiren.

Sehr hübsch ist eine von Exner beschriebene Täuschung. Auf einem durchscheinenden Schirme von geöltem Papier befindet sich eine weisse, undurchsichtige Scheibe, welche von vorne von einer dem Beobachter mittelst einer Blende bedeckten Lampe constant beleuchtet wird. Hinter dem Schirme ist eine Gaslampe, welche man durch Zusammenquetschen und Bewegen des Schlauches flackern lässt. Die Beleuchtung des Schirmes ist also eine unruhige. Sie scheint es aber nicht zu sein, im Gegentheil erscheint die weisse Scheibe im Flackerlichte.

Zum Schlusse noch eine von Zöllner angegebene Täuschung. Man zeichnet einen Kreis auf ein Papier und sieht auf denselben durch einen Schlitz in einem steifen Blatte (schwarz oder doch beschattet), der länger ist als der Durchmesser des Kreises. Macht man mit dem Kreise seitliche Bewegungen, so erscheint er als Ellipse. Helmholtz erklärt dies dadurch, dass man dem Kreise mit den Augen folgt, aber mit geringerer Schnelligkeit, so dass er nach der Bewegungsrichtung verkürzt erscheint.

Nicht beschrieben finde ich eine Täuschung, die ich in den letzten Jahren beobachtete. Sehe ich, besonders in der Abenddämmerung, auf eine Birke, die im Hintergrunde hellen Himmel hat, und bewegt ein leichter Wind die Zweige, so erhalte ich den deutlichen Eindruck, als ob die Birke sich um ihre eigene Axe

drehen würde. Wenn dies wirklich der Fall wäre, so würde man ein ähnliches Verschieben der vorderen und hinteren Zweige gegen einander sehen, daher die Täuschung. An Bäumen mit dichterem Laube und nicht hängenden Zweigen kommt die Erscheinung nicht oder nur unvollkommen zu Stande.

Ich habe mit dem Gesagten durchaus nicht Alles erschöpft, was über optische Täuschung zu sagen wäre. Ich habe namentlich die optischen Instrumente nur erwähnt und von den Spiegeln und ihren Bildern gar nicht gesprochen. Ich würde aber fürchten, durch Eintönigkeit zu langweilen, hätte ich noch eine dritte Abtheilung anfügen wollen, und habe diese Partien also absichtlich übergangen.