

Prof. Dr. G. Kögel

Der plastische Film

Die Gestaltung des
ebenen Bildes für
plastische Wahrnehmung

Aus diesen Theorien waren gerade die *Gesetzmäßigkeiten* der Gestaltung *eines ebenen* Bildes selbst, damit dasselbe *ohne stereoskopische* Hilfsmittel plastisch gesehen werden kann und muß, nicht abzuleiten.

Die Theorien des optischen Raumsinnes versuchen an erster Stelle den räumlichen Erscheinungen des *binokularen* Sehens dreidimensionaler Objekte gerecht zu werden. Gerade das Zwangsweise des binokularen Sehens ließ seinerzeit eine feste Definierung und Umgrenzung der in demselben wirksamen Gesetze erhoffen. Die großen Freiheiten des monokularen plastischen Sehens lassen dagegen erwarten, daß ihre physiologischen und psychologischen Elemente zwar allgemeiner Natur, daher für die Theorie des Raumsinnes besonders maßgebend, aber zunächst weniger leicht definierbar sind. Wenn man das monokulare Raumsehen als *primäre*, unmittelbare Einrichtung und in dem binokularen-stereoskopischen Sehen nur einen gewissermaßen graduellen Unterschied zu monokularem Sehen betrachtet hat (Schaub, Z. Psycholog. u. Physiolog. 36, 431, 1905), so verlangte diese Auffassung kritische Betrachtung, obwohl das binokulare Sehen nicht eine reine Summation des monokularen ist.

Die Entscheidung möchte ich auf andere Weise treffen. Das binokulare bzw. stereoskopische Sehen erfüllt in Wirklichkeit vielmehr die Aufgabe, ebene Dinge von räumlichen zu *unterscheiden*, als allein räumliche Dinge räumlich zu sehen. Das Wesentliche liegt in dem *Unterscheidungsvermögen*, da durch ein Auge allein die Dinge auch vielfach räumlich gedeutet würden. In diesem Sinne beruht das räumliche Sehen primär auf der monokularen Betrachtung.

Im allgemeinen muß man unterscheiden zwischen den Elementen der *stereo-geometrischen Darstellung* und denen der *Betrachtung*, und somit der *objektiven* und *subjektiven* Stereoskopie.

Das natürliche Ziel jeder Stereoskopie überhaupt ist, von den darzustellenden Objekten ein in allen Teilen größten- und tiefenrichtiges Abbild zu geben (Orthostereoskopie).

Speziell verlangt die Darstellung in natürlicher Größe, daß die Entfernung der Objektive–Aufnahme dieselbe ist wie die Entfernung Auge–Bild (Betrachtung).

Die Darstellung mit absolut richtiger Tiefenausdehnung verlangt, daß die Basis bei der Aufnahme (Abstand der beiden Objektive) gleich ist dem Augenabstand des Betrachters.

Sind diese beiden Bedingungen erfüllt, so kann man mit stereoskopischen Meßinstrumenten die Raumbilde direkt vermessen (objektive Stereoskopie). Da jedoch der Augenabstand für verschiedene Beobachter nicht derselbe ist und er außerdem oft absichtlich größer gewählt

wird, sind bestimmte Korrekturen nötig, die auch durch Apparate geleistet werden können.

Bei dieser Art der Darstellung, die nur Wert auf eine richtige und möglichst exakte Vermessung des Bildes legt, kommt es nur auf die optisch-geometrische Richtigkeit der Darstellung an; die Frage nach dem Resultat bei der Betrachtung ist damit nicht entschieden. Man vermag nämlich mit stereoskopischen Meßinstrumenten die Bilder auszumessen, ohne daß der ausmessende Beobachter dadurch eine Vorstellung von der räumlichen Zusammenordnung der einzelnen Bildteile zu haben braucht und gewinnen könnte.

Ein durchaus einwandfrei hergestelltes Stereobild vermag noch nicht allein auf Grund der geometrischen Beziehungen, die zwischen beiden Bildern bestehen und geometrisch die räumliche Lage der Bildpunkte zueinander eindeutig festlegen, auch die richtige räumliche Vorstellung von dem Gegenstand zu vermitteln; letzteres wird besonders dann nicht erreicht, wenn die Anordnung der Gegenstände im Bilde nicht mit der Erfahrung übereinstimmt und sich infolgedessen dem Vorstellungsvermögen Hindernisse in den Weg stellen, z.B. die teilweise Unmöglichkeit, Lichtbilder bei vertauschter Anordnung (Pseudoskopie) auch räumlich verkehrt zu sehen.

Betrachtung und Vermessung von Stereobildern sind grundverschiedene Dinge. Ein einfaches Experiment erläutert hier wieder die Situation.

Ein einwandfreies orthoskopisches Bild (Stereobild) einer Landschaft, Basis etwa 6,5 cm, läßt sich im stereoskopischen Entfernungsmesser, z.B. dem Stereokomparator der Zeißwerke, einwandfrei ausmessen. Bei pseudoskopischer Anordnung könnte man das Raumbild mittels geeigneter zusätzlich zu benutzender Rechnungen ebenfalls ausmessen; dieses Verfahren ist ebenso einwandfrei wie das erste, allerdings etwas umständlicher, was jedoch hier nicht ins Gewicht fällt.

Für die Betrachtung beider Anordnungen stellt sich nun heraus, daß das pseudoskopische Bild nicht immer einen Eindruck einer durchgehenden inversen Tiefendimension vermittelt, obwohl es sich ebenso gut wie das orthoskopische Bild vermessen läßt.

Die Wahl einer beliebigen, genau bekannten Basis, eines beliebigen Abstandes, hindert nicht die stereoskopische Messung des Bildes; für die Betrachtung jedoch gibt es eine, innerhalb eines geringen Intervalls variable optimale Basis und Entfernung für die Aufnahme¹⁵⁾.

Die Elemente der *Vorstellung* gewinnt man – was wesentlich ist –

¹⁵⁾ Barth, in »Fortschritte auf dem Gebiete der Röntgenstrahlen«, Bd. 38, Heft 2, Seite 304 und Bd. 39, Heft 5, Seite 904.

nun nicht durch irgendein binokulares Sehen, sondern bereits durch die monokulare Anschauung, die sich auf allgemeine Erfahrungsmotive stützt, ohne die keine Auffassung des Bildinhaltes möglich ist. Treten bei dieser Tätigkeit irgendwie irrümliche Zuteilungen der Bildteile u. a. auf, so ist die monokulare, räumliche Vorstellung im Irrtum, und dann aber auch die binokulare und stereoskopische. Beispiele und Abbildungen über die stereoskopische Täuschung findet man in der eben genannten Abhandlung von Barth und von E. G. Beck (mit den Metallmarken auf Drahtnetz), Fortschritte 18, 315, 1912/12. Für das Tiefenurteil, die *subjektive* Stereoskopie und *Raumvorstellung* überhaupt erscheinen daher die monokularen Elemente als die *Grundlagen*¹⁶⁾.

Mit diesen Überlegungen findet man sich auf solidem, wissenschaftlichem Boden, das Gebiet der rein geometrisch-optischen Auffassung überschreitend, auf dem der physiologischen Optik (Helmholtz) und dem der psychologischen Optik. Wie ich nachträglich ermittelte, gibt bereits E. Mach (Analyse der Empfindung, Seite 87 ff.) Beispiele, daß das Wiedererkennen einer Gestalt nicht durch geometrische Überlegungen herbeigeführt wird, welche nicht Empfindungs- sondern Verstandes-sache sind. Zwei Gestalten können geometrisch kongruent, physiologisch aber ganz verschieden sein, so daß sie ohne mechanische und *intellektuelle* Operationen niemals als gleich erkannt werden.

Ich möchte hier noch folgende Beobachtung erwähnen. Bei der Betrachtung von Bildern mit dem einen Auge allein, das in meiner Jugendzeit an Sehkraft etwas verloren hatte und nach Aussagen der Augenärzte beim Sehen wenig in Tätigkeit trat, sondern die Hauptarbeit dem anderen Auge überließ, sehe ich Bilder, wenn auch unscharf, außerordentlich plastisch. Diese Tatsache ist ein Beweis dafür, daß für das räumliche Sehen das Auge nicht nur eine Durchgangsstelle zum Gehirn, den psychologischen Zentren, ist, sondern daß es die besondere *Vorgestaltung* des Bildes vornimmt.

Über den Zusammenhang der Wahrnehmung »*absoluter*« Größen und des Entfernungseindruckes mit dem räumlichen Sehen, sagt W. Filhene im Arch. f. Physiologie 1918, Seite 197:

»Um optisch einen relativen Größeneindruck zu gewinnen, um beispielsweise zu erkennen, daß das Ganze größer ist als seine Teile, ist der Besitz des räumlichen Sehens nicht erforderlich. Dagegen kann der Eindruck einer absoluten Größe, z. B. des Metermaßes, erst entstehen, wenn das *räumliche* Sehen bis zu einem gewissen Grade sich entwickelt hat.

¹⁶⁾ G. Kögel, Über d. Systematik der Tiefenbeurteilung bei Dichtedifferenzen in der Röntgenstereoskopie in »Fortschritte auf dem Gebiete der Röntgenstrahlen«, Bd. 44 (1931), Heft 6, s.780.

Der Betreffende muß aus Erfahrung wissen, wie groß beispielsweise 25 cm in verschiedenen Entfernungen optisch erscheinen. Ein blind geborener Erwachsener hat diese Länge zwar sehr wohl im Bewußtsein: er vermag auf einer Tischkante von der Ecke ab recht genau abzugreifen oder durch Ausspannen der Hand anzugeben, wie lang 25 cm sind. Erhält er aber durch eine Operation das Sehvermögen, so hat er in den ersten Tagen und Wochen wohl relative Größeneindrücke, nicht aber erkennt er an einem Zentimetermaße, daß 25 cm gleich seiner Handspanne sind, wenn nicht mit dem Maße seine Handspanne *gemessen* wird. Ja, wenn ihm zwei Stäbchen von 25 cm Länge in sonst gleicher Lage, das eine aber in 35 cm, das andere in 70 cm Entfernung vorgezeigt werden, hält er das erstere für doppelt so lang wie das andere.

Sobald aber sich bei ihm – oder dem normal sehenden Kinde – das räumliche Sehen entwickelt hat, sobald in der *Tiefendimension* gelegene Strecken, d.h. Entfernungen, gesehen werden, wird für die genannten Fälle und überhaupt für die nächste Umgebung ein *absoluter* Größeneindruck, und zwar ein »richtiger« gewonnen, der jetzt übereinstimmt mit dem durch Abtasten und Messen erhaltenen.

Meist wird das Zustandekommen dieses richtigen absoluten Größeneindrucks so dargestellt: aus der wahrgenommenen *Entfernung* des Gegenstandes und aus der Größe des *Gesichtswinkels*, unter dem der Gegenstand gesehen wird, bzw. aus der Größe des Objektbildes auf der Netzhaut, entstehe zwangsläufig auf Grund der Erfahrung der Eindruck seiner wirklichen Größe. Aber nicht Gesichtswinkel werden empfunden oder wahrgenommen. Auch die Größe des *Objektbildes* in uns auf der Netzhaut wird nicht empfunden und nicht wahrgenommen, sondern das Objekt *mit seiner Umgebung draußen* wird wahrgenommen. Und ebenso steht es mit dem Worte »Entfernung«. Nicht die Abstraktion »Entfernung« wird wahrgenommen, sondern die *Umgebung* des Objektes im wahrgenommenen Außenbilde. Diese besteht aus analogen »Größen« wie die des »Objektes« – es sind genau ebensolche Objekte: z.B. die Fußbodenstrecke, die zwischen unserem Fußpunkte und dem »Objekte« liegt, oder der Tisch, auf dem der betrachtete Gegenstand sich befindet, oder in einem Korridore (außer dem Fußboden) die Wände rechts und links, oder die Länge meines Armes und der Hand, mit der ich einen Gegenstand halte, um ihn zu betrachten usw. Am einfachsten und klarsten liegt die Sache, wenn beispielsweise das »Objekt« eine sagittale, in unserer Blickrichtung liegende Fußbodenstrecke von 2 m ist, die vor uns in einer »Entfernung« von 3 m beginnt. Dann nehmen wir *zwei* Strecken wahr:

1. die von unserem Fußpunkt bis zu 3 m und 2. die dort beginnende Strecke von 2 m. Aus diesen zwei Faktoren entsteht das Produkt: der absoluten Größeneindruck der zweiten »Strecke«.

Plastisches und binokulares Sehen. Die Frage, ob man *ein ebenes* Bild raumgetreu sehen kann, hat man, wie dargetan, bis vor kurzem vielfach dahin beantwortet, daß dies nur mit bestimmten, unmittelbar vor die Augen gesetzten Hilfsmitteln möglich sei. Da man die räumlichen Dinge selbst naturgemäß mit zwei Augen ansehe, so meinte man,

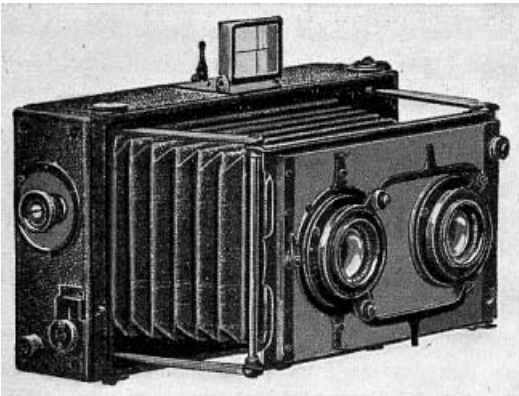


Abb. 7. Stereokamera

man, Bilder, die überdies noch eben sind, im günstigsten Falle auch nur mit beiden Augen, wenn auch durch Alternation usw., plastisch sehen zu können. Man hat für die photographische Gewinnung räumlich wirkender Bilder und für deren Betrachtung verschiedene Vorrichtungen hergestellt, die unter dem Sammelnamen »Stereoapparate«

bekannt sind. Der Aufnahmeapparat (Abb. 7) besteht gewöhnlich aus einer photographischen Kamera mit zwei Objektiven, die zueinander in einer Distanz von etwa 65 mm angebracht sind. Die genannten 65 mm entsprechen der normalen Augendistanz. Man gewinnt mit jedem Objektiv je ein Bild, das neben dem anderen im kleinen Abstand liegt. Von den beiden Stereobildern gibt jedes von dem Gegenstand eine andere Ansicht, das eine den Gegenstand wie von links gesehen, das andere den gleichen Gegenstand von rechts gesehen. Es sind also geometrisch und zum Teil auch inhaltlich verschiedene Bilder. Jetzt schon sei bemerkt, daß man auch geometrisch *gleiche* Bilder mit dem Stereoskop

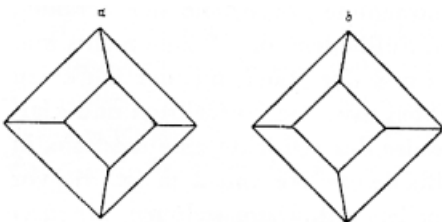


Abb. 8. Spiegelbilder der gleichen Form

durchaus räumlich sieht, wenn man die Bedingung erfüllt, daß die Bilder wie Spiegelbilder (Abb. 8) zueinander liegen. In all diesen Fällen haben wir aber immerhin *zwei* materielle Bilder vor uns liegen, und zwar räumlich vollständig getrennte.

Zum räumlichen Sehen stereoskopischer Bilder bedarf es nun *an sich* keiner optischen Hilfsmittel, worauf W. Barth und A. Hälssig in »Fortschritte auf dem Gebiete der Röntgenstrahlen«, Bd. XXXIX, H. 2, erneut hingewiesen haben.

Die direkte Betrachtung mit unbewaffneten Augen kann schematisch durch Abb. 9 u. 10 dargestellt werden. Es seien in Abb. 9 A L und A R die beiden Augen, die nach einem Punkte des räumlichen Objektes G hinsehen. Bringt man die Richtlinien A L G und A R G, die beiden stereoskopischen Teilbilder B L und R R, die durch die Projektion des Objektes G von dem Ort der Augen A L und A R aus auf die Bildebene B L und B R erhalten worden sind, so erhält der Beobachter denselben Eindruck von den Tiefendimensionen des Gegenstandes G, einerlei, ob er das Objekt G selbst ansieht oder die beiden stereoskopi-

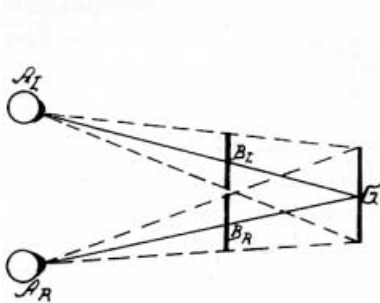


Abb. 9

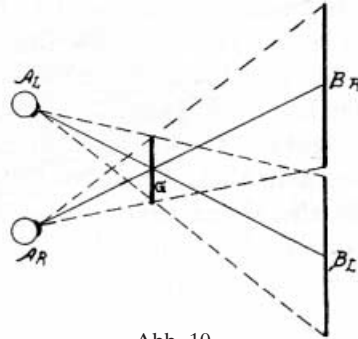


Abb. 10

Strahlengang für stereoskopische Betrachtung ohne optische Zwischenvorrichtungen sehen Teilbilder desselben, wenn auch die Akkommodation der Augen in beiden Fällen verschieden ist. Eine solche Betrachtung der Stereobilder ist nur möglich, wenn einander entsprechende Punkte beider Stereobilder bei der Anordnung derselben nebeneinander nicht weiter voneinander liegen als die beiden Augen des Betrachters, also bei kleinen Bildern im allgemeinen bis zur Breite von höchstens 6,5 cm des Einzelbildes, entsprechend dem durchschnittlichen Augenabstand.

Ist die Breite der Bilder größer, sollen z.B. stereoskopische Röntgenbilder in Originalgröße betrachtet werden, so verfährt man entsprechend Abb. 10, in der die Buchstaben die entsprechenden Symbole wie in Abb. 9 bezeichnen. Hier liegen die beiden stereoskopischen Bilder vertauscht nebeneinander, das linke Teilbild dem rechten Auge gegenüber und umgekehrt. Man betrachtet so die Bilder mit gekreuzten Blicklinien und erhält den Eindruck (verkleinerten) räumlich ausgedehnten Gegenstandes bei G. Der Vorteil der Betrachtung mit unbewaffnetem Auge liegt natürlich in erster Linie darin, daß man unabhängig von

jedem Betrachtungsapparat ist; außerdem übertreffen aber die so erhaltenen Betrachtungseffekte an Unmittelbarkeit und Übersichtlichkeit alle, die mit Betrachtungsapparaten oder durch Komplementärfarbenstereoskopie erhalten werden.

Die hier skizzierten Betrachtungsarten setzen eine gewisse Übung voraus. Am einfachsten und am meisten erfolgversprechend ist folgender Weg: Man sucht zunächst die erste Methode nach Abb. 9 zu erlernen. Etwa einen halben Meter von den Augen entfernt hält man die beiden Stereos mit der Hand, über den oberen Bildrand hinweg nach einem entfernten Gegenstand blickend und dabei die Entfernung der Bilder von den Augen variierend, bis man drei undeutliche Bilder nebeneinander sieht. Die beiden äußeren Bilder interessieren nicht; die ganze Schwierigkeit besteht nun darin, die Akkommodation der Augen so zu ändern, daß das mittlere Bild, das durch Übereinanderprojektion der beiden Teilbilder entsteht, scharf zu sehen ist. Nach einiger Übung gelingt dies leicht. Zur zweiten Methode hängt man beide Bilder, gewöhnlich die Originalröntgennegative, in gleicher Höhe nebeneinander am senkrecht stehenden Schaukasten auf, tritt etwa $1\frac{1}{2}$ bis 2 Meter weg, und blickt einen 30–50 Zentimeter vor die Augen gehaltenen schmalen Gegenstand an, so daß man wiederum drei Bilder am Schaukasten nebeneinander sieht. Bei richtiger Akkommodation erhält man durch das mittlere Bild die räumliche Darstellung des Gegenstandes.

Stereoskope helfen nun, diese natürlichen Schwierigkeiten, die sich dem ungeübten Beobachter bei direkter Beobachtung in den Weg stellen, zu überwinden.

Diese Tatsache entspricht der schon früh geäußerten Auffassung von Helmholtz, Handbuch der physiologischen Optik, 1856/1866, 1. Auflage, S. 639/40.

»Die Instrumente, welche unter dem Namen der Stereoskope zur Betrachtung stereoskopischer Bilder gebraucht werden, haben nur zum Zweck, dem Beobachter die Auffindung und Erhaltung der richtigen Augenstellung zu erleichtern und die störenden Nebenumstände wegzuschaffen; für die Erzeugung der Gesichtstäuschung sind sie ohne wesentlichen Vorteil.«

Der Stereobetrachtungsapparat, der früher vielfach gebraucht wurde, besitzt zwei prismatische Linsen, jede einem Auge zugeordnet. Diesen Stereobetrachtungsapparat, den man auch in Form von Ferngläsern oder Brillen gebracht hat, muß man unmittelbar vor die Augen bringen. Dieses Brewstersche Prismenstereoskop (Abb. 11), das heute noch vielfach im Handel ist, ist ein technisch mangelhaftes und unzulängliches Hilfsmittel, worauf die Physiologen schon seit mehr als einem Jahr-

zehnt hingewiesen haben. Den theoretischen Forderungen eines richtigen stereoskopischen Sehens entspricht der Doppelverant von Zeiß, Jena (Abb. 3). Über das Ziel bei der Herstellung des Instrumentes mit besonderem Bestreben, die Tiefenfälschungen der Reliefperspektive auszuschließen, berichtet die Abhandlung von M. v. Rohr, Die Theorie des Doppelveranten, eines Instrumentes zur korrekten Betrachtung von Stereogrammen und Paaren identischer Bilder (mit 5 Abb. im Text) in Zeitschr. für wissenschaftl. Photographie 1904 II. 336–351. Die in den beiden stereoskopischen Bildern vorhandenen geometrischen Unterschiede, die bei Aufnahmen räumlich hintereinander sich befindlicher Gegenstände durch die seitliche Distanz der Aufnahmeobjektive oder der

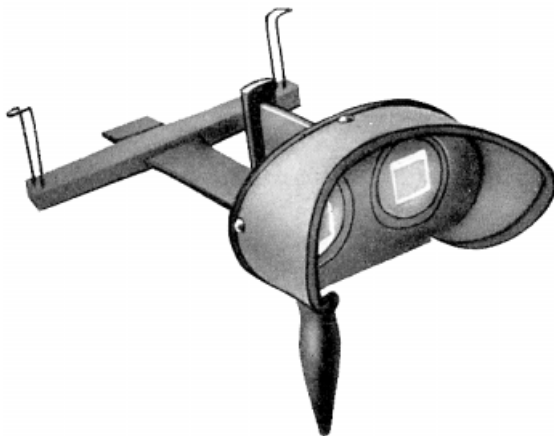


Abb. 11. Beispiel eines veralteten Stereobetrachtungsapparates.
Neuzeitlicher Apparat Abb. 3

beiden Augen erzeugt werden, nennt man *querdisparate* Verschiedenheiten. Diese kommen folgendermaßen zustande. Von dem prismatischen *Würfel* a b c liegt c den Augen näher als a b (Abb. 13). Die Augen nehmen eine konvergierende Stellung ein. Den Winkel, den die konvergierenden Augenachsen einschließen, nennt man *Konvergenzwinkel*. Die Konvergenz der Augenachsen ist um so größer, je näher die Objekte liegen. Je weiter entfernt die Gegenstände sich befinden, desto geringer wird der Konvergenzwinkel. Wenn die Augenachsen nicht mehr konvergieren, sondern parallel gerichtet sind, sind die Netzhautbilder im Auge gleich. Das Tiefensehen hört bei Entfernungen des Gegenstandes von etwa 430 Meter auf ¹⁷⁾.

Wenn man die im Auge entstandenen Bildelemente prüft, so erkennt man, daß die Horizontalkomponenten 1, 2, 3 (Abb. 12) allein im *Stereo-*

¹⁷⁾ O. Schilling. Handbuch der Stereoskopie. S. 17.



Abb. 12. Vertikale Stereokomponenten zu Abb. 13

skop keinen das Objekt kennzeichnenden räumlichen Eindruck hervorbringen. Sobald aber Elemente aus der dritten Dimension der Perspektive hinzukommen (Abb. 13), so sieht man sofort ein Prisma in räumlicher Gestaltung, man sieht ein solches aber auch an einem einzelnen Bild im monokularen Verant. An erster Stelle ist das plastische Sehen, soweit es den *äußeren* Aufbau des Bildes betrifft, durch die Sehgröße und Perspektive geleitet, was man in dem Sinne verstehen muß, daß die Querdisparation nicht immer eine unbedingte Erfordernis ist. Der Psychologe R. Jaensch (O. Z. S. 102) meint: »Die von der herrschenden Theorie vertretene Lehre, daß die Querdisparation (des Stereoskopes) der die Tiefenwahrnehmung direkt erzeugende Faktor sei, ist abzulehnen. Nur weil und sofern sie zum Wandern der *Aufmerksamkeit* bzw. zum Erteilen von Konvergenz- und Divergenzimpulsen Anlaß gibt, führt Querdisparation Tiefenwahrnehmung herbei.«

»Bezüglich des Verhältnisses von *Augenbewegungen* und optischem Raumsinn hat sich klar ergeben, daß die Lokalisation des Einzelauges, ebenso die Korrespondenz beider Netzhäute das *Primäre* ist und erst durch Vermittlung eines entsprechenden Wanderns der Aufmerksamkeit im Sehfelde die Unterlage für die Augenbewegung abgibt. Daß nicht erst die Motalität den Raumsinn unseres Auges schafft, darauf weist auch der Umstand, daß nicht das Zentrum der Bewegung, also der Drehpunkt, zugleich das Zentrum für die funktionelle Einteilung



Abb. 13. Horizontale Stereokomponenten mit den vertikalen der Abb. 12

der Netzhaut abgibt, sondern eine erheblich vor dem Drehpunkte, ja selbst vor dem Perspektivzentrum gelegene Achsenstelle, so daß geradezu eine geringe Stellungsparallaxe resultiert« (H. Tschermak, Augenbewegungen in Handb. f. norm. u. path. Physiologie XII/2. II. S. 1093).

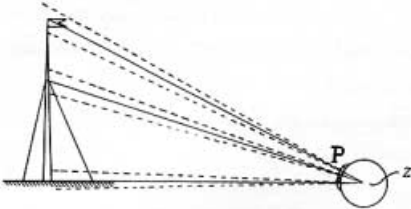


Abb. 14 a (nach v. Rohr). Der Augapfel (in ganz unrichtigen Größenverhältnissen) ist in drei Lagen dargestellt worden, wenn nacheinander Fuß, Mitte und Spitze des Flaggenstocks fixiert wurden. Die scheinbare Größe dieser drei Abschnitte wird offenbar nach den Augendrehungen um den Mittelpunkt Z beim Blicken beurteilt. Für die Zwischenteile,

die nach Voraussetzung dem Beschauer weniger wichtig erscheinen, treten die roh angedeuteten Füllperspektiven ein, die von der jeweiligen Lage der Mitte der Augenpupille entworfen sind. Wie weit sie sich erstrecken, ist schwer zu entscheiden; es wurde auf der Zeichnung unbestimmt gelassen.

»Wir sehen, daß wir beim natürlichen Sehen von zwei verschiedenen Perspektiven sprechen müssen, wenn ein Rauming betrachtet werden soll. Eine jede hat ihr besonderes Zentrum: die Hauptperspektive ein ruhendes für die Blickpunkte, die unsere Aufmerksamkeit gefesselt haben, mit dem Augendrehpunkt Z, und die Füllperspektiven je ein unwichtigeres wanderndes – die ruckweise bewegte Mitte P der Augenpupille – für die nähere Umgebung der Bildpunkte« (Abb. 14).

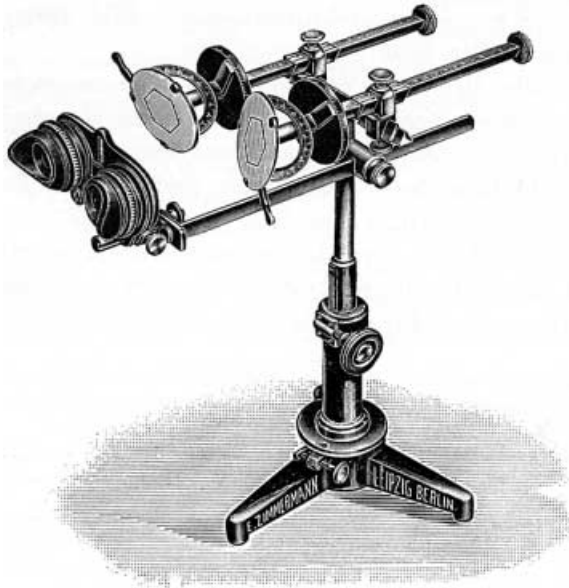


Abb. 14 b. Vorrichtung zur quantitativen Bestimmung der Stereowerte. (nach Kirschmann)

Die Füllperspektive muß also die fixierten Punkte umfassen. Daß das Wandern des Auges selbst für die Erfassung der Tiefenverhältnisse wichtig ist, auch bei der Stereoskopie, ist bereits betont worden.

Bei der Betrachtung eines *Lichtbildes* aber tritt im Vergleich zu der Betrachtung des räumlichen Gegenstandes eben ein Verlust auf infolge von Unterdrückung der Füllperspektive¹⁸⁾. Gleichgültig, ob das Bild mon- oder binokular betrachtet wird, mit oder ohne technische Betrachtungsmitteln¹⁹⁾.

Wenn nun von einem Verlust die Rede ist, so dürfte dies wohl noch nicht ausschließen, daß bei der Betrachtung eines ebenen Bildes mit technischen Hilfsmitteln, wie durch einen Hohlspiegel, bei dem dabei stattfindenden Wandern des Auges über die Bildfläche ein dauernder Übergangsversuch des Auges von der Wahrnehmung durch O und P eine Raumdeutung fördert. Daß man ein stereoskopisches Bild, in dem die *Perspektive* und auch alle Elemente der eigentlichen binokularen Querdissipation fehlen, räumlich sieht, werden wir später im Zusammenhang mit dem »Raumgedächtnis« erörtern.

Zur quantitativen Erfassung des Tiefeneindrucks nicht streng stereoskopischer Bilder eignet sich nach A. Kirschmaun der in Abb. 14 b dargestellte Apparat. »Man findet dabei, daß das Doppelauge auch noch bei auffallend großen Unterschieden der Größe, Lage und der durch die Verdrehungen der Bildebenen entstehenden Inkongruenzen der Bilder die Vereinigung zu einem dreidimensionalen Bild zustande bringt« (Kirschmann o. c. Seite 1062).

Stereoskopische Bilder in *Naturgröße* dagegen zeigen bei normaler Basis, dem unveränderlichen Augenabstand beim Menschen und vielfach unzureichenden Objektivabstand entsprechend, eine *falsche* Plastik, wenn nicht besondere konstruktive Bedingungen bei den Ausführungsvorrichtungen erfüllt sind. Man gewinnt den Eindruck, daß die für *ferne* Gegenstände bei normaler Stereobasis der Augenabstände vorhandene und für die Plastik maßgebende *Perspektive* durch Bemühungen des Auges zur Querdissipation eher gestört wird²⁰⁾.

¹⁸⁾ Das photographische Objektiv von Merte, Richter und Rohr, Seite 93, Bd. I. Handb. d. wiss. u. angew. Photographie. Verlag J. Springer, 1932.

¹⁹⁾ Zur Terminologie sei noch bemerkt: Sehen mit *einem* Auge wurde *indirekte* Tiefenwahrnehmung genannt. Die Betrachtung des auf der Netzhautgrube abgebildeten Gegenstandes *direktes* Sehen, die weniger deutliche, auf den anderen Netzhautteilen stattfindende Wahrnehmung *indirektes Sehen* (Albada).

²⁰⁾ Wie wenig die physikalische Sicherheit bei dem stereoskopischen Sehen gegeben ist, wenn es auf Erkennen der Gegenstände und der damit verbundenen räumlichen Lage ankommt, ist, wie erwähnt, aus der Röntgenstereophotographie bekannt. Das psychologische Moment der Erfahrung und erlernter Erkenntnisse ist hier entscheidend. Sehr instruktive Beispiele gibt die Schrift van Ebhenhort Tengbergen und van Albada, Die Röntgenstereoskopie 1931, J. Springer, Berlin.

Das Gesichtsfeld der *objektiven* und *subjektiven* Perspektive ist verschieden. Das photographische Objektiv und damit die photographische Aufnahme erfaßt einen Bildwinkel bis zu 80°, das Auge einen von nur etwa 5°. Dafür bewegt sich aber das Auge, um das Bild sukzessive zu erfassen. Ähnliches bewirkt, soweit es den Bildwinkel betrifft, auch der Kinematograph, indem er an der gleichen Stelle oft dem Auge einen neuen Bildinhalt bietet und zugleich durch Beanspruchung der Aufmerksamkeit das Auge weiter wandern läßt.

»Die in den früher gebräuchlichen Stereoskopen benützten *Stereoskopbilder* müßten, um den wirklichen Objekten räumlich ähnliche Bilder zu geben, bei sehr starker Konvergenz der Gesichtslinien betrachtet werden. Die Betrachtung mit geringer Konvergenz, wie es bei den vielen üblichen Stereoskopen des Kleinhandels aber der Fall ist, führt zu einer Verzerrung der Gegenstände, insbesondere nach der Dimension der Tiefe (Sammelreferat von Heß in Bd. II, Handwörterbuch der Naturwissenschaften, Seite 1044). Aus diesem Empfinden heraus kam auch die temperamentvolle Äußerung von A. Miethe in einem Vortrag, in dem er ausführte, daß die stereoskopischen Vorführungen ein Aufdrängen von zwangsweisen Erscheinungen seien (Eders Jahrbuch, Bd. II der Jahrgänge 1921–1927, Seite 583; Photogr. Industrie, 1923, S.75).

Allgemein tritt dieser Fall ein bei den mit zu großem Objektivabstand oder zu großer Basis – d.h. wenn der Abstand größer als 65 mm war – aufgenommenen Bildern, die ein verkleinertes, genähertes *Modell* liefern. »Wer das einmal gesehen hat, wird den Eindruck nie wieder los und alle stereoskopische Illusion ist für immer verloren« sagt English, Photographisches Kompendium, Seite 234.

L. Heine betont das *psychologische* Moment der *Vorstellung*. »Diese übergroße Querdinsparationen werden nun, entsprechend der Vorstellung großer Entfernungen des Objektes, sehr stark bewertet, d.h. als sehr große Entfernungsdifferenzen gedeutet, und so resultiert ein bedeutender Übereffekt, eine Überplastik: eine Landschaft kommt uns vor wie ein kleines Modell derselben ...²¹⁾.

Auffallend ist vielfach, daß in den *üblichen* Stereobildern die vorderen Objekte sehr räumlich erscheinen, aber mit ausgesprochener Kulissenwirkung und schon nicht sehr weit zurück befindliche Bildbestandteile keinen räumlichen Eindruck liefern, daß man im Hohlspiegel hingegen gerade die »entfernten« Teile des gleichen Bildes

²¹⁾ Handwörterbuch der Naturwissenschaften, Bd. 9, S. 515, Abhandlung von L. Heine über »Stereoskopie«: Die letzte Konsequenz in dieser Richtung zog von Rohr durch die Konstruktion seines Doppelveranten.

räumlich erkennt. Diese meine Beobachtung finde ich durch eine frühere Angabe des Physiologen F. B. Hofmann indirekt bestätigt, indem er sagt: »Es mag aber sein, daß bei den Schätzungen *größere* Entfernungen der *monokularen* Motive wirksamer sind als die Querdisparation.«

Die *falsche* Tiefe *naturgroßer Stereobilder*²²⁾, die man auch im Kino anwenden wollte, beruht auf der zu kleinen Basis, der kurzen Brennweite der Objektive u. a., deren Ausgleich technisch besonders umständlich und komplizierte Konstruktionen verlangen würde, ohne deshalb den *mehrfachen* theoretischen Erfordernissen zu genügen.

Das stereoskopische Bild ist auch stets *virtuell*. Die beiden materiellen Bilder, die man betrachtet, liegen an einem anderen Ort als das eine gesehene Bild. Es ist das ein *Scheinbild*. Im Hohlspiegel kann man sowohl ein virtuelles als auch reelle plastische Bilder sehen. Eines der virtuellen Bilder wird als hinter dem Spiegel liegend gesehen, wo in Wirklichkeit kein physikalisches Bild vorhanden ist. (Reelle Bilder können mit Mattscheibe oder mit lichtempfindlichem Material an dem Ort aufgefangen werden, an dem sie gesehen werden, virtuelle Bilder dagegen nicht.) Der Hohlspiegel liefert, wie erwähnt, auch ein *reelles* Bild mit voller *Plastik*. Bezüglich der Augenstellung beim Betrachten üblicher Stereobilder ist noch zusammenfassend zu sagen. Wenn die Basis, Distanz der Aufnahmeobjektive *geringer* als die der Augen war, also weniger als etwa 65 mm, so müssen die Augen beim Betrachten im Stereoskop konvergieren. »Die konvergente Stellung der Augenachsen stört bei der Betrachtung insofern nicht, als dadurch unseren Augen nichts Ungewöhnliches zugemutet wird, da wir auch in der Natur nahe Objekte mit konvergent gerichteten Augenachsen ansehen²³⁾.« Bei Objektivabstand von 65 mm kann der Beschauer parallel die Augenachsen richten auf die korrespondierenden Fernpunkte. Bei einer Basis von mehr als 65 mm müßten die Augen divergent gestellt werden, was anstrengend ist und lästig befunden wird.

Bei kinematographischen Aufnahmeapparaten müßten die beiden Aufnahmeobjektive also einen gegelseitigen Abstand von 65 mm haben. Konstruktiv wird immer ein viel geringerer Abstand gewählt, weil der Apparat nicht zu groß sein soll und die beiden Stereobilder auf dem kürzesten Weg, auf dem schmalen Raum eines Filmbandes Platz finden sollen. Damit wird die Basis sehr klein und die Raumwirkung sehr unnatürlich. Gerade in solchem Falle verstößt die Aufnahme sehr gegen

²²⁾ Eders Jahrbuch 1912, Seite 9.

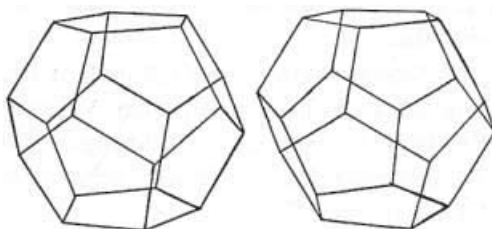
²³⁾ Schilling, Otto, Handbueh der Stereoskopie, Seite 60.

²⁴⁾ Handbuch der Naturwissenschaften, O. Z., Bd. IX, Seite 510 ff.

die theoretischen Forderungen einer richtigen Stereoskopie und Plastik. Die Naturtreue des stereoskopischen Sehens hat man noch in anderer Hinsicht überschätzt. Daß verschiedene Menschen stereoskopisch verschieden sehen, wurde zwar schon oft behauptet. Der Grund ist u. a. folgender: »Die Bewertung der seitlichen stereoskopischen Bilddifferenzen, die Ausnützung der Querdisparation, ist abhängig von der *Vorstellung* der *absoluten* Entfernung, in die wir einen Gegenstand zu verlegen haben« (L. Heine). Letztere hängt aber erheblich von den Erfahrungstatsachen ab. Dieser Umstand stellt sogar einen Freiheitsgrad in dem Maße dar, daß man fehlende Querdisparation in bekannten Sachen (auch bei Verant, Hohlspiegel) durchaus ausgleichen kann und tatsächlich ausgleicht.

Man *kann* auch im Verant oder Hohlspiegel überplastisch sehen. Unbewußte Möglichkeiten der Erfahrung fördern dies geradezu unwillkürlich. Wie sehr dieses Freiheitsmoment wirkt, erkennt man an einem ein-

Abb. 15
Raumwidrigkeit, Vorderseite verlegt sich stereoskopisch in die Rückseite



fachen Beispiel. Wenn man mehrere verschiedene Bilder im Hohlspiegel plastisch gesehen hat, so sieht man gelegentlich auch ohne solchen eine gewöhnliche schwarze Druckschrift sich vom Papier abheben und frei schweben, was früher nur mit stereoskopischen Apparaten erreichbar schien. Ich stellte fest, daß eine kurze physiologische Übung monokular *perspektivfreie Abbildungen* räumlich sehen läßt, wie später an Beilagen gezeigt wird.

Daß Perspektive und Querdisparation keine raumbildenden Korrelate sind, sogar gegeneinander wirken können, erkennt man, wenn man in einem Stereodoppelbild das linke Bild mit dem rechten entsprechend vertauscht. Die Rückseite scheint sich dann durch die Vorderseite drängen zu wollen. Je nachdem nun ein Auge mehr oder weniger mittut, überwiegt die Perspektive und das Bild wird wieder normal (Abb. 15).

Wir wollen also unterscheiden zwischen räumlichem Sehen: 1. durch Projektionslokalisation (Verant, Hohlspiegel, bloßes geübtes Auge) materiell identischer Bilder, 2. durch Querdisparation, mit materiell verschiedenen Bildern. Bei einem Anstreben einer Sonderplastik kann man mit 1 durch Ändern oder Übertreibung der Perspektive den Effekt

auf einfachste Weise, nur durch Wechsel der Brennweite der Objektive, erreichen. –

Wenn M. v. Rohr in dem Vorwort der ersten Auflage seines Buches »Binokulare Instrumente« den Satz aussprach: »Die Lehre von den binokularen Instrumenten hat schwerlich mehr große Überraschungen zu bieten: sie stellt sich zum Bedauern des ausführenden Optikers im wesentlichen als abgeschlossen dar«, so gilt das selbstverständlich auch für die *Stereoskopie*, insbesondere für die auf zwei geometrisch verschiedenen Bildern beruhende. Die Hoffnung auf neue *technische* Konstruktion, die auf *neuen Prinzipien* beruht, ist daher naturgemäß nicht berechtigt. Damit gilt auch für die plastische Kinematographie, die auf *binokularen* Instrumenten mit *zwei geometrisch* verschiedenen Bildern beruht, da jedes Prinzip eine gewisse Begrenzung einschließt, die nicht überschritten werden kann, daß man am Ende einer Entwicklung in jener Richtung angekommen ist. Ich habe daher den Weg des räumlichen Sehens, das auf *Tiefenvorstellung* beruht (Verant, Hohlspiegel), beschritten.

K. Bühler hatte schon früher mit Recht unter Bezug auf die *Wirkung* dieses Sehens durch den Veranten gesagt: »An Lebhaftigkeit braucht die nur auf Erfahrungsmotiven beruhende Tiefenplastik (Verant) nicht hinter der Konvergenz- und Querdisparationsplastik zurückzustehen . . .²⁵⁾.«

Was die *Richtigkeit* betrifft, so hängt gerade das *stereoskopische* Sehen, wie neuere Beobachtungen gelehrt haben und bereits vermerkt wurde, nicht allein von der *Erfahrung* ab. Bedeutende Unterschiede in den Angaben verschiedener Personen ergeben sich nämlich notwendigerweise dadurch, daß z. B. die Standlinie der Drehpunkte der Augen, je nach der Einzelperson, 52–72 mm beträgt, also nicht immer die gleiche ist. Die Verschiedenheiten sind ziemlich beträchtlich, je nach dem Alter, dem Geschlecht und der Stammeszugehörigkeit (von Rohr).

Wenn man nun monokulares und stereoskopisch plastisches Sehen in der Endwirkung des *Eindrucks* normaler Erscheinungen wenigstens gleichstellen muß, so wird man doch sagen, daß irgendein Unterschied immerhin vorhanden sein muß. Dieser besteht auch. Das monokularplastische Sehen beruht äußerlich, wie die Physiologen betonen, auf den »*Erfahrungsmotiven*«, womit das Problem allerdings nicht erschöpft ist. Das stereoskopische Sehen beruht auf der Wirkung der Querdisparation und ist ein eigentliches Zwangsverfahren. Denn auf Grund der Querdisparation sieht das Auge auch *gegen die Erfahrung* in falscher

²⁵⁾ Handwörterbuch der Naturwissenschaft, Bd. X, Seite 732.

räumlicher Anordnung. Nun wird man fragen, ob das monokulare plastische Sehen hingegen der Willkür anheimgestellt sei. Dies trifft nicht zu. Es gibt eine naturgesetzliche Führung. Bei monokular-plastischem Sehen kann man den räumlichen Eindruck nicht immer nach *Willkür* umgestalten oder umkehren, sondern z.B. nur nach Änderung der Einstellung des Auges. Wenn bei starrem Blick gelegentlich eine Verflachung eintritt, so ist dies, wie bei stereoskopischem Sehen, bei dem durch starren Blick das einheitlich Gesehene Bild in zwei Bilder zerfallen kann, zwar zum Teil in anderen Ursachen begründet, aber in der Endwirkung das gleiche.

R. Jaensch sagt, O. Z., Seite 108: »Querdisparation von hinreichend großem Betrag, die unter gewöhnlichen Verhältnissen einen beträchtlichen und sinnfälligen Tiefeneindruck herbeiführt, braucht keinen Tiefeneindruck zu erzeugen, wenn das Wandern der Aufmerksamkeit infolge *akzessorischer* Umstände unterbleibt.«

Das räumliche Sehen ist also, wenn keine physiologischen und psychologischen Hindernisse frei entgegengesetzt werden, nur in der monokularen Form keinem eigentlichen Zwang (aber Konsistenz) unterworfen; bei dem stereoskopischen räumlichen Sehen können durch freie psychische Betätigung die Dinge nicht in die Ebene verlegt werden. Diesen Zwang des räumlichen Sehens kann man mit dem des kinematographischen Sehens in gewissem Sinne vergleichen. Im Kinematograph ist das Bild ohne »Verschmelzung«²⁶⁾ eine Zwangerscheinung, denn es ist bei einer bestimmten Frequenz uns unmöglich, die einzelnen Bilder als einzeln ruhende unter Auflösung des Eindruckes der Bewegung zu schauen. Es liegt im monokular-plastischen Sehen die psychologische, notwendigerweise der Natur entsprechende Konsistenz, z. B. durch die »Erfahrungsmotive«, nachdem diese physiologisch übermittelt wurden. Diese Erfahrungsmotive aber schließen in der Deutung mit Zuordnung soviel Freiheit in sich ein, die durch das persönliche individuelle Erfassen und Empfinden gewährleistet wird. Es ist die Freiheit des *Künstlers* im wirklichen Sehen und Empfinden. Das plastische Sehen auf Grund der »Erfahrungsmotive« entspricht daher den Forderungen der Kunst und des Kunstempfindens. Das querdisparate Sehen unterdrückt diese künstlerische Freiheit, weshalb künstlerisch veranlagte Personen

²⁶⁾ H. Lehmann, Die Kinematographie, Verlag Teubner, 1911, Seite 16, sagt: »Das Verdienst, hierauf zuerst hingewiesen zu haben, gebührt Paul Linke, einem Schüler des berühmten Philosophen Wilhelm Wundt. Er hat durch Experimente einwandfrei nachgewiesen, daß kein Grund vorhanden ist, die Verschmelzung als Ursache der stroboskopischen Täuschung zu bezeichnen; ja nach seinen Versuchen sind stroboskopische Täuschungen sogar ohne Verschmelzung möglich.« –

Daß man heute von »Täuschung« nicht mehr reden kann, berührt nicht den Zwang der Erscheinung.

es auch als Zwangserrscheinung ablehnten, wie A. Miethe, wemngleich ihnen die Gründe nicht offenbar waren. Für das Lichtspieltheater hat daher das plastische Sehen aus Erfahrungsmotiven schon aus diesem Grunde das Vorrecht.

Daß räumliches und binokulares Sehen an sich nicht identisch ist, sondern es erst werden, geht auch aus folgender Tatsache hervor. Ein Einäugig-Geborener, der über ein normales Auge und ein normales Gehirn verfügt, sieht dreidimensionale Dinge durchaus räumlich und auch plastisch. Er bezeichnet räumliche Dinge nicht als *ebene* Erscheinungen, gibt *übliche* Distanzen ebenso richtig wie ein zweiäugiger Mensch an und handelt auch danach. Wenn ein einäugiger Mensch durch Operation an dem einen Auge, das zuvor blind, das Sehvermögen erwirbt, so wird er zuerst aus diesen und anderen Gründen durch das binokulare Sehen in der Tiefenlokalisation verwirrt und unsicher, wie u. a. das persönliche Beispiel des Leipziger Anatomen Held auch lehrte. Graefe-Samisch: Handbuch der gesamten Heilkunde, 2. Aufl., III. Bd., S. 454.

Die Koordination des querdissparaten Sehens kommt erst zum primären räumlichen Sehen.

Wir haben nun nachträglich einige besondere Ausführungsarten des stereoskopischen Prinzipes zu prüfen, die immer wieder praktisch erachtet wurden, um dann zu scheitern, insbesondere an dem Farbfilm. An erster Stelle ist das Anaglyphenverfahren zu nennen. In den Anaglyphenbildern werden nach Petzoldschen Verfahren die sogenannten Fernpunkte meist aufeinander gelegt, die Bildteile der näherliegenden Gegenstände behalten die stereoskopische Differenz. Damit nun *jedes* Auge nur *ein* Bild sehe, hat man die Bilder in verschiedenen Farben (rot und grün) hergestellt und betrachtet sie durch eine Brille mit Gläsern oder dergleichen, deren Farbe jeweils komplementär zu dem farbigen Bilde ist. Jedes Auge sieht nur eines der beiden Anaglyphenbilder. Auch hier muß man die Betrachtungsvorrichtung (Brille) unmittelbar vor die Augen bringen²⁷⁾.

Meine Untersuchungen auf diesem Gebiete haben mir gezeigt, daß die ineinander gelagerten Anaglyphenbilder keineswegs stereogeometrisch verschieden sein müssen. Es genügt, um durch die Anaglyphenbrille einen räumlichen Eindruck zu gewinnen, zwei *geometrisch gleiche* Bilder mit einer kleinen Verschiebung ineinander zu bringen (Abb. 16). Selbstverständlich ist der Tiefeneindruck in diesem Falle nicht so groß wie bei stereogeometrisch verschiedenen Bildern. Der Eindruck ist aber trotzdem bis zu einem gewissen Maße naturgetreu, denn in der Natur

²⁷⁾ Siehe die gute Darstellung verschiedener Vorschläge in P. Liesegang, Wissenschaftliche Kinematographie, Verlag Ed. Liesegang, Düsseldorf, 1920.

sind bei gewisser Distanz von dem Objekt die inhaltlich stereogeometrischen Unterschiede so gering, daß man ohne besondere Hilfsmittel nicht entscheiden kann, ob man nur zwei Spiegelbilder identischen Inhaltes hat oder Stereobilder mit teilweise verschiedenem Inhalte.

Bei dieser Gelegenheit möchte ich noch meine Beobachtung erwähnen, daß an den Grenzen, an denen die verschiedenfarbigen Anaglyphenbilder aneinanderstoßen, auch *Glanz* auftreten kann, genau wie dies im Stereoskop der Fall ist, wenn ein Bild ein Negativ, das andere ein Positiv ist. Die glänzende Erscheinung, die auf den Wettstreit des Eindruckes zurückgeführt wurde, und bei den Anaglyphen stark auftritt, ist ein Beweis der Parallelität dieser Wahrnehmungsvorgänge.

In der Kinematographie hat man die Vorführung höchster Frequenz von Stereobildern auf den gleichen Projektionsraum dazu benutzt, um einen räumlichen Eindruck zu erwecken. Aber auch hier haben wir stereometrisch verschiedene Bilder vor uns, die man *zeitlich* zu einer Einheit verschmelzen wollte. Notwendigerweise mußte man zur Aufnahme Kamerabewegung oder ein Stereoptik oder mehrere Aufnahmeapparate benutzen. Die Hochfrequenz der Aufnahme verlangt überdies ein so großes Filmmaterial, daß an eine Wirtschaftlichkeit des Verfahrens nicht zu denken ist. Daß *beide* Augen das Bild zugleich an einem Ort, und zwar an dem *gleichen* sehen, widerspricht auch den Bedingungen echten plastischen Sehens.

Es gibt noch andere Vorschläge für räumliches Sehen, die unter Benutzung von rhythmisch sich öffnenden Blenden oder unter Zuhilfenahme von Rastern oder Blenden eines Auges durch Seitenlicht jedem Auge das ihm allein zugehörige *stereoskopische* Bild bieten.

Wenn v. Rohr sagte, daß dem ausführenden Optiker leider in der Herstellung von binokularen Instrumenten und somit der stereoskopischen keine neue Prinzipien zu Hilfe kommen werden, so gilt dies auch für die stereoskopische Projektion und Kinematographie. Bei dieser Sachlage war über den Wert technischer Konstruktionen ein Sammelurteil durchaus möglich, wenigstens soweit es das technisch Optische und Mechanische betrifft. Das Schlußurteil finden wir daher bereits in »Wissenschaft-Kinematographie« von Paul Liesegang, 1920, Seite 200, in dem damals zugunsten des Anaglyphenverfahrens entschieden wurde. Nur die Frage blieb offen, ob der Photochemiker den Film herstellen

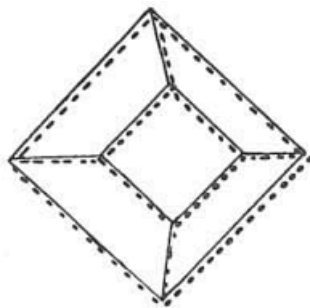


Abb. 16. Modell für geometrisch gleiche Anaglyphenbilder

kann, der hierfür in zwei verschiedenen Farben auf einfache Weise hergestellt werden soll. G. Kögel hat diese Frage mit dem Ozaphanfilm gelöst und zuerst gerade für das Anaglyphenverfahren den Ozaphanfilm vorgeschlagen. In Anbetracht des Umstandes, daß man auf dieser Basis zwar imstande ist, auch räumliche Farbenprojektion durchzuführen, aber in nicht so einfacher Weise wie die nicht farbige, ein Projektionssystem aber am besten an gar keine besondere Ausführung des Filmes gebunden sein soll, habe ich mich dem Verfahren der »Hohlspiegelprojektion« zugewandt, worüber in einem anderen Kapitel näheres ausgeführt wird.

Die Aufgabe war also, mit einem üblichen kinematographischen Aufnahmeapparat mit üblichem Filmmaterial und Frequenz Bilder zu gewinnen, deren Inhalt man raumgetreu sieht, ohne daß der einzelne Beschauer mit einer besonderen Betrachtungsvorrichtung, die zwischen ihm und dem Bilde liegt, beansprucht würde.

Es handelte sich somit ganz allgemein um die Aufgabe, ein einzelnes, auch *stehendes* Bild, ein Bild, das ursprünglich nur für *ein* Auge allein bestimmt war, projektiv-plastisch erscheinen zu lassen.

Hier sei noch erwähnt, daß die richtige Erkenntnis des räumlichen und plastischen Sehens regelmäßig auf persönliche Schwierigkeiten gestoßen ist. So hatten seinerzeit die Mitglieder der französischen Akademie zuerst sogar stereoskopische Bilder nicht einmal räumlich wahrnehmen können und waren bereit, das Prinzip zu verwerfen.

So berichtet Clerc: »A l'époque, où la stéréoscopie fut introduit en France, aucun des membres de la Section de Physique de l'académie des Sciences n'était physiologiquement capable de percevoir le relief stéréoscopique et Je principe même de la stéréoscopie allait être officiellement condamné si un Membre de l'académie, heureusement doué de deux jeux normaux, le chimiste Regnault, n'était intervenu.« P. C. Clerc, La Technique Photographique, Tome II Pag. 714. Daß die Anmerkung 1 auf Seite 713 die Arbeiten von Rohr und Gullstrand übersehen hat und irrtümlich ist, liegt wohl an der ungleichmäßigen Verbreitung der Literatur.

Daß außer dem Chemiker Regnault (geb. in Aachen 1810) kein Mitglied der Akademie »normale« Augen hatte, möchte ich bezweifeln. Daß sie aber »physiologisch« nicht imstande waren, die stereoskopischen Erscheinungen wahrzunehmen, ist durchaus verständlich. Schon infolge Nichtbetätigung der perspektivischen Betrachtung beim Sehen, das mit dem vielen Bücherlesen zurückgedrängt wird, konnten sie nicht räumlich sehen. Es fehlte ferner die Übung, Akkommodation und Konvergenz zu trennen. Regnault, der Direktor der Staatlichen Porzellan-

fabrik Sèvres war, hatte, als Mitbegründer und Vorsitzender der Photographischen Gesellschaft in Paris, sich schon vorher viel fach mit photographischen Bildern von Plastiken beschäftigt und war zur Gestaltsauffassung innerlich freier.

Das räumliche Sehen mittels Stereoskopie, das in seinen Anfängen, wie eben berichtet, zuerst Ablehnung gefunden hat, mußte nochmals in einer seiner wichtigsten Anwendungen, nämlich der stereoskopischen Distanzmessung, Gefahr der Ablehnung laufen. So berichtet A. Gleichen in »Leitfaden der praktischen Optik« 1906, Seite 170: »In den letzten Jahren ist ein Entfernungsmesser in der Werkstätte von Karl Zeiß in Jena ausgearbeitet worden, der auf einem ganz anderen – nämlich dem stereoskopischen – Prinzip beruht. Die neuzeitliche Anregung stammte von dem Ingenieur Hektor de Grossilliers in Charlottenburg²⁸⁾, der seine Idee der genannten Jenaer Firma zur technischen Ausarbeitung und geschäftlichen Ausnutzung mitteilte, nachdem er in ‚Berliner wissenschaftlichen‘ Kreisen nur sehr entmutigende Urteile über den Wert seiner Erfindung hatte hören müssen.« Die außerordentliche Bedeutung, die die stereoskopische Distanzmessung in der Folge gewonnen hat, ist bekannt.

Abgesehen von Vorurteilen, muß man also bei jedem Fortschritt der technischen Mittel für eine *Sinneswahrnehmung*, die aber zuerst eine Betätigung nicht geübter physiologischer Fähigkeiten verlangt, individuelles Versagen und gelegentlich vorlautes Inabredestellen voraussehen.

Zum Schlusse soll noch auf eine reproduktive Erscheinung der Plastik hingewiesen werden, auf die Erscheinungen der Eidetik, die besonders bei Jugendlichen häufiger zu finden sind, als man glaubte. Sie sehen bei geschlossenen Augen Gesehenes im Außenraum. Das eidetische Sehen ist eine psychische Außenprojektion und hat das normale binokulare und unokulare Sehen zur Voraussetzung. Da eidetisches Sehen nicht immer vorkommt, so hat es keine Pflege irgendeiner Art gefunden, schon auch deshalb nicht, weil die Erwachsenen das Kind vor allem mit Verstandesschulung allgemeiner Zugänglichkeit bilden²⁹⁾.

²⁸⁾ Zuerst wohl von A. Rolett im Jahre 1861 schon vorgeschlagen.

²⁹⁾ E. R. Jaensch, Die Eidetik, Verlag Quelle u. Meyer, Leipzig.