

UIT DE KURSUS IN DE LEER VAN HET ZIEN AAN DE LANDBOUW-HOGESCHOOL

DOOR

DR. E. GILTAY

HOGLERAAR AAN BOVENGENOEMDE SCHOOL

MET 5 FIGUREN

Reeds jaren achtereen geef ik aan onze School een korte, zogenaamde *Biezondere Kursus* in de *Leer van het Zien*. Hierin worden enige der voornaamste zaken omtrent bouw en werking van 't oog besproken, zoveel mogelijk door projectie en met andere hulpmiddelen toegelicht.

Verschillende hierbij te pas komende dingen zijn echter voor gelijktijdige waarneming door een groter getal hoorders ongeschikt. Deze liggen daarom na afloop van de voordrachten ter kennismaking, of worden dan eerst aan de deelnemers afzonderlijk gedemonstreerd. Ter toelichting dient hierbij het thans in druk gebodene.

Ook aan anderen, die dit mochten wenschen, wordt dit deel van de kursus, of het verlangde er uit, gaarne getoond.

1. Door KLÖNNE en MÜLLER geprepareerde helft van een *paarde-oog*, ter toelichting van de grovere bouw.

De voorhanden ooghelft ligt, door gelatine omgeven, in een glasdoos, met de snijvlakte tegen de deksel aan.

Het donkere objekt wordt door een er boven geplaatste elektrische lamp, die naar de beschouwer toe geblindeerd is, sterk verlicht.

Ter verklaring ligt er bij de van bijschriften voorziene fig. 7 op Taf. 1 van mijn *Das Sehen, besonders mit Rücksicht auf den Gebrauch optischer Instrumente*, Leiden, E. J. BRILL.

2. Dwaarsdoorsned (afkomstig van KLÖNNE en MÜLLER) van de retina van een aap, voornamelijk voor de in 't midden van het

veld voorhanden laag der waarnemende elementen (staafjes en kegels).

Door meting van afstanden van zulke waarnemende elementen in de menselijke gele vlek, is althans voor 't gemiddelde emmetrope mensenoog, dat opties voldoende bekend is (ligging der knooppunten!) gemakkelijk te berekenen, onder welke hoek details moeten worden gezien, opdat ze op afzonderlike, naast elkaar liggende zenuw-uiteinden worden afgebeeld. De hierbij verkregen uitkomsten stemmen met wat de ondervinding leert omtrent de fijnheid van ons zien zeer voldoende overeen. Zelfs heeft men getracht langs deze weg het niveau waarin de waarnemende elementen de indruk zouden opnemen nog nader te bepalen (zie bijv. W. NAGEL, *Handbuch der Physiologie des Menschen*, Bd. III, Braunschweig, VIEWEG und Sohn, 1905, *Augenbewegungen und Gesichtswahrnehmungen*, bearbeitet von W. ZOTH, p. 344 en volg.)

3. Illustratie omtrent het verband tussen de fijnheid van ons zien, en de grootte der netvliesbeelden met behulp van het door de *N. V. Chemigraphische Kunstinrichting v.h. Dirk Schnabel* te Amsterdam uitgevoerde portret, dat genoemde firma ter demonstratie van eigenaardigheden van 't autotypie-procédé deed vervaardigen.

Dichtbij bekeken blijkt de afbeelding te bestaan uit afzonderlike, grotere of kleinere, witte of zwarte vlekjes (de zogenaamde *rasterstippen*), achtereenvolgens in een zwarte of in een witte omgeving. Men kan nu die vlekjes alle afzonderlik waarnemen, doordien ze — zoals uit de sub 2 vermelde berekening zou volgen — minstens zò groot zijn, dat de netvliesbeelden, zowel van deze als van de tussenruimten, op afzonderlike waarnemende elementen vallen.

Op analòge wijze zou blijken, dat reeds op 2 à 3 M. afstand elk waarnemend element in kwestie beelden ontvangt, zowel van één of meer der rasterstippen, als ook van scheidende tussenruimten. Op laatstgenoemde afstand zijn dan ook de afzonderlike vlekjes in de figuur voor ons oog ineengevloed en derhalve onzichtbaar geworden, en men kan op de verschillende plekken in de plaat nog slechts meer of minder licht waarnemen, dat, gewoonlik geleidelik, in andere lichtsterkten overgaat.

Bij dergelijke illustraties in gewoon drukwerk, die dus bestemd zijn om zeer dichtbij te worden bekeken, zijn de rastervlekjes veel fijner en dichter opeen gelegen, en ze behoren dit zelfs in die mate te wezen, dat ze op gewone leesafstand niet afzonderlik waarneembaar zijn, en slechts door een loupe duidelijk uitkomen.

Zie hiervoor de verdere op tafel liggende voorbeelden, ook een enkele van autotypie verbonden met kleurendruk.

4. Zaken betrekking hebbende op 't lezen en schrijven van blinden, o.a. ter toelichting er van, dat bij het ontbreken van enig zintuig, het gebruik van andere meer ontwikkeld kan zijn.

a. Een der *Programma's*, uitgereikt aan bezoekers van het Instituut tot Onderwijs van Blinden te Amsterdam.

b. *Braille*¹⁾-tekens, zoals ze zich aan de hen betastende (aan de hen „lezende”) vingers voordoen.

Probeer ook eens op blinden-manier er iets van te lezen of.... te ontcijferen!

c. *Braille-schrift*, gezien van de zijde van waaruit men het prikt. Het wordt dus van rechts naar links geschreven, om gewoon, dus van links naar rechts, leesbaar te zijn.

d. *Instructies* van de vereniging De Nederlandsche Blinden-Bibliotheek te 's-Gravenhage voor het schrijven van blindenschrift.

e. De *blindenlei*, waarmede het door blinden leesbare schrift op papier wordt gebracht. Er bestaan ook speciale schrijfmachines, waarmee de gehele letter in eens geprikt wordt.

Wanneer het schrift niet voor lotgenoten bestemd is, werken blinden ook vaak met de gewone schrijfmachine.

f. Het *Evangelie van Johannes*, in blindendruk. Uitgegeven door het Nederlandsch Bijbelgenootschap. Gedrukt te Haarlem bij JOH. ENSCHEDÉ en Zonen, 1893.

g. MOLIÈRE, *Le Médecin malgré lui*, in blindendruk.

h. CHOPIN, *Marche funèbre*. Voorbeeld van muziek in blindendruk.

i. *Daily Mail, Edition for the Blind*. London, E. C., Carmelite house. Weekblad voor blinden.

j. *Spel kaarten* voor blinden.

k. *Der Blindenfreund, Zeitschrift für Verbesserung des Loses der Blinden*. Düren, Jahrg. XXXIV, nr. 5.

l. *Katalogus van de Nederlandsche Blindenbibliotheek* (gevestigd te 's-Gravenhage, Veenkade, 48).

m. H. J. LENDERINK, *Blind en doofstom te gelijk*. Haarlem,

¹⁾ BRAILLE (1806—1852), eerst leerling en later leraar aan een blindeninstituut te Parijs, was zelf op zijn 3e jaar blind geworden. Het door hem bedachte en naar hem genoemde schrift werd in 1879, op een internationaal Kongres van blinden-onderwijzers te Berlijn, algemeen aangenomen.

TJIBENK WILLENK, 1908. Toelichting er van, dat zelfs als twee zintuigen ontbreken, soms nog vrij veel ontwikkeling mogelijk is.

5. Kontrastkleuren, toegelicht met de figuren op pag. 82 en 83 in KLINCKSIK en VALETTE, *Code des Couleurs à l' Usage des Naturalistes, Artistes, Commencants et Industriels. 720 Echantillons de Couleurs classés d'après la Méthode Chevreul simplifiée.* Paris, PAUL KLINCKSIK, 1908. De vier figuren op genoemde pagina's bestaan uit een zelfde soort grijs getinte tekening, in een omgeving (tegen een „achtergrond”), die wit, groen, blauw en geel is. Onder invloed van de omgeving, waar die gekleurd is, wordt de tekening in kwestie zeer duidelijk rose, oranje, violet, doch verliest deze kontrastkleur, zodra door een stukje karton met geschikte opening, de kleuromgeving wordt weggenomen.

6. Foto van het ringgebergte Tycho en omgeving ¹⁾, ter illustratie van de werking van onbewuste factoren bij ons zien.

Wanneer de foto, op tafel liggende, wordt rondgedraaid, dan ziet men gewoonlijk in sommige standen het reliëf hol, in andere bot, en wel eerst, zonder dat men zich van iets dat hierop invloed kon hebben rekenschap kan geven. Bij nader overleg blijkt echter de aard der voorstelling, evenals gewoonlijk, op vroegere onder- vinding te berusten, en afhankelijk te wezen van de zijde van waar 't licht invalt. Immers, daar bij laag genoeg staande licht- bron, de naar de lichtzijde gekeerde helling van een holte in de schaduw ligt, terwijl deze bij een verhevenheid juist 't sterkst verlicht wordt, ziet men Tycho c/a gewoonlijk als holten, wanneer de lichtsterkste delen van de vensters afgekeerd zijn, en als ver- hevenheden, in 't tegenovergestelde geval. Het eigenaardige is

¹⁾ Ontleend aan Taf. VI in L. WEINER, *Astronomische Beobachtungen an der Sternwarte zu Prag. in den Jahren 1892—1899, nebst Zeichnungen und Studien der Mondoberfläche nach photographischen Aufnahmen.* Prag, HAASE, 1901.

Tycho is één der circa 50.000 kraters en ringgebergten, die op de naar ons toegekeerde zijde van de maan bekend zijn (MÜLLER, *Lehrbuch der kosmischen Physik*, 5e umgearbeitete und vermehrte Auflage von PETERS, p. 206). De diameter er van is 85 K.M. (FLAMMARION, *Astronomie populaire*, p. 158) — een afstand nagenoeg als van Amsterdam naar Arnhem — en hij bereikt een hoogte van 5200 M. (*Annuaire* voor 1905 van het *Bureau des Longitudes*, p. 249), meer dus dan de Mont-Blanc (4810 M.). Over 't algemeen zijn bergen op de maan belangrijk hoger dan die op aarde, naar men wel meent ten gevolge daarvan, dat de zwaartekracht op onze satelliet maar ongeveer $\frac{1}{6}$ bedraagt van dat ze bij ons is (FRANZ, *Der Mond*, deel 90 van *Aus Natur und Geisteswelt*, Leipzig, TEUBNER, 1906, p. 69), ofschoon toch weer de hoogste voor de aarde bekend zijn (de *Gaurisankar* bijv., in de Himalaja, is 8840 M., zie *MEXER'S Konversationslexikon*, 6e dr., dl. 7, p. 408).

dus, dat men dit zo waarneemt, zonder zich er dadelik bewust van te zijn, wat de aard onzer opvatting bepaalt.

Het was de bekende dr. PULFRICH van de firma ZEISS te Jena, die mij op dit fraaië geval opmerkzaam maakte.

7. Anaglyfen, d.w.z. een soort stereoskoopplaten, waarvan de beide beelden in verschillende kleur, iets verschoven, over elkaar heen zijn gedrukt, terwijl elk der ogen, slechts, of in hoofdzaak, het er voor bestemde beeld ontvangt, met behulp van geschikt gekleurde brillleglazen ¹⁾.

Het volgende ligt ter bezichtiging:

a. *Een kamer.* Let er op, dat als men zich wat snel heen en weer beweegt, dingen op de voorgrond (de stoel!) meegaan. Verklaring: de eenvoudigste wijze, waarop men zich duidelijk kan maken, dat niettegenstaande zijn eigen beweging, toch objecten tegenover dezelfde plaats van de achtergrond worden gezien, is, aan te nemen — anders gezegd zich voor te stellen — dat de objecten zich met ons mee bewegen.

b. *Een standbeeld in het Louvre-museum.* Bekijk dit eerst op de gewone manier (rode glas links), en houd dan de lorgnet andersom voor de ogen. In het laatste geval krijgt dus het rechteroog het beeld, dat eigenlijk voor het linker bestemd was, en omgekeerd. Een gevolg hiervan is, dat wat we eerst vóór iets anders zagen, nu er achter wordt waargenomen, of anders uitgedrukt, dat het reliëf wordt omgekeerd, zodat verheven dingen zich nu verdiept voordoen, en verdiepte verheven. Zie voor de verklaring onder c.

Men ziet dus nu het beeld achter de muur staan, of eigenlijk: men ziet dingen die achter het beeld tegen de muur hängen, nu er vóór zweven. Daar echter deze nieuwe toestand iets zeer ongewoons is, lukt het niet ieder dadelik, zich dit voor te stellen. Men geve echter de zaak niet te gauw op: wie twee goede ogen heeft, zal toch ten slotte het beeld wel achteruit zien gaan. Merkwaardigerwijze geeft men daarbij vaak op, dat dit geleidelik gaat: het wordt dan eerst *in* de muur gezien, en ten slotte *er achter*.

Onder no. 9^a zullen we ondervinden, dat als bestaande begrippen *te seer* met genoemde wijziging in het reliëf strijden, deze niet meer wordt waargenomen.

¹⁾ Zoals ik in een verhandeling van GRÜTZNER zie (*Einige Versuche über stereoskopisches Sehen*, Archiv für die gesammte Physiologie, Bd. 90, 1902, p. 326) werd deze *kleurenstereoskopie* reeds in 1853 bedacht door ROLLMANN (Poggend. Ann., Bd. 30 (90), p. 186). Ik vermoed dat de uitvinding der anaglyfen, door DUCOS DU HAURON, later wel onafhankelijk zal zijn geschied.

c. Verklaring er van, dat verwisseling der helften van een stereoskoopplaatje tot omkering van het reliëf aanleiding geeft (zie fig. 1).

Stel de ogen L en R zien naar een lijn A B (evenwijdig aan de verbindingslijn van de ogen en midden er vóór), terwijl in P of ook in R een of ander klein lichaampje, een of ander merk wordt geplaatst. De afbeeldingen op 't netvlies van de grenspunten A en B, en verder die van P of R, vallen dus, zoals de figuur aanwijst, in α en β , en in π of ϱ .

De voorstellingen in de ruimte, waartoe deze netvliesbeelden aanleiding geven, kunnen echter ook verkregen worden, indien ergens, evenwijdig aan AB, bijv. in CD, aan elk der ogen afzonderlijk een geschikte vlakke voorstelling, als stereoskoopplaatje geboden

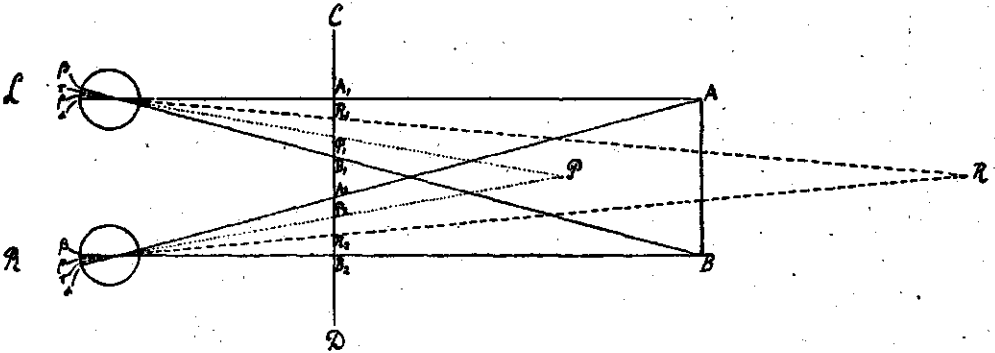


Fig. 1

wordt, waarbij dan geschikte lenzen (de okulairs van de stereoskoop) scherpe afbeelding op 't netvlies bewerken. Op de aangegeven plaats zullen dan de grenspunten van de lijn moeten wezen in A_1 en B_1 en in A_2 en B_2 , en de afbeelding van 't merk in P_1 en in P_2 , of in R_1 en in R_2 . Bevindt zich deze laatste afbeelding in P_1 en in P_2 dan ziet men het merk zelf in P; zijn de figuren in R_1 en in R_2 , dan stelt men zich het merk in R voor.

Onderstel nu, dat we een stereoskoopplaatje gebruiken met het merk in P_1 en in P_2 , maar dat we de beide helften van het plaatje verwisselen, dan komt dus P_1 circa op een plaats waar eerst R_2 was, en P_2 ongeveer naar R_1 zich bevond, wat dus wil zeggen, dat, terwijl het merk eerst vóór AB werd gezien, het na genoemde verwisseling er achter wordt waargenomen. Omgekeerd zal, indien het merk op 't stereoskoopplaatje eerst in R_1 en in R_2 was, (en dus achter AB werd gezien), na de verwisseling der helften van het plaatje het merk zich vóór AB tonen. Het zal nu ook begrijpelijk zijn, dat, door bedoelde verwisseling, wat

bol was, hol gezien wordt, en omgekeerd, m.a.w., dat het reliëf er door wordt omgekeerd.

d. Als voorbeeld van praktische toepassingen van anaglyfen ligt ter inzage: H. VUIBERT, *Les anaglyphes géométriques* (Paris, libraire VUIBERT, Boulevard Saint-Germain 63), waarin de plaatjes worden gebruikt, om personen met slecht voorstellingsvermogen bij stereometrische figuren het zien in de ruimte te vergemakkeliken. Bij de figuren in dit boek moet *rood* vóór het rechteroog worden gehouden! Zie vooral de figuur op p. 25, en let op de veranderingen, die de cylinder ondergaat, als men het boek verderaf of dichterbij houdt, — en zich dus tevens de grondvlakte van de cylinder op groter of op kleiner afstand denkt — en ook als men zich beweegt (rechts of links, of voor- of achteruit). Ter verklaring bedenke men:

vooreerst, dat zowel de hoge cylinder, die men zich (verderaf) denkt als men verder van 't boek af is, als ook de lage die men meent waar te nemen als men er zich dichtbij bevindt, *als werkelijkheid* beelden op de netvliezen zouden geven, kongruent met die, welke de ogen, op de genoemde afstanden, van de figuren in „VUIBERT” krijgen;

en verder, dat de verklaring voor het meegaan van de hogere delen van de cylinder met onze zich evenwijdig aan 't papier bewegende ogen analoog is, aan wat daareven, onder *a*, vermeld werd.

8. Parallax-Stereogram. *The scientific Shop*, Chicago, heeft een soort stereoskoopplaatjes in den handel gebracht, als gewoonlijk bestaande uit twee tekeningen, die echter elk, volgens evenwijdige richting, in een groot aantal gescheiden delen zijn gesplitst, welke, op geringe afstand met elkaar afwisselend, naast elkander voorkomen. Bij bezichtiging ontvangt echter elk der ogen slechts 't beeld van één, en wel ten gevolge van een er op liggend scherm (zie fig. 2)¹⁾; dit laat nl. voor elk oog slechts één der voorstellingen onbedekt, en doet de waargenomen figuren voor beide ogen verschillend zijn.

Het ter beschikking liggende voorbeeld van *parallax-stereogrammen* — zoals de uitgever deze objecten noemt — bestaat in een voorstelling van de maan; de beide foto's waaruit de plaat bestaat, zijn opgenomen 9 Augustus 1892 en 9 October 1903.

Als men dit object, zo ongeveer op armslengte, bijv. vóór een krachtige elektrische lamp houdt, krijgt men een fraaie lichamelijke

¹⁾ Overgenomen uit: *The scientific Shop*, circular 325, 4th ed., p. 19, fig. 454 c.

voorstelling, die, afhankelijk van de hoek welke de plaat maakt met de richting waarin we kijken, *bol* of *hol* is, en bij slechts zeer geringe verandering in de juist vermelde hoek, van *bol*, *hol* wordt, of omgekeerd. Men merke hierbij nog op, dat de bolle maan verderweg wordt gezien dan de omlijsting van het object, en groter dan de holle, die dichterbij dan de lijst worden waargenomen.

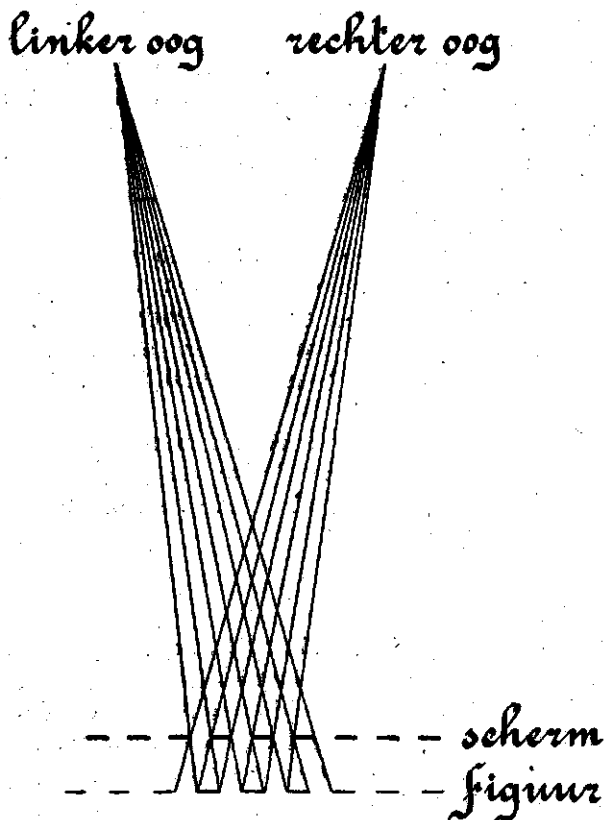


Fig. 2

De verandering van het reliëf wordt, zoals we onder no. 7 juist zagen, daardoor teweeg gebracht, dat de tekeningen die de afzonderlijke ogen waarnemen, verwisseld raken; immers, als de door „scherm” en „figuur” in fig. 2 aangewezen delen, in 't vlak van 't papier wat worden gedraaid, dan zal weldra, bijv. het rechteroog, in plaats van de lichte delen (tussenruimten der streepjes), de donkere (de streepjes zelf) komen te zien, en omgekeerd het linker oog de lichte in plaats van de donkere. Het groter of kleiner worden van de voorstelling staat in verband met de afstand, waarop we ons het waargenomene denken, en zal onder no. 9^v nader worden verklaard.

9^a. Enige fraaie, en tevens gemakkelijke gewone stereoskoopplaatjes. Door gereede herkenning van de voorstelling op één der helften van het plaatje, krijgen we, al zonder stereoskoop, een levendige voorstelling van wat afgebeeld is, zodat we al zonder dit werktuig lichamelik zien. Met stereoskoop bekeken, is echter de ruimte-voorstelling belangrijk sterker.

9^b. Enige gevallen, waarin zonder stereoskoop de juiste ruimte-voorstelling moeilijker te krijgen is, en soms, geheel of ten dele, zelfs niet. Tevens gevallen waarin stereoskoopplaatjes voor wetenschappelijke doeleinden worden gebruikt, waarvan later nog meer voorbeelden komen.

Ter beschikking liggen:

a. Een voorbeeld van grote overeenstemming in uiterlik van een op een boomstam zittend vlindertje, met het korstmoss op die boom. De puzzle is dus: *soek de vlinder*.

β. *Axolotl-embryo* (uit *Bioplast-bilder* van MENDEL, Naturwissenschaftlich-stereographisches Verlag, G. m. b. H., Berlin, 1909).

γ. *Wielewaal*, uit A. BURDET, *Les oiseaux et leurs nids*, II no. 44.

δ. *Koffie* op Porto-Rico, no. 10901 uit de kollektie „ZAHNER“, Niagara-Falls.

ε. *Bananen-oogst* op Porto-Rico, no. 10908 uit dezelfde verzameling als de vorige.

ζ. Toelichting van de werking van cylinderlenzen, uit: dr. med. G. FRANKEL, *Die Wirkung der Cylinderlinsen, veranschaulicht durch stereoskopische Darstellung*, Wiesbaden, BERGMANN, 1888, no. VII.

η. Een paar plaatjes afkomstig van Prof. Dr. D. VAN GULIK, met betrekking tot samenstelling van trillingsbewegingen. Zie verder bijliggende verklaring, en eventueel ook *Handelingen van het Nederlandsch Natuur- en Geneeskundig Congres*, 1903, p. 124.

θ. No. 4 uit de *Sammlung von stereoskopischen Röntgenbildern, herausgegeben von Prof. Dr. HILDEBRAND, Dr. SCHOLZ, Prof. Dr. WIETING-PASCHA*, Wiesbaden, BERGMANN, I, 3e Aufl., 1911, voorstellende de *arterieën* uit buik en bekken. Deze zijn voor Röntgenstralen fotografeerbaar gemaakt door inspuiting met fijn verdeeld kwik. (N.B. Hierbij de bril-stereoskoop gebruiken!)

ι. De „Annexe“ tot JEAN MASSART'S *Esquisse de la Géographie botanique de la Belgique*, Bruxelles, LAMERTIN, 1910, o.a. bevattend „deux cent quarante-six phototypies stéréoscopiques“, waarvan enige door bladwijzers ter nadere beschouwing zijn aanbevolen.

x. DOVE heeft in zijn *Optische Studien*¹⁾ aangetoond, dat originele druk en de kopie er van zich dikwijls gemakkelijk laten onderscheiden door stereoskopiese vergelijking van twee overeenkomstige gedeelten. Het is namelijk, behalve door fotografie, niet doenlijk, een kopie in die mate aan een origineel gelijk te maken, dat plaatselijk geen verschuivingen worden gevonden, die bij stereoskopiese beschouwing bewerken, dat 't betrokken onderdeel op andere afstand optreedt dan de rest van de figuur.

Ter illustratie twee door gewone boekdruk verkregen, en tot één stereoskoopplaatje AB verenigde tekststukken *a* en *b*, waarbij er nog zeer naar is gestreefd de beide zetsels volkomen gelijk te maken, iets dat bij gewone nadruk wel nooit 't geval zal zijn. Toch toont de stereoskoop talrijke afstandsverschillen. Slechts wanneer 2 afdrukken van helft *a* (plaatje A) of ook 2 van *b* (plaatje B) in de stereoskoop worden bekeken, verdwijnen zulke verschillen geheel of bijna geheel. Kleine verschuivingen blijven altijd nog mogelijk, als bij het drukken het papier ergens wat meer of wat minder gerekt is dan op de korresponderende plek op de andere afdruk.

Voor onderscheiding van echte en nagemaakte bankbiljetten is deze methode door bovengenoemde DOVE ook wel aanbevolen. Volgens NATERNI, Directeur van de afdeling „Bankbiljetten” der Oostenrijks-Hongaarse bank te Weenen, treden echter bij deze papieren door 't vochtig maken bij 't drukken zo gemakkelijk kleine verschuivingen op, dat slechts zelden twee echte exemplaren stereoskopies in 't geheel geen afstandsverschillen tonen²⁾. —

Behalve deze kunnen des verkiezende nog verschillende andere voorbeelden worden getoond, ontleend aan ELSCHNIG (*Atlas der pathologischen Anatomie des Auges*), HEGENER (*Krankhafte Veränderungen der Form und Stellung der Ohrmuschel*), SCHEFFER (*Zur stereoskopischen Abbildung mikroskopischer Objekte*), SOMMER (*Anatomischer Atlas in stereoskopischen Röntgenbildern*).

9c. No. 2 en 3 uit de „Trente objets géométriques” uitgegeven door Maison JULES DUBOSCQ (PH. PELLIN), Rue de l'Odéon, 21, Paris.

Men bekijke eerst deze plaatjes zonder stereoskoop, en vrage zich af, wat ze voorstellen. Niemand zal dit dadelijk zien, en weinigen zullen 't na kort overleg raden. De oorzaak is, dat we de voorgestelde lichamen te zelden hebben waargenomen, dan dat we ze zouden kunnen herkennen uit afbeeldingen als deze,

¹⁾ Volgens HARTWIG, *Das Stereoskop*, TEUBNER, 1907, (Bandje 135 van *Aus, Natur und Geisteswelt*), p. 25.

²⁾ HARTWIG, l. c., p. 26.

die o.a. geheel schaduwloos zijn. Buitendien zijn de figuren te samengesteld, om vlug te kunnen bedenken, hoe vermoedelijk de onderdelen in de ruimte gelegen zijn. Niets zegt ons dus, wat vóór is, wat achter, hetgeen bijvoorbeeld wél het geval zou zijn, met zelfs de eenvoudigst denkbare omtrektekening van een gezicht „en face”, want dan weet ieder dadelik, dat de neus vóór de oren staat, om maar iets te noemen. Bekijken we echter de plaatjes met een stereoskoop, dan dringt zich de betrekkelijke ligging der onderdelen onweerstaanbaar aan ons op, en bij no. 3 bijv., zien we de twee aan elkaar sluitende pyramiden levendig. Houdt men vervolgens één oog toe, terwijl men in de stereoskoop blijft kijken, dan verdwijnt de gedwongen lichamelijke voorstelling onmiddellik.

9^a. Dr. C. PULFRICH's *neue Prüfungstafel für stereoskopisches Sehen* (No. 2 der *Wissenschaftliche Stereoskopbilder herausgegeben von Carl Zeiss, Jena*), en zijn geschrift hierover in het *Zeitschrift für Instrumentenkunde*, 1901, Heft 9.

Eén der gevallen, waarin men zonder stereoskoop geheel niet kan waarnemen of bedenken, hoe bepaalde onderdelen van de figuur met betrekking tot elkaar in de ruimte gelegen zijn, en hoe ze dus gedacht, gezien moeten worden. Bij de voorbeelden van de eerste serie (9^a), wisten we zonder stereoskoop al dadelik „wat we zien moesten”; hier echter is de eerste gewone aanleiding tot ruimte-voorstelling, nl. herinnering en herkenning, geheel weggevallen, en missen we zonder stereoskoop alle gedwongen lichamelijke voorstelling. In een geval als dit is dus de betekenis van genoemd werktuig verreweg 't treffendst.

9^e. Dubbel-foto van een werkplaats van P. J. KIPP en Zonen, J. W. GILTAY, Opvolger, Delft, en wel *a* als *echt stereoskoopplaatje* (beide helften verschillend) en *b* als *pseudo-stereoskoopplaatje* (beide helften gelijk).

Het geldt hier iets, dat we al door een gewone foto ons gemakkelijk voorstellen. Dit wil dus zeggen, dat we door onze ondervinding in het zien de overeenstemming met bestaande begrippen gemakkelijk herkennen, zodat we de onderdelen van het netvliesbeeld in onze voorstelling zonder moeite op zulke afstanden brengen, dat 't geheel in genoemde ondervinding past (dus: *herinnerings-ruimtevoorstelling*).

Aan sommigen, vooral als ze weinig ondervinding in het zien van stereoskoopplaatjes hebben, schijnt 't hierdoor wel toe, dat beide plaatjes gelijk zijn. Mocht dit met u 't geval wezen, ga dan niet

te gauw verder. Haast zeker zult ge 't verschil toch waarnemen. En merkt ge 't eenmaal op, dan zult ge bespeuren dat 't groot is, en ge zult niet begrijpen, dat 't u niet vroeger heeft getroffen.

9f. Stereoskopie is duidelijker naarmate het verschilzicht in de beide ogen groter is.

De brugteuning van dit plaatje zien we dan ook zo treffend lichamelik, omdat hierbij de beide grote oorzaken voor stereoskopie sterk werkzaam zijn, namelijk *herinnering* en *verschilzicht*; de kerk in de verte is belangrijk minder duidelijk lichamelik, omdat bij deze maar één oorzaak voor stereoskopie hoofdzakelijk van betekenis is, en wel de *herinnering*.

9g. Twee afgeknotte pyramides (no. 5 uit de onder no. 9^a al vermelde *Trente objets géométriques* van Dubosco) ¹⁾. Verrassend mooie toelichting er van, dat een ding des te groter wordt gezien, naarmate, bij in afmeting onveranderd netvliesbeeld, we 't ons verderaf denken.

Het plaatje toont ons twee pyramide's boven elkaar, van welke de grondvlakten even ver van ons worden waargenomen. De ene zien we echter naar ons toegekeerd, de andere van ons af, zodat het eindvlakje van die laatste veel verder weg wordt waargenomen, dan het eindvlakje van de andere. Nu zijn op het stereoskoopplaatje de figuren van het eindvlak alle even groot, dus ook de netvliesbeelden er van, derhalve moet het eindvlak dat we ons verderweg voorstellen, ook groter zich voordoen dan het andere (vgl. met het parallax-stereogram onder no. 8).

Dit objekt geeft er opnieuw een illustratie van, dat na verwisseling der beide helften van een stereoskoopplaatje, datgene wat eerst vóór gezien werd, vervolgens achter wordt waargenomen, en omgekeerd (vgl. met nos. 7^b en 8). Immers de figuren van elk der beide pyramiden verschillen alleen, doordien bij de ene rechts is geplaatst, wat bij de andere links voorkomt, en omgekeerd.

9h. Omkering der helften van een stereoskoopplaatje levert toch niet altijd omkering van het reliëf. De door het vorige nummer opnieuw geïllustreerde omkering van reliëf toont zich, gelijk onder no. 7^b al gezegd, alleen, als we deze, in verband met vroegere ondervindingen, ons nog kunnen denken. Wanneer dus

¹⁾ Dit fraaie plaatje is overgenomen in mijn *Das Sehen*; zie no. 1.

bij verwisseling van de beide helften van het stereoskoopplaatje van een gelaat, dit laatste alleen minder mooi in de ruimte kan worden gezien, maar in 't geheel niet, of slechts moeilijk of maar ten dele hol, met de neus verder weg dan de oren, dan is dit wel een gevolg daarvan, dat in deze vorm een gezicht onder onze bestaande begrippen niet voorkomt ¹⁾.

9i. Eén der oorzaken waardoor we de (subjektieve) voorstelling van **gans** aan een voorwerp krijgen, is, dat de beelden in de beide ogen verschillend lichtsterk zijn.

Illustratie met behulp van no. 1 uit de *Zwölf Darstellungen des stereoskopischen Glanzes an Krystallformen* von J. MARTIUS-MATZDORFF, Berlin, WINCKELMANN & Söhne.

9j. Taf. 8 uit de 1e serie van *WOLF's Stereoskopbilder vom Sternhimmel*, Leipzig, BARTH, 1906, ter toelichting van één der verschillende manieren, waarop stereoskopie in de sterrekunde veelvuldig wordt toegepast.

Het plaatje toont een „vaste” ster uit Orion — bedoeld is die in 't midden — welke door achtereenvolgende fotografie op 5 Februarije 1896 en op 19 December 1900, en door gelijktijdig bekijken van afdrukken der beide foto's in een stereoskoop, blijkt niet vast te zijn. Bedoeld hemellichaam heeft dus ter genoemde tijden, ten opzichte van de omgeving een andere stand ingenomen, waarvan het verschil in de beide foto's, en 't feit dat het stereoskopies uit 't vlak der andere sterren treedt, een gevolg is ²⁾.

¹⁾ Het is wel interessant — ofschoon begrijpelijk — dat die omkering, zoals we bij het parallax-stereogram (no 8) zagen, met een bolvormig lichaam als de maan wel lukt, evengoed als deze ook gemakkelijk verkregen wordt met behulp van 't hierbij voorhanden doorgesneden stereoskoopplaatje van de op tafel staande kolf, bij welke de plaats der oppervlakte door krijstreepjes op het dof gemaakte glas goed zichtbaar is aangegeven. Dat in deze beide gevallen bedoelde omkering zo gemakkelijk verkregen wordt, berust natuurlijk daarop, dat behalve bolvormige, ook holle, schotelvormige lichamen ons lang bekend zijn.

²⁾ Wat vroeger slechts door vergelijking van nauwkeurige metingen der afzonderlijke sterren kon worden gevonden — volgens astronomen een zeer tijdrovend werk — wordt tegenwoordig alleen al met een paar foto's, bij een hele groep tegelijk, in hoofdzaak haast door één blik in de stereoskoop verkregen. Hierdoor is dan ook in later tijd reeds bij talrijke hemellichamen op de getoonde wijze een verplaatsing gevonden, en wat de aard betreft, nader bepaald (*Wolf's Stereoskopbilder*, 2e Serie, de tekst bij Taf. 1). Wel voortdurend zullen nieuwe dergelijke gevallen zich stereoskopies verraden. Eén der eerste kleine planeten die op deze wijze ontdekt zijn, kreeg de naam *Stereoskopia*. (Zie *Annuaire publié par le Bureau des Longitudes pour l'An 1912*, p. 327.)

Evenwel, ook de sterren uit de omgeving ziet men niet alle precies op dezelfde afstand, en van die verraden zich dus ook enige, op dezelfde wijze, als niet vast.

De grote afmetingen der sterren op het plaatje ontstaan bij langer verlichting van de gevoelige plaat, of ook bij zeer heldere sterren, altijd; dit is tot nog toe niet te vermijden (zie de tekst bij Taf. 2 van genoemde *Stereoskopbilder*, 2e Serie).

9^k. Stereoskopiese foto van een explosie (no. 8 der *Wissenschaftliche Stereoskopbilder herausgegeben von Carl Zeiss*). De paraboolachtige banen der uitgeslingerde, en tevens door de aarde aangetrokken deeltjes zijn fraai zichtbaar.

9^l. Geestverschijning. Wordt een foto in tweeën geëxposeerd, terwijl tijdens de pauze een deel van 't tafereel wordt weggenomen, of ook er iets wordt bijgebracht, dan is ten slotte, ter plaatse van dat bijgebrachte of weggenomene, ook de achtergrond zichtbaar.

Toepassing van dat beginsel als „geestverschijning” ¹⁾.

9^m. Het ontstaan van kegelsneden toegelicht volgens de methode van MACH ²⁾ (No. 19 der *Wissenschaftliche Stereoskopbilder herausgegeben von Carl Zeiss*).

Achtereenvolgens worden op de juiste plaats in de ruimte een houten kegel en daarbij passende kegelsneden stereoskopies gefotografeerd. Het verkregen plaatje toont dan, in de stereoskoop gezien, de kegel doorzichtig, en gelijktijdig, als doorsnijdingsfiguren, bedoelde kegelsneden. Hiermede kan dus worden gedemonstreerd, dat een kegel (bijv. het model in hout, en dat inwendig, zolang 't gaaf blijft, niet te bereiken is), tot doorsnijdingsfiguren

Naarmate het — schijnbaar althans — een langzamer verplaatsing geldt — is voor de ontdekking een langer tijdsverloop tussen de datums der foto's noodzakelijk. De waarde van oude opnamen stijgt hierdoor met den dag. Voor de kennis en voor het begrip van de sterrenwereld zijn zulke plaatsveranderingen natuurlijk van groot belang.

¹⁾ Reeds BREWSTER, die zich zoveel met stereoskopie heeft beziggehouden, heeft zulke geestverschijningen gemaakt. Zie: Sir DAVID BREWSTER, *The Stereoscope*, London, JOHN MURRAY, 1856, p. 205 en 206.

²⁾ Dr. E. MACH, *Ueber wissenschaftliche Anwendungen der Photographie und Stereoskopie*. Sitz. Ber. der Wiener Akad., mathem.-naturw. Klasse, II Abth., Juni 1866, herdrukt in zijn *Populär-wissenschaftliche Vorlesungen*, Leipzig BARTH, 3e Aufl. 1903, p. 124 en volg.

met bepaald gerichte vlakken bovenbedoelde cirkel, ellips, parabool en hyperbool heeft.

De hier getoonde methode is door Prof. MACH in vele gevallen meer met succes toegepast, zo bij demonstraties omtrent: *a.* de samenstelling van machine's en *b.* de betrekkelijke ligging van anatomiese delen. Het beginsel is dus hetzelfde als dat der „geestverschijningen" van BREWSTER (zie vorige nummer), doch MACH's toepassing werd door hem onafhankelijk gevonden (zie p. 127 in hetzelfde artikel, als in noot 2 op de vorige pagina vermeld).

9ⁿ. Stereoskopie zonder stereoskoop. Ook zonder stereoskoop is het mogelijk, voor dit werktuig bestemde plaatjes onberispelijk stereoskopies te zien, als men maar voldoende macht over zijn ogen heeft. Probeer dit bijv. eens met 't hier voorhandene (hetzelfde objekt als bij 9^m).

Zorg daartoe, dat het beschouwde niet te dicht bij u is, tracht de oogassen ongeveer parallel te doen zijn, en staar dus in de verte; richt het linkeroog naar de linkerfiguur, en het rechteroog op de rechtse, en tracht aldus de beelden op *korresponderende plaatsen* van de netvliezen te krijgen.

Voer deze proef eerst uit met het doorgesneden exemplaar; de zaak is dan veel gemakkelijker, omdat men, ten einde de beelden op de juiste plaats van 't netvlies te krijgen niet van de ogen alleen afhankelijk is, maar ook door verschuiving der plaatjes, 't gewenste bereiken kan. Ook met 't gave plaatje lukt 't echter wel.

9^o. Afwijkingen van de werkelijkheid in de voorstellingen door stereoskoopplaatjes opgewekt. Soms kan men zien, dat de door stereoskoopplaatjes verkregen voorstellingen minder of meer van de werkelijkheid verschillen: objekten schijnen niet op de juiste afstand zich te bevinden, of ook — wat eigenlijk op hetzelfde neerkomt — ze doen zich uitgerekt of samengedrukt voor.

Dit wordt daardoor teweeg gebracht, dat de netvliesbeelden niet voldoende overeenstemmen met wat de werkelijkheid zou opleveren, doordien of de beide opnamen niet uit de voor de ogen passende onderlinge afstand zijn gefotografeerd, of ook de brandpunts-afstanden van de kamera-objektieven en van de stereoskoop-okulairen niet van de juiste bij elkaar behorende waarde zijn.

Ter verklaring het volgende (fig. 3).

Op het stereoskoopplaatje S, dat aan de ogen L en R

geboden wordt ¹⁾, moeten, zoals men ziet, om de aan P_1 en P_2 , en ook aan R_1 en R_2 beantwoordende delen bij P en R te zien, de lijnen $A_1 B_1$ en $A_2 B_2$ op de aangegeven wijze door de eerstgenoemde punten worden verdeeld. Men kan zich het plaatje S daartoe gevormd denken, door te onderstellen dat bijv. bij L en R de objectieven van een geschikte stereoskoop-kamera geplaatst zijn geweest, met behulp waarvan een werkelijkheid P en AB of ook R en AB is gefotografeerd; we denken ons dus hierbij de eenvoudigheidshalve samengevallen gedachte knooppunten der objectieven bij k_1 en k_2 , en op de geschikte afstand links er van de beeldopvangende platen.

Indien echter bij het maken van het stereoskoopplaatje, de objectieven eens wat verder uit elkaar hadden gestaan — bijv. bij L_1 en R_1 in fig. 4 — zodat de werkelijkheid P of R en AB

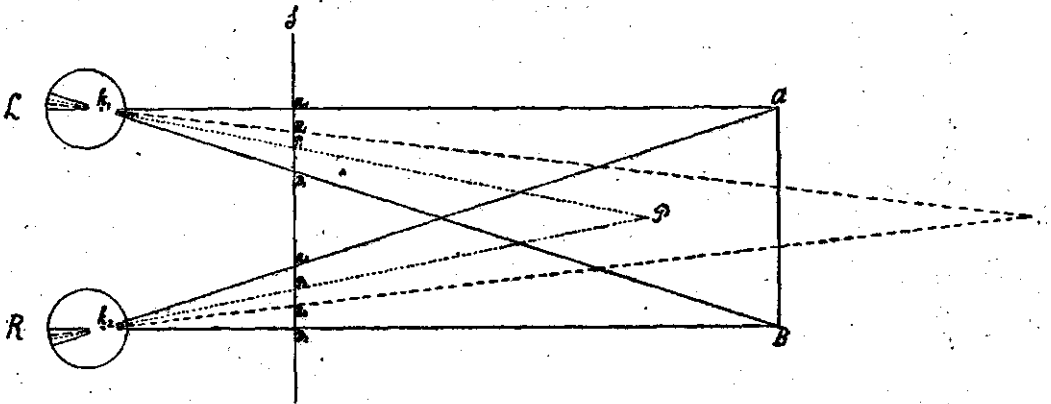


Fig. 3

meer van opzij opgenomen ware, dan zouden de plaatsen R_1 en P_1 en ook P_2 en R_2 dichter respectievelijk bij A_1 en B_1 of ook bij A_2 en B_2 zijn gekomen.

Een naar dit plaatje kijkend ogenpaar zou ook nog een juiste voorstelling van de werkelijkheid verkrijgen, indien maar de ogen in dezelfde mate verder uit elkaar stonden ²⁾, wat aanstonds uit fig. 4 blijkt.

¹⁾ Eenvoudigheidshalve wordt ondersteld, dat de ogen hier zonder stereoskoop het plaatje bekijken — dus volgens de in 't voorafgaande nummer juist gebezigde methode — zodat zonder dit werktuig de netvliesbeelden scherp zijn.

²⁾ Bij sommige dieren, ook bij kleinere, komen feitelijk veel grotere oog-afstanden voor dan bij de mens; door vriendelijke bemiddeling van dr. BÜRRKOFER, directeur der Rotterdamse Diergaarde, kon ik bij enige de oogafstand globaal meten. De grootste waarde, die ik bij kleinere dieren vond, was bij *Cervus canadensis*: 17 à 18 c.M.; bij een zeer kleine Yak (*Psophagus grunniens*) 21 c.M. Een groot dier als de olifant toonde een oogafstand van circa $\frac{1}{2}$ M.

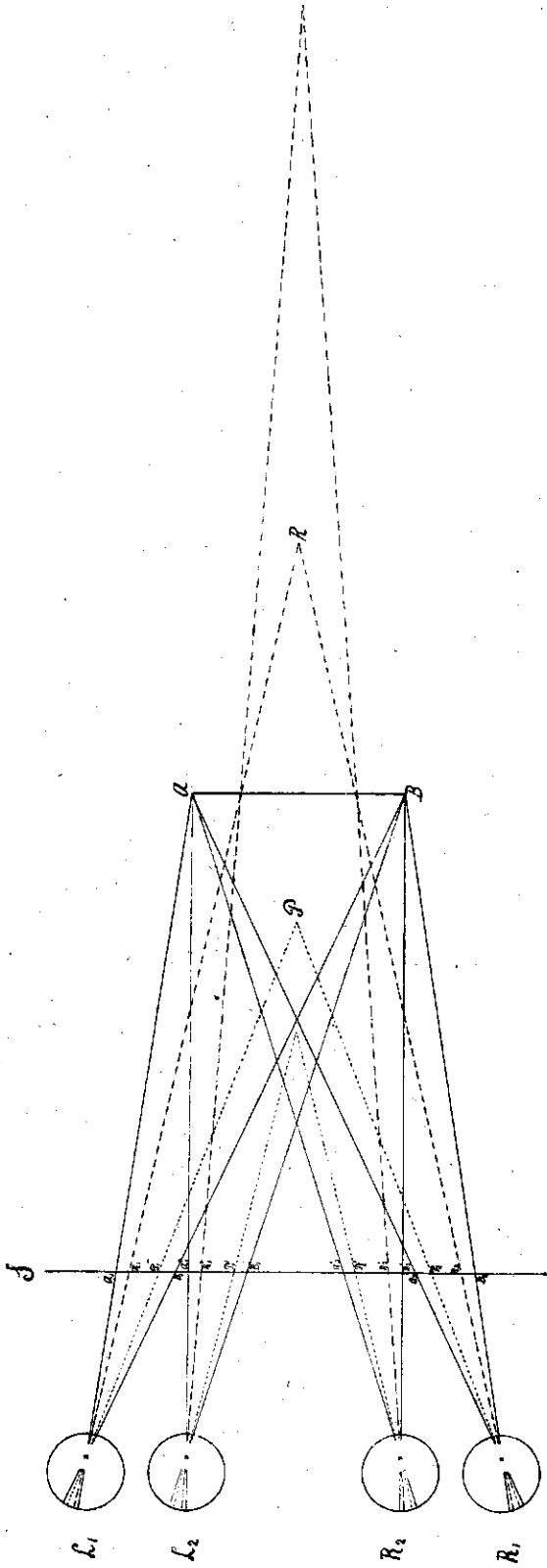


Fig. 4

R.

Stellen we echter, dat de beide plathelften $A_1 R_1 P_1 B_1$ en $A_2 P_2 R_2 B_2$, in hetzelfde vlak, eens op kleiner onderlinge afstand werden gebracht (n.l. in $A_1' R_1' P_1' B_1'$ en in $A_2' P_2' R_2' B_2'$), en door de ogen L_1 en R_2 (op dezelfde onderlinge afstand als in fig. 3) werden bekeken, dan zou, zoals door de figuur wordt geïllustreerd, de ruimte-voorstelling te gerekt zijn geworden ¹⁾.

Op overeenkomstige wijze kunnen we inzien, dat als de kamera-objektieven te dicht opeen waren geweest, de bij gewone oogafstand bekeken stereoskoopplaat, tot een te gedrongen voorstelling aanleiding zal geven.

Ook indien door een stereoskopiese voorstelling beeldpunten op 't netvlies ontworpen worden, die wel gelijkvormig gerangschikt zijn aan wat de werkelijkheid zou opleveren, maar niet er mede kongruent, dan zou eveneens een onjuiste ruimte-voorstelling ontstaan (vgl. H. HELMHOLTZ, *Das Telestereoskop*, Poggen-dorff's Annalen, 1857, p. 174, en de laatste der thans volgende demonstraties).

Toelichting van het beschrevene met enige objekten.

Stereoskoopplaatje A , B en C stellen de bij dit nr. geplaatste kolf voor, die weer eerst mat zwart is gemaakt, en toen, om goed te tonen waar het oppervlak is, van witte krijtvlakjes voorzien. A is opgenomen met de beide kamera-objektieven 63 m.M. uit elkaar, B met een standpuntsverschil van 150 m.M., C met een van slechts 7 m.M. Daar de stereoskoop-okulairen voldoende bij de kamera-objektieven passen — zodat de grootte der netvliesbeelden nagenoeg overeenstemt met wat de werkelijkheid zou opleveren, — wordt A vrijwel als die werkelijkheid gezien, B echter te gerekt, kegelvormig verheven haast, C daarentegen sterk afgeplat.

Ter verdere illustratie toont plaatje D nog de maan, achtereenvolgens opgenomen 2 April 1896 en 7 Februarie 1900. De op analoge wijze aan wat B toonde van een halve bol sterk afwijkende vorm die dit plaatje doet zien, moet dus een gevolg daarvan zijn, dat door het verschil in de *libratie* dat de maan op genoemde datums eigen was, de beide figuren op het plaatje niet voldoende overeenstemmen met de netvliesbeelden van een juist maanmodel, dat in de geschikte grootte vóór ons geplaatst was.

¹⁾ Ook door enige overweging alleen ziet men in, dat als P en R , uitgaande van de in fig. 4 voorgestelde stand, verder van AB afgaan, de netvliesbeelden van beide eerstgenoemde punten eerst dichterbij de netvliesbeelden van de grenspunten der lijn komen, dan er mee samenvallen, en ten slotte buiten 't beeld van AB vallen, zodat omgekeerd ook een stereoskoopplaatje als $A_1' R_1' P_1' B_1'$ en $A_2' P_2' R_2' B_2'$ tot de voorstelling van P in dichtere en R in verdere stand aanleiding zal geven.

Dat ook verkeerde grootte der netvliesbeelden tot onjuiste voorstelling aanleiding geeft, kan men met plaatje *E* ondervinden, waarop de voorstelling van de kolf, om aanstonds begrijpelijke reden, veel kleiner is genomen. Bezielt men dit met stereoskoop, dan neemt men vrij wel de juiste vorm waar. Bezielt men geen stereoskoop (netvliesbeelden kleiner!) en laat dan op dezelfde wijze als in 't vorige nummer de lichamelijke voorstelling ontstaan, dan wordt de kolf te gerekte gezien; en gebruikt men de er bij liggende bril met sterke positieve glazen als stereoskoop, dan is de ballon zeer afgeplat geworden. Om te verkrijgen dat met deze vrij veel vergrotende glazen de voorstelling toch gemakkelijk en goed kan worden overzien, is de afbeelding van de kolf belangrijk kleiner genomen dan in de vorige gevallen.

10. Telestereoskoop. Wanneer het van voorwerpen vóór ons afkomstige licht opgevangen wordt door 2 spiegels *b* (zie fig.

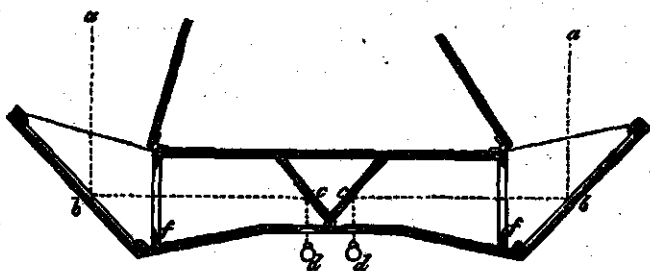


Fig. 5

5, ontleend aan de in de noot vermelde verhandeling van HELMHOLTZ ¹⁾), door deze naar twee andere *c*, en vervolgens naar de ogen *d* wordt geworpen, dan is het effect hetzelfde, alsof de ogen bij de beschouwing van de buitenwereld op de afstand der spiegels *b* waren geplaatst, hoewel de beoordeling der netvliesbeelden blijft geschieden met ogen die van niets anders „weten”, dan dat ze op de gewone afstand zich bevinden. Het verschilzicht op de afstand *b—b* is dus veel groter geworden, en het daaraan beantwoordend verschil in de netvliesbeelden zou zonder de spiegels slechts verkregen worden van een andere werkelijkheid. Overtuigt u hiervan, door omstreeks midden in 't lokaal met 't genoemde apparaat bijv. naar 't scherm vóór de

¹⁾ H. HELMHOLTZ, *Das Telestereoskop*, Poggendorff's Annalen, Leipzig, BARTH, 1857, 12er Band, p. 170. Ook opgenomen in no. 168 van OSTWALD's Klassiker der exakten Wissenschaften: *Abhandlungen zur Geschichte der Stereoskops*, herausgegeben von M. VON ROHR, Leipzig, ENGELMANN 1908, p. 97.

kachel en de muur daarachter te kijken, of ook naar de takken van een dichtbij zijnde boom ¹⁾.

11. Het spiegelpaar van MACH ²⁾, bestaande uit twee spiegels, die men in elkaar's verlengde kan brengen, doch ook iets naar elkaar toe kan laten hellen.

Stelt men ze eerst in elkaar's verlengde, en bekijkt zijn eigen gezicht er in, dan werken ze natuurlijk als één spiegel, en men ziet maar één beeld. Brengt men ze dan iets naar elkaar toe, om te beginnen zo weinig mogelijk, dan vormt elk er van een afzonderlijk beeld, zodat er nu dus twee zijn.

Kijkt men vervolgens naar een punt wat achter die beelden, dan ziet men er meest vier in plaats van twee ³⁾ (doordien de netvliesbeelden niet meer op *korresponderende plaatsen* liggen). Deze vallen misschien niet zo dadelik op, doordien ze voor een deel elkaar bedekken. Door nu met de ogen, en desnoods ook met de spiegels, wat te „manoeuvreren”, kan men de twee binnenste der beelden tot één doen ineenvloeien, waardoor één lichamelijke voorstelling ontstaat, die duidelijk gereker is dan de werkelijkheid (let vooral op de neus!). Dit effect wordt dus daardoor veroorzaakt, dat men in elk der ogen een spiegelbeeld van zijn hoofd verkrijgt, dat aan een groter standpuntsverschil beantwoordt, dan een enkele vlakke spiegel dit leveren kan, en dat dus gelijk is aan wat men zou waarnemen, als men zijn eigen hoofd met ogen kon bezien, die verder dan in werkelijkheid uiteen waren geplaatst.

Door langzaam aan de spiegels meer naar elkaar toe te laten hellen, en dan tevens door korresponderende konvergentieverandering der ogen, bovengenoemde binnenste beelden samenvallende te houden, kan men 't gerekte der voorstelling nog belangrijk vergroten.

Wie zijn ogen niet genoeg in bedwang heeft om de geschikte konvergentie te krijgen, melde zich aan voor een prisma-bril, die wellicht hulp zal brengen.

¹⁾ Ik kan niet nalaten te vermelden, dat de verschijnselen die HELMHOLTZ en ook MACH (*Populär-wissenschaftliche Vorlesungen*, p. 95, zie noot 1 bij het volgende nummer), opgeven met de telestereoskoop te zien, door mij, evenals ook door GRÜTZNER (*Eintge Versuche über stereoskopisches Sehen*, Arch. für die ges. Physiologie, Bd. 90, 1902, p. 560) anders waargenomen worden.

²⁾ Dr. E. MACH, *Populär-wissenschaftliche Vorlesungen*, 3e Aufl., Leipzig, BARTH, 1903, p. 94.

³⁾ Voor oefening kan 't geschikt zijn, in plaats van de beide spiegelbeelden, eerst twee vingers te gebruiken, die men recht vóór zich, naast elkaar houdt.

12. Monokulair ziet men wel 's beter dan binokulair. Alle stereoskoopplaten die we bekeken, illustreerden ons, dat we met twee ogen juist zien dan met één.

Toch komt 't tegenovergestelde ook voor.

Wanneer we namelijk slechts één afbeelding vóór ons hebben, kunnen we soms bemerken — vooral als 't nabijzijnde dingen geldt — dat de gelijke netvliesbeelden die we dan ontvangen, met datgene wat de werkelijkheid zou leveren in strijd zijn; immers deze zou ons ongelijke netvliesbeelden geven. Vandaar dan ook, dat, wanneer we in dit geval één oog sluiten, het lichamelijke der voorstelling merkbaar levendiger wordt.

Als gemakkelijk voorbeeld wijs ik op fig. 6 (tussen pag. 54 en 55) in WOLDA'S *Ornithologische Studies*¹⁾, voorstellende het nest van een tuinfluiter.

Met het bovenstaande staat het ook wel in verband, dat bij 't beschouwen van schilderijen vaak één oog gesloten wordt gehouden.

13. Verant (= waarmaker), dienende ter verbetering van de lichamelijke voorstelling die één enkele afbeelding kan opleveren.

Indien men aan een enkele vlakke figuur al goed kan zien, wat deze in de ruimte verbeeldt, dan is de er door opgewekte voorstelling van lichamelikheid dikwijls al vrij groot, vooral — zoals we juist zagen — indien men bij nabije dingen slechts één oog gebruikt.

Soms wordt deze lichamelikheid nog verhoogd, als men — zoals bij 't bekijken van schilderijen wel 's gedaan wordt — door een koker ziet, die de lijst en verdere omgeving min of meer uitschakelt; wat dus bewerkt, er minder aan herinnerd te worden, dat men slechts een platte figuur vóór zich heeft. Een dergelijke uitwerking — ook weer door uitschakeling van de omgeving — heeft eveneens het vergrootglas.

De verhoogde voorstelling van realiteit die dit laatste apparaat opwekt, wordt natuurlijk nog weer sterker, naarmate de vorm van het netvliesbeeld meer overeenkomt met wat de werkelijkheid geven zou, vooral als die overeenstemming bewaard blijft bij verschillende oogbewegingen, dus als we meer schuin door de lens kijken.

In deze onderscheiden zich vooral de *verantlenzen* gunstig, die door de firma CARL ZEISS in den handel worden gebracht.

Het effect er van is bijv. waar te nemen bij de foto van de zittende persoon. Met het blote oog bekeken toont deze bijv. het rechterbeen veel te groot.

¹⁾ Uitgave van de *Directie van den Landbouw*, 's-Gravenhage, Gebrs. VAN LANGENHUYSEN, 1918.

Onnodig te zeggen, dat bij figuren, zoals deze bijv. op een helft der proefplaat voor het stereoskopies zien voorkomen (no. 9^a), en die binokulair beschouwd tot generlei gedwongen lichamelijke voorstelling aanleiding geven — ook de verant zulk een voorstelling niet verschaffen kan. Deze kan dus slechts dienen, om een lichamelik effekt, dat al zonder stereoskoop duidelijk is, zoveel doenlik te verlevendigen en zo juist mogelijk te doen zijn.

14. Aantoning van reflexbeeldjes, aan de grensvlakken van doorzichtige middenstoffen in 't oog ontstaan, en wel:

- a. tegen de voorvlakte van het hoornvlies (lichtsterk en recht);
- b. tegen de voorvlakte van de lens (lichtzwak, ook recht);
- c. tegen de achtervlakte van de lens (zeer klein, omgekeerd).

15. Demonstratie van de verandering in de juist genoemde reflexbeeldjes, hoofdzakelik van de onder b vermelde, wanneer het oog uit rusttoestand tot sterke akkommodatie overgaat (in 't laatste geval veel sterker kromming van de voorvlakte van de lens, en dus veel kleiner beeldjes).

16. De adersfiguur van Purkinje. De aderen die in 't netvlies aan de glasvocht-zijde van de waarnemende elementen zich bevinden, worden onder bepaalde omstandigheden zichtbaar, en wel, door geschikte schaduwen er van in de laag der staafjes en kegels te laten vallen.

Het gewenste wordt 't beste verkregen, door in een donker vertrek, op een zijdelings deel van de oogbol, een zeer klein, lichtsterk beeldje te werpen. Het licht gaat voor een deel door het harde oogvlies heen, en bestraalt 't inwendige van 't oog van uit een ongewone zijdelingse richting.

Dat het lichtvlekje op de oogbol klein is, bewerkt, dat bedoelde schaduwen smal zijn, en niet over elkaar heenvallen.

Dat de lichtkegels uit een ongewone richting komen, heeft ten gevolge, dat de schaduwen ongewone waarnemende elementen treffen; en terwijl 't voortdurend ontvangen van een prikkel door dezelfde zenuwen, deze laatste voor de waarneming min of meer afstompt ¹⁾, bewerkt juist 't feit, dat nu „verse” zenuwdelen de schaduwen opvangen, dat deze makkeliker worden

¹⁾ De ondervinding leert, dat men in de nabijheid van machines, die in volle werking zijn, op den duur althans, zeer goed kan slapen, doch dat men wakker wordt als ze gaan stilstaan (Vgl. bijv. H. S. S. KUYPER. *Een half jaar in Amerika*. 2e druk, Den Haag, DAAMEN, p. 28).

waargenomen, vooral natuurlijk indien geen van de pupil komend licht de schaduwen overstemt.

Deze *aderfiguur* wordt ook wel gezien, als men in een donker vertrek, bijv. een kaarsvlam zijdelings voor een oog houdt, en wat heen en weer beweegt. In dit laatste geval is een inwendig deel van de zijwand van het oog, door zeer schuin binnenvallende stralen verlicht geraakt¹⁾. Begrijpelijkerwijze is dan de *aderfiguur* echter minder fraai.

17. Landschap met afstandsschaal (plaatje no. 3 der *Wissenschaftliche Stereoskopbilder herausgegeben von Carl Zeiss*) tegelijk met een *stereo-mikrometer* van ZEISS geplaatst in een *Zeiss-stereoskoop* met twee *verant-okulaires*. Een en ander dient om het beginsel te demonstreren dat ten grondslag ligt aan verschillende fraaie, door genoemde firma gekonstrueerde werktuigen, zo:

a. De *stereo-komparator* (zie stereoskoop a en brochure c); deze dient om in stereoskopiese opnamen metingen uit te voeren, met behulp waarvan gevonden kan worden, op welke afstanden verschillende punten voorhanden waren. Met behulp van zo'n werktuig worden bijv. ook ster-verplaatsingen, zoals we onder 9; leerden kennen, nader bepaald²⁾.

β. *Diverse telemeters* (afstandsmeters), waarvan onder no. 18 een exemplaar beschikbaar ligt.

γ. De *foto-theodoliet* (zie stereoskoop b en brochure d), waarmee in verband met gebruik van de stereo-komparator, snelle terreinmetingen worden uitgevoerd.

δ. De *stereometer-kamera* (zie p. 48 in brochure e), waarmee stereoskopiese opnamen van allerlei niet te ver voorhanden dingen (o.a. ook toegepast op menselijke lichamen — zie p. 50 in gemelde brochure) kunnen worden verkregen, zo, dat de ligging in de ruimte van elk op beide plaatjes voorkomend punt, weer met behulp van een komparator, nauwkeurig kan worden gevonden, en derhalve de vlakke afbeeldingen met slechts geringe fouten tot lichamen kunnen worden gerekonstrueerd.

Wie het beginsel van deze werktuigen wil leren kennen, kan, met behulp van bovenvermelde stereo-mikrometer, gebruik maken van mijn in duplo ter beschikking liggend opstel over *De stereokomparator c/a*. Dit kost echter tijd. Als deze niet beschik-

¹⁾ H. VON HELMHOLTZ, *Handbuch der physiologischen Optik*. 2e Aufl. Hamburg und Leipzig, Voss, 1896, p. 194 en volg.

²⁾ Zie voor veelvuldige verdere toepassingen bijv. het ter beschikking liggende bandje 135 *Aus Natur und Geisteswelt*: Prof. TH. HARTWIG, *Das Stereoskop und seine Anwendungen*. TEUBNER, 1907, p. 63 en verv.

baar is, kan men ook direkt tot no. 18 overgaan, en zich de daar voorhanden telemeter prakties laten demonstreren.

18. Stereo-telemeter van ZEISS, in de vorm van één zijner prismakijkers, die tevens van een afstandsmeter is voorzien ¹⁾.

Bij het hier voorhanden exemplaar wordt niet, zoals bij het vorige nummer, de gezochte afstand gevonden, door vergelijking met een verdeling die men in de ruimte ziet zweven, maar door een verplaatsbaar merk („Wandermarke") in onze voorstelling even ver te brengen, als het deel in 't veld, waarvan men de afstand zoekt. Deze laatste wordt dan afgelezen op een knop, waarmee men de schijnbare afstandsverandering van het verplaatsbare merk bewerkt heeft — eventueel onder aanbrenging van een korrektie (zie de bijliggende grafiese voorstelling omtrent het verband tussen aflezings-waarden en afstanden).

In de ter tafel liggende brochures vindt men gegevens omtrent verschillende soorten van het instrument. Daar de nauwkeurigheid er van natuurlijk zeer toeneemt met de afstand der objektieven, neemt men die, waar de omstandigheden 't toelaten, altijd groot. Vgl. bijv. in *Das Zeisswerk* door AUERBACH (4e Aufl., Jena, FISCHER 1914) de afbeelding op p. 84 van een „Küstenentfernungsmesser von 6 m Basis", en verder in de eveneens voorhanden *Illustration* van 11 Jan. 1919 de afbeelding op p. 42 en 43 van de *U-151* (de *ex-Deutschland*), waar men bij de koördinaten x_1 tot x_n , y duidelijk een grote telemeter ziet. Volgens de bijbehorende tekst (zie de rode streep) werden deze afstandsmeters bij onderdompeling niet weggenomen.

Met zo'n prismakijker kan men waarnemen, dat alle afmetingen niet evenzeer vergroot zich voordoen, waardoor dan de objekten — let vooral op bomen — afgeplat schijnen te zijn. Twee zaken hebben hierop invloed: de afstand der objektieven, welke hier groter is dan die der ogen, en de vergroting van de kijker. Vgl. hiervoor p. 101 der onder 10 vermelde verhandeling van HELMHOLTZ over de telestereoskoop.

¹⁾ In deze vorm, waarbij dus de kijker een *gewone* Zeiss-prismakijker is, is het instrument niet in den handel gebracht.

