

De grondbeginselen van het binoculaire zien

Dr. Helmut Goersch
Vertaling: H. Stassar, Optometrist O.V.

(Overgenomen uit „Der Augenoptiker” met
toestemming van de uitgever)

(„Einführung in das Binokularsehen”,
Hans Joachim Haase zur Vollendung
seines 65. Lebensjahres gewidmet).

Voorwoord

Ieder vakgebied heeft zijn eigen taal. Met behulp van deze vaktaal kunnen de beoefenaren van dat vak elkaar iets mededelen en duidelijk maken. Als iemand een bepaald vak wil gaan leren zal hij, of zij, zich daarom eerst met de begrippen van dat vak vertrouwd dienen te maken. Hij, of zij, zal opnieuw „woordjes” moeten gaan leren! Wanneer echter de diverse beoefenaren van dat vak over de betekenis van bepaalde vaktermen en uitdrukkingen verschillende opvattingen hebben, wordt dit voor de leerling een bijzonder moeilijke opgave. Dat zal gebeuren, wanneer de betekenis van de vaktermen en uitdrukkingen niet bindend vastgesteld is, niet genormaliseerd is.

Hier ligt een buitengewoon belangrijke taak voor, onder meer, het Duitse instituut voor de Normalisatie (DIN) voor Duitsland, en op internationaal niveau, voor de Internationale Organisatie voor Normalisatie (ISO). Deze organisaties hebben de taak, om de normalisatie der begrippen tot stand te brengen.

Bij deze normalisatie van vakbegrippen en vaktermen, gaat het er in de eerste plaats om de betekenis van alle belangrijke begrippen en termen op een doelmatige wijze vast te leggen. De vraag naar het „juist” of „onjuist” van een definitie, doet in de regel niet eens zoveel ter zake.

Eerst wanneer een duidelijke en zinvolle definitie van een vakterm of begrip als NORM is vastgelegd, is het gebruik van deze vakterm of dit begrip juist wanneer de betekenis ervan overeenkomt met deze norm. Op die manier ontstaat langs de weg van normalisatie, een gesloten terminologie van een vakgebied, welke in zichzelf geen tegenstrijdigheden bevat. Voor het gebied der fysiologische optiek is nog geen afgesloten geheel van

normalisatie aanwezig. Dit levert reeds bepaalde problemen op als men de kennis van de grondbeginselen hiervan aan anderen wil overdragen.

Met betrekking tot het monoculaire zien, is reeds sedert april 1972 een hele reeks van begrippen genormaliseerd (1)*. Over het vastleggen van de begrippen van het binoculaire zien wordt reeds meer dan tien jaar gediskussieerd. Deze discussie leidde in 1978 tot een ontwerp van normalisatie (2). Dit laatste ontwerp vormt een onderdeel van het nieuwste ontwerp voor de normalisatie van de begrippen van de fysiologische optiek (3). Er zullen zeker nog heel wat jaren overheen gaan, alvorens dit ontwerp (met eventuele wijzigingen) tot algemeen geldende norm zal worden verklaard.

De terminologie, die in dit boek wordt gebruikt, is afkomstig van de Berlijnse School voor Optiek en Fototechniek. Zij is tot stand gekomen bij gebrek aan genormaliseerde begrippen. Ze wordt toegepast in het vakgebied der fysiologische optiek, waartoe ook het binoculaire zien behoort. Zij geeft een duidelijke omschrijving van de begrippen ten behoeve van het onderricht in de grondbeginselen van dat binoculaire zien.

Om de samenhang te kunnen begrijpen van al hetgeen er tijdens het binoculaire zien plaatsvindt, is enige kennis der grondbeginselen van het monoculaire zien onontbeerlijk. Voordat het eigenlijke thema aan de orde komt, worden daarom eerst de voornaamste begrippen en de noodzakelijkste kennis van het monoculaire zien behandeld.

* De tussen haakjes vermelde cijfers verwijzen naar de literatuur, die is genoemd in de literatuurlijst na dit artikel.

1. Enkele grondbegrippen van het monoculaire zien

1.1. De visus

Wanneer een oog naar een voorwerp kijkt, dan is het oplossend vermogen van dat oog afhankelijk van het soort details van dat onderwerp, en van nog een hele reeks van andere omstandigheden (4). Om dit oplossend vermogen nauwkeurig te kunnen meten, heeft men een bijzondere maateenheid genormaliseerd. Als optotype (Sehzeichen) in deze normalisatie heeft men de Landoltring bindend vastgelegd (5). Deze Landoltring ziet u in figuur 1 afgebeeld. Het is een ronde, zwarte ring met een rechte uitsparing erin. Deze uitsparing is even breed als de dikte van de band van de ring. De binnendiameter van de Landoltring bedraagt driemaal de dikte van de ring. De buitendiameter is derhalve vijfmaal de dikte van de band van de ring. Het oplossend vermogen van het oog, dat met behulp van deze Landoltringen, onder nauwkeurig in de normalisatie omschreven omstandigheden wordt gemeten, noemt men de

„gezichtsscherpte” of de „visus” van dat oog (6). Het te onderzoeken oog moet telkens kunnen vaststellen hoe de stand van de opening van de Landoltring is.

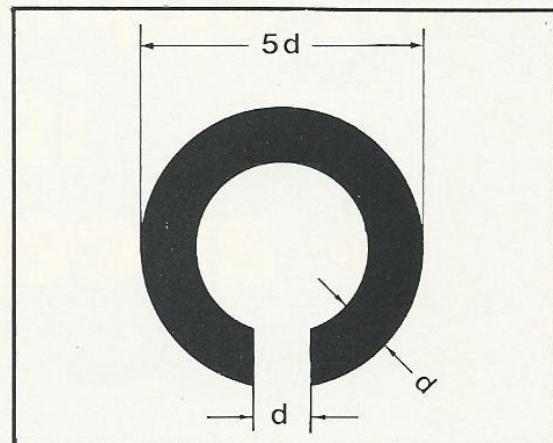


Fig. 1 De Landoltringen als genormaliseerd optotype.

De maateenheid van gezichtsscherpte heet „Visus 1.0” en deze ligt vast in een Landoltring, waarvan de opening onder een gezichtshoek van 1 minuut van de gradenboog, zichtbaar is. De blikinrichting moet loodrecht staan ten opzichte van het vlak van de optotypenkaart (letterproef).

indeling der visusgetallen volgens DIN 58 220	hoek van uitsparing en lijndikte der landoltringen	oude visusaanduiding met bijbehorende werkafstanden			gezichts- vermogen
		5 m	6 m	20 feet	
0,1	10'	5/50	6/60	20/200	zwakzichtig (amblyoop)
0,125	8'	5/40	6/50	20/160	
0,16	6'18"	5/30	6/40	20/125	
0,2	5'	5/25	6/30	20/100	
0,25	4'	5/20	6/25	20/80	
0,3	3'12"	5/15	6/20	20/60	
0,4	2'30"	5/12,5	6/15	20/50	verminderd
0,5	2'	5/10	6/12	20/40	
0,6	1'36"	5/8	6/10	20/30	
0,8	1'15"	5/6	6/7,5	20/25	voldoende tot zeer goed
1,0	1'	5/5	6/6	20/20	
1,25	48"	5/4	6/5	20/16	
1,6	38"	5/3	6/4	20/12,5	
2,0	30"	5/2,5	6/3	20/10	boven normaal

Tabel 1: De gezichtsscherpte.

Gezichtshoeken komen overeen met knooppuntshoeken (7), omdat deze hoeken tegenoverliggende hoeken zijn bij het snijpunt van twee rechte lijnen. De hoek aan de kant van het voorwerp is precies even groot als de hoek aan de kant van het beeld, de kant van het netvlies. Omdat de grootte van een hoek wordt gemeten is de maateenheid van gezichtsscherpte onafhankelijk van de afstand waarop de meting plaatsvindt. Hoe nu de onderlinge verhouding is tussen de grootte van de gezichtshoek en de diameter van de Landoltringen, is wel afhankelijk van de afstand waarop de meting plaatsvindt. Deze verhoudingen kan men in elk studieboek over optometrie vinden (8).

In tabel 1 worden de genormaliseerde gradaties van de visus trapsgewijze in getallen weergegeven.

Het gaat hier om een logaritmische reeks. Dat wil zeggen, dat het quotiënt van de afmeting van de Landoltring en de afmeting van de daaropvolgende kleinere Landoltring, steeds

$$10\sqrt[10]{10}$$

bedraagt.

Hierdoor wordt bereikt dat het gezichtsvermogen, gaande van ring naar kleinere ring, telkens als de opening in de ring wordt gezien met een gelijkwaardige

hoeveelheid toeneemt.

In het nu volgende wil ik u opmerkzaam maken op een fout die men heel vaak tegenkomt. De grootste gezichtsscherpte, de maximale visus, ofwel Visus Maximaal, van 'n bepaald oog is voor dat oog een gezichtsscherpte van 100 %. Deze maximale gezichtsscherpte kan echter overeenkomen met elk willekeurig visusgetal van tabel 1! De term „visus 100 %” komt in elk geval niet overeen met visus 1 van de tabel. Visus 100 % komt alleen dan overeen met visus 1 van de tabel als de maximale visus van dat oog ook inderdaad visus 1 is. De grootste gezichtsscherpte, die wij hier „V-maximaal” zullen noemen, is in de regel veel groter dan visus 1 van de tabel. Als de visus in een getal wordt uitgedrukt, is dit **altijd** een getal uit de tabel, welke genormaliseerd is vastgelegd, maar **nooit** een getal dat een percentage aangeeft. Wanneer men bijvoorbeeld vertelt dat men bij een oog met volledig korrigerende brilleglazen een visus heeft bereikt van 125 %, dan is deze uitdrukking verkeerd. Men bedoelde te zeggen, dat hier een maximale visus werd bereikt van V-maximaal = 1,25. Dit getal (1,25) komt bij dit betreffende oog overeen met visus 100 %. Er bestaat geen grotere gezichtsscherpte dan 100 %: anders uitgedrukt: V = 100 % is hetzelfde als

uitgedrukt: $V = 100\%$ is hetzelfde als hebben steeds betrekking op de individuele gezichtsscherpte V -maximaal en worden uitsluitend gebruikt om 'n relatieve gezichtsscherpte aan te duiden. Dus nu nog één keer op de juiste manier: er werd een visus bereikt van bijvoorbeeld 0,8 en niet van 80 %.

Bij subjectieve refractie bepalingen worden meestal letters en cijfers als optotypen gebruikt. Deze letters en cijfers komen in hun verhoudingen en lijndikten ongeveer overeen met die der Landoltringen.

In de regel echter worden letters en cijfers, onder dezelfde omstandigheden, gemakkelijker door de proefpersonen onderscheiden dan de stand van de openingen der Landoltringen. Zoals iedere refraktionist weet, bestaat er tussen sommige cijfers en sommige letters onderling reeds een verschil in herkenbaarheid. Stelt men aan de hand van een dergelijke letterproef de visus vast, dan komt het getal van deze visus niet geheel overeen met de genormaliseerde visustabel.

Voor de praktijk van het meten der ogen

speelt dit hoegenaamd geen rol. Immers de visusveranderingen, die door de verschillende proefglazen worden teweggebracht, dienen uitsluitend om een optimale refractieve correctie tot stand te brengen. Alleen, als het gaat om (klinische) oogmetingen, bij keuringen en dergelijke, heeft het zin om de Landoltringen op de voorgeschreven wijze te gebruiken. Immers, daar gaat het erom visus-getallen te verkrijgen volgens de genormaliseerde tabel. Om te kunnen zien V -maximaal. Opgave van percentages

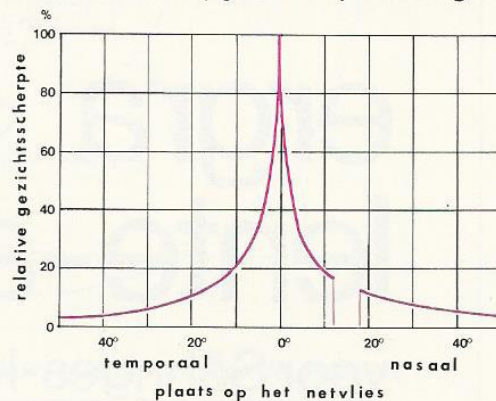


Fig. 2 De relatieve gezichtsscherpte, afhankelijk van de plaats op het netvlies, op een horizontale lijn door de foveola.

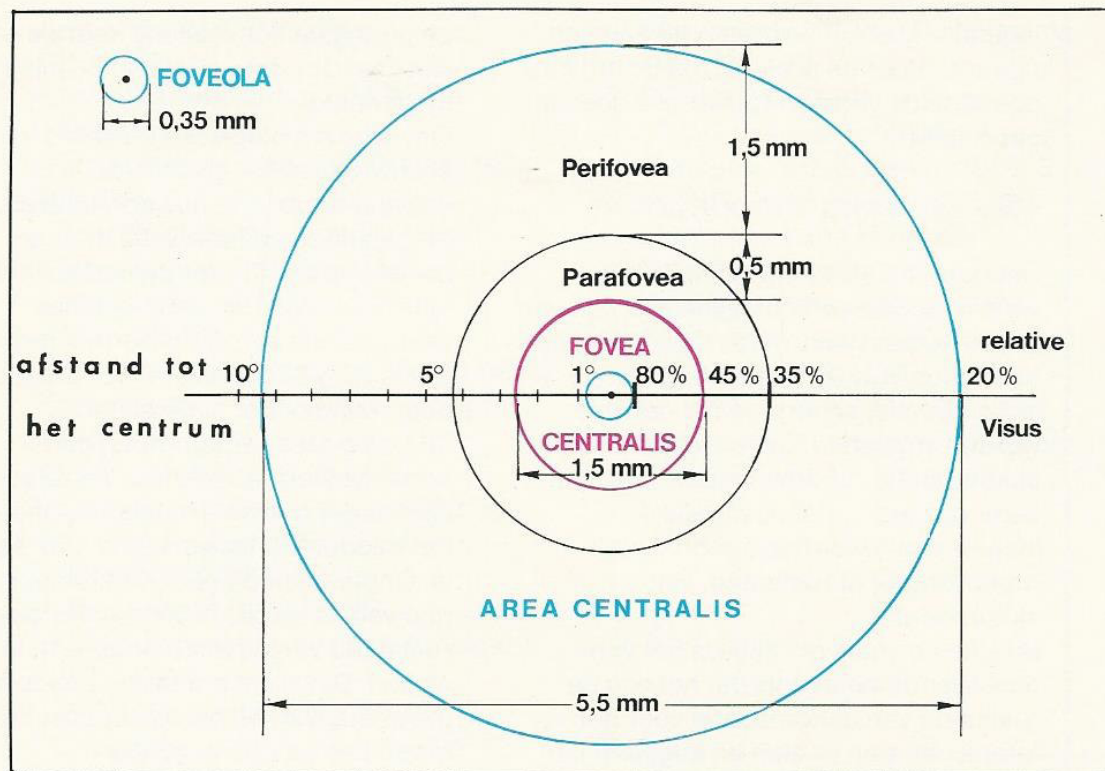


Fig. 3 Het centrale netvliesgebied met bijbehorende benaderende getallen.

Wanneer wij het gezichtsvermogen bepalen, wordt altijd de visus vastgesteld van het gedeelte van het netvlies dat gelegen is rondom het punt waar de fixeerlijn het netvlies snijdt (der Fixationsort).

Dat is in normale gevallen het midden van de foveola, ofwel het midden van het netvlieskuiltje. Deze foveola bezit door haar structuur, van nature, het grootste oplossende vermogen van het netvlies. Van groot belang is de relatieve gezichtsscherpte met betrekking tot de plaats op het netvlies. Figuur 2 is een veel gebruikte voorstelling van de samenhang tussen de gezichtsscherpte en de plaats op het netvlies. Tevens kan men zien waar zich de blinde vlek bevindt.

De blinde vlek heeft een doorsnede van 7° en het middelpunt ervan bevindt zich op ongeveer 15° nasaal van de foveola (9). Wanneer een maat of afstand in graden wordt aangegeven, gaat het hier steeds om knooppuntsgraden.

Het gebied van de grootste gezichtsscherpte ($V = 100\%$) ligt rondom het midden van de foveola en heeft een doorsnede van ongeveer 20 minuten van de gradenboog (10). Naar de periferie toe gaande, neemt de gezichtsscherpte snel af. Interessant is daarom het verband tussen het verloop van de

gezichtsscherpte en de anatomisch bepaalde structuur van bepaalde gebieden van het netvlies.

Deze gebieden worden meestal in lengtematen aangegeven (11).

In figuur 3 ziet u de benamingen en de afmetingen van de betreffende netvliesgebieden. Hier echter zijn de afmetingen der netvliesgebieden in knooppuntsgraden aangegeven (zie linkerkant van de figuur). Deze knooppuntsgraden zijn uitgerekend volgens de afstand tussen het netvlies en het knooppunt aan de kant van het netvlies, zoals deze in het schematische oog volgens Gullstrand is vastgesteld op 16,74 mm (12).

De bijbehorende relatieve visusgetallen zijn in figuur 3 aan de rechterkant

relative gezichtsscherpte	afstand tot het midden van het netvlieskuiltje
100%	tot 10'
50%	2°
33%	5°
20%	10°
10%	20°

Tabel 2: De gemiddelde verdeling van de gezichtsscherpte.

ingetekend en zij werden ontleend aan figuur 2. Voor de praktijk zijn de grovere, gemiddelde getallen van tabel 2 goed te gebruiken.

1.2. De akkomodatie

Het doel van elke oogmeting is het verkrijgen van een korrektie-sterkte (van een brilleglas) waarmee de voorwerpen in de verte zonder inspanning van de akkomodatie, scherp op het netvlies worden afgebeeld. Deze toestand van akkomodatie „zonder inspanning” (of beter gezegd: „met de minste inspanning”) wordt aangeduid als rusttoestand, of ruststand, van akkomodatie.

Bij elke normale refractie is het van beslissende betekenis dat het oog de ruststand van akkomodatie voor het fotopische zien (= zien bij daglicht) kan aannemen, terwijl tevens de grootst mogelijke gezichtsscherpte wordt verkregen.

Er is weleens sprake van zgn. „nachtmyopie” of ook wel van „ruimtemyopie”, maar het is niet nodig om deze in dit verband te bespreken. Het instellen op de ruststand van akkomodatie, waarover wij reeds spraken, hangt – zoals bekend – van twee factoren af. Ten eerste, als mechanische faktor, onder andere van de elasticiteit van de ooglens.

Ten tweede hangt het af van de antagonistische (= tegengestelde) innervaties, die de parasymphaticus en de symphaticus uitoefenen op het uit gladde spieren bestaande akkomodatiespiersstelsel (13).

Bij iedere toestand van akkomodatie, is een bepaalde verhouding aanwezig tussen de innervaties van de parasymphaticus en de symphaticus.

Ofschoon de parasymphatische innervatie voor het akkomodatie-proces van grotere betekenis is dan de symphatische innervatie, heeft geen der beide innervaties ooit tijdens het natuurlijke functioneren van het gezichtsorgaan (fysiologisch bepaald) een intensiteit gelijk aan nul. Wanneer de ruststand van akkomodatie is ingesteld en het oog naar een voorwerp in de verte kijkt en daarbij de kleinste details van dat voorwerp waarneemt, is er sprake van een soort evenwichts-instelling, waarvoor blijkbaar

de geringste hoeveelheid energie nodig is. Het gaat dus om „zien met de minste inspanning”.

Om deze fysiologische toestand van evenwicht en het geringste energieverbruik te bewerkstelligen, mogen noch de innervatie door de parasymphatische zenuwvezels noch de innervatie door de symphatische zenuwvezels eenzijdig worden gestoord. Dat is de reden waarom men bij een oogmeting onder cycloplegie (akkomodatie-verlamming) een korrektiesterkte verkrijgt, welke voor het zien onder normale omstandigheden (als het middel is uitgewerkt) onverdraagbaar is. Onder cycloplegie is het namelijk nauwelijks mogelijk om een fysiologische ruststand van de akkomodatie in te stellen. Dat komt omdat bij cycloplegie, de inwerking van de parasymphatische innervatie op het musculaire akkomodatie-mechanisme wordt uitgeschakeld zonder dat de inwerking van de symphatische innervatie wezenlijk wordt gestoord.

Men dient goed te begrijpen, dat voorgaande uiteenzettingen duidelijk betrekking hebben op het vaststellen van optimale, en op het betreffende moment goed verdraagbare, refractieve korrektiesterkten. Het aanwenden van cycloplegia op medische indicatie valt vanzelfsprekend buiten onze beschouwingen. (Wordt vervolgd).

Literatuur waarnaar wordt verwezen:

- 1 DIN 58 208
„Begriffe und Zeichen bei Brillengläsern in Verbindung mit dem menschlichen Auge” Teil 3 „Auge” (September 1978) (Erste Ausgabe April 1972)
- 2 DIN 58 208
„Begriffe und Zeichen bei Brillengläsern in Verbindung mit dem menschlichen Auge” Teil 5 „Binokulares System Auge – Brille” (Entwurf August 1978)
- 3 DIN 5340
„Begriffe der physiologischen Optik” (Entwurf Februar 1979)
- 4 a) „Handbuch für Augenoptik”
Herausgeb. Carl Zeiss, Oberkochen (1977) S.61

- b) siehe (3) Lfd. Nr. 278
- 5 DIN 58 220
„Sehschärfebestimmung“ Blatt 1
„Sehzeichen und
Darbietungsbedingungen“ (März 1974)
- 6 DIN 58 220
„Sehschärfebestimmung“ Blatt 3
„Fernvisusbestimmung“ (März 1974)
- 7 siehe (1) Lfd. Nr. 8
- 8 HEINZ DIEPES
„Refraktionsbestimmung“ Verlag Heinz
Postenrieder, Pforzheim (2. Auflage
1975) S. 61
- 9 WILHELM TRENDELENBURG
„Der Gesichtssinn“ Springer-Verlag,
Berlin (2. Auflage 1961) S. 64
- 10 HERBERT SCHÖBER
„Das Sehen“ Band I, VEB
Fachbuchverlag Leipzig (4. Auflage,
1970) S. 31
- 11 MICHAEL J. HOGAN et al.
„Histology of the Human Eye“ W. B.
Saunders Company, Philadelphia
(1971) S. 492
- 12 ROBERT SIEBECK
„Optik des menschlichen Auges“
Springer-Verlag, Berlin (1960) S. 139
- 13 a) RUDOLF SACHSENWEGER
„Pathologie und Klinik der
Refraktionsanomalien“ in Karl
Velhagen (Herausgeb.) „Der
Augenarzt“ Band II VEB Georg
Thieme, Leipzig (1972) S. 981
b) RUDOLF SACHSENWEGER
(Herausgeb.) „Neuroophthalmologie“
Georg Thieme Verlag, Stuttgart (1975)
S. 309
-

De grondbeginselen van het binoculaire zien (2)

(Einführung in das Binokularsehen)

Dr. Helmut Goersch

Plaatsvervangend Directeur der Staatliche Fachschule

für Optik und Fototechnik Berlin. SFOF.

Vertaling: H. Stassar. Optometrist OV

Overgenomen uit „Der Augenoptiker” met toestemming van de uitgever.

Hoofdstuk 1 Vervolg

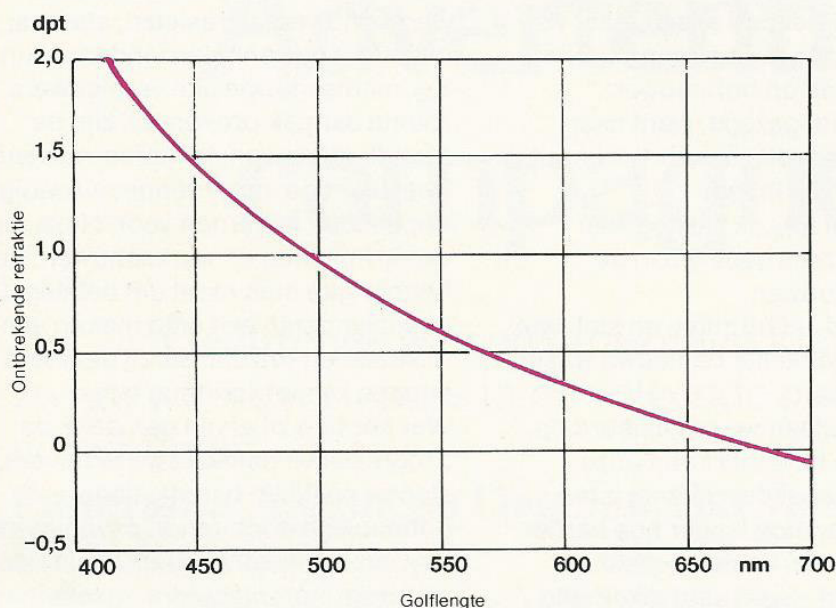


Fig. 4: De chromatische aberratie van het menselijke oog

1.2 De Akkommodatie (vervolg)

Het optische stelsel van elk oog bezit de eigenschap van dispersie, ofwel kleurendispersie. Dit heeft tot gevolg, dat iedere lichtsoort met een afzonderlijke golflengte in het oog eveneens een afzonderlijke brandpuntsafstand heeft. Iedere kleur heeft zijn eigen refractie. De curve in figuur 4 toont ons de samenhang die er in het menselijke oog bestaat tussen de golflengten van het, op het oog invallende, licht en de daarbij behorende refraktietekorten, als gevolg van de dispersie. Men is hier uitgegaan van een oog, dat emmetroop is voor licht met de (in lucht gemeten) golflengte van $\lambda = 680$ nm. (nm betekent: nanometer. 1 nanometer = 10^{-9} meter). Tussen de beide begrenzings van het zichtbare spectrum, is een verschil in refractie voorhanden van ongeveer twee dioptrieën. (14) (15). Refraktiebepalingen vinden nu eenmaal in de regel plaats in het polychromatische

(= witte) licht. Daardoor ontstaan in het oog, als gevolg van de dispersie, vele, achter elkaar liggende, verschillend gekleurde beelden van het ene zwart-witte objekt (het leesteken). Van iedere lichtsoort met 'n afzonderlijke golflengte ontstaat in het oog een afzonderlijk beeld in 'n enkelvoudige kleur.

Uit deze wetenschap komt de vraag naar voren: „Wat is de golflengte waarop het oog is ingesteld?” Wat is de zgn.

„Instelgolflengte” van het oog (die Einstellwellenlänge)?

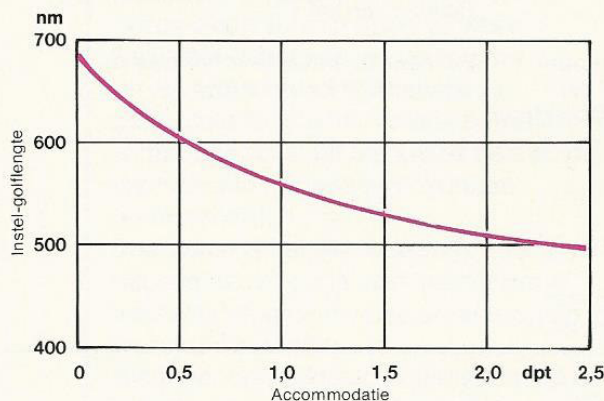
De instelgolflengte van het oog is die golflengte welke behoort bij het beeld dat bij de rust-toestand (= Ruhelage) van akkommodatie scherp op het netvlies wordt afgebeeld.

Om de individuele instelgolflengte te kunnen meten, zijn diverse refraktiebepalingen nodig. Eerst dient er een refraktiebepaling met polychromatisch licht te worden uitgevoerd. Daarna dient men diverse refraktiebepalingen te verrichten met

verschillende monochromatische lichtsoorten. De uitkomsten van de verschillende metingen kunnen nu met elkaar worden vergeleken. Wanneer de uitkomst van 'n refraktiebepaling met 'n monochromatische lichtsoort overeenkomt met de uitkomst van de refraktiebepaling met het polychromatische licht, dan is deze golflengte (van het gevonden monochromatische licht) tevens de instelgolflengte van het oog.

Mütze citeert in dit verband Ivanoff, die bij enige proefpersonen deze instelgolflengte heeft gemeten (16). De gemiddelde getallen die uit deze metingen te voorschijn kwamen, zijn in figuur 5 grafisch weergegeven (15). Het blijkt dat de gemeten ogen wanneer deze zonder dat zij akkomoderen de voorwerpen in de verte scherp kunnen zien, instelgolflengten bezitten van ongeveer 685 nm. Deze golflengten liggen in het gebied van het rode licht.

Vanwege het kleine aantal proefpersonen kan hieruit niet gekonkludeerd worden, dat de instelgolflengte van alle ogen (bij ontspannen akkommodatie) in het spektrale gebied van de golflengten van het rode licht liggen. Men kan hooguit veronderstellen, dat dit wel heel vaak het geval zou kunnen zijn.



*Fig. 5: De instelgolflengten van het menselijke oog, in het witte licht.
(Volgens Ivanoff)*

Wanneer het oog naar voorwerpen in de nabijheid kijkt, dan wordt de instelgolflengte kleiner al naar gelang afstand en akkommodatie. Zie figuur 5. Op die manier benut het oog zijn dispersie om op de inspanning van zijn akkommodatie te bezuinigen. Akkommodatie in de zin van 'n werkelijk verhoogde lichtbreking. ('n soort

verhoogde brekingsindex). Waarschijnlijk kan daaruit worden verklaard waar een gedeelte van de akkommodatiebreedte vandaan komt welke bij oudere mensen nog gemeten kan worden terwijl hun ooglenzen verhard zijn.

Zonder nader in te willen gaan op het onderscheid dat er bestaat tussen de begrippen „Akkommodatie-inspanning” en „Akkommodatie-resultaat” (1), moet erop worden gewezen, dat het (als norm geldende) begrip „de maximale akkommodatie-inspanning” heel vaak wordt verwisseld met het begrip „het akkommodatie-vermogen”. Zo kent men aan het (als norm geldende) begrip „het maximale akkommodatie-resultaat” heel vaak de betekenis toe van „de akkommodatie-breedte” (17). De enige grootte die onze meettechniek omvatten kan, is de akkommodatiebreedte. De akkommodatiebreedte geeft het verschil tussen de vertepuntsrefractie en de nabijheidpuntsrefractie aan en ze wordt in dioptrieën uitgedrukt. Uitgaande van de gemeten akkommodatiebreedte kan het akkommodatievermogen uitsluitend worden berekend met behulp van meerdere gegevens. Het akkommodatievermogen kan niet worden gemeten (18). Het is overigens ook mogelijk om met heel veel inspanning op negatieve wijze te akkommoderen. De ooglenzen neemt hierbij een nog plattere vorm aan dan tijdens de rusttoestand van akkommodatie. Men noemt dit „negatieve akkommodatie” (19.).

Meerdere begrippen welke tot de akkommodatie behoren, zijn in tabel 3 bijeengebracht.

Hierbij dient nog te worden aangemerkt dat in de thans geldende uitgave van het normaalblad, de destijds genormaliseerde definitie van het begrip „akkommodatiegebied” niet zinvol is. Deze definitie luidt namelijk: „Het akkommodatiegebied is het in meters gemeten verschil tussen de vertepuntsafstand en de nabijheidpuntsafstand. De commissie voor de normalisatie heeft echter reeds besloten om de voorheen geldende en zinvolle definitie bij de eerstvolgende oplage van het betreffende normaalblad opnieuw in te voeren. Deze oudere definitie luidde: „Het akkommodatiegebied wordt gevormd door het geheel der instelpunten”.

Begrip	Sym-bool	Een-heid	Verklaring	Opmerking
Vertepunt	R	-	Het objectspunt, dat bij ontspannen accommodatie scherp op het netvlies wordt afgebeeld.	Bij emmetropie ligt R in het oneindige. Bij myopie, reëel op op kortere afstand vóór het oog. Bij hyperopie, virtueel op kortere afstand (als oneindig) (als oneindig) achter het oog.
Fernpunt (punctum remotum)			Bei entspannter Akkommodation scharf auf der Netzhaut abgebildeter Objektpunkt	Bei Rechtsichtigkeit liegt R im Unendlichen, bei Kurzsichtigkeit reell im Endlichen (vor dem Auge), bei Übersichtigkeit virtuell im Endlichen (hinter dem Auge)
Vertepuntsafstand	a_R	m	De afstand tussen het punt R en het eerste hoofdpunt H van het oog.	Bij emmetropie is $a_R = -\infty$. Bij myopie is $a_R < 0$ Bij hyperopie is $a_R > 0$.
Fernpuntafstand			Abstand des Punktes R vom vorderen Augenhauptpunkt H	Bei Rechtsichtigkeit ist $a_R = -\infty$, bei Kurzsichtigkeit ist $a_R < 0$, bei Übersichtigkeit ist $a_R > 0$.
Vertepuntsrefractie	A_R	dpt	$A_R = \frac{1}{a_R}$	Bij emmetropie is $A_R = 0$. Bij myopie is $A_R < 0$. Bij hyperopie is $A_R > 0$.
Fernpuntrefraktion				Bei Rechtsichtigkeit ist $A_R = 0$, bei Kurzsichtigkeit ist $A_R < 0$, bei Übersichtigkeit ist $A_R > 0$.
Instelpunt	E	-	Elk objectspunt, dat bij 'n willekeurige toestand van de accommodatie scherp op het netvlies wordt afgebeeld.	Als de accommodatie toeneemt, verplaatst zich het punt E in de richting van het licht.
Einstelpunt			Bei beliebigem Akkommodationszustand scharf auf der Netzhaut abgebildeter Objektpunkt	Bei zunehmender Akkommodation wandert E in Lichtrichtung.
Accommodatieafstand	a_E	m	De afstand tussen het punt E en het eerste hoofdpunt H van het oog.	
Akkommodationsentfernung			Abstand des Punktes E vom vorderen Augenhauptpunkt H.	
Instelrefractie Einstellrefraktion	A_E	dpt	$A_E = \frac{1}{a_E}$	
Nabijheidspunt	P	-	Het objectspunt, dat bij maximale accommodatie scherp op het netvlies wordt afgebeeld.	
Nahpunt (punctum proximum)			Bei stärkster Akkommodation scharf auf der Netzhaut abgebildeter Objektpunkt.	
Nabijheidpuntsafstand	a_P	m	De afstand tussen het punt P en het eerste hoofdpunt H van het oog.	
Nahpunktstand			Abstand des Punktes P vom vorderen Augenhauptpunkt H.	

Begrip	Symbool	Eenheid	Verklaring	Opmerking
Nabijheid-puntsrefractie Nahpunkt-refraktion	AP	dpt	$AP = \frac{1}{ap}$	
Accommodatie-gebied			Wordt gevormd door het geheel der instelpunten van het oog.	Het accommodatiegebied is kenbaar aan de ligging van zijn grenzen R en P.
Akkommodationsgebiet	-	-	Gesamtheit aller Einstellpunkte eines Auges.	Das Akkommodationsgebiet wird durch die Lage seiner Grenzen R und P gekennzeichnet.
Maximaal accommodatie-resultaat (accommodatie-breedte) Maximaler Akkommodations-erfolg (Akkommodationsbreite)	ΔA_{max}	dpt	$\Delta A_{max} = A_R - A_P$	

Tabel 3. Enkele begrippen volgens DIN 52 208 Deel 3.

1.3 Richting en Richtingshoek (Richtungswert)

Een optimale refractieve correctie voor het zien in de verte samen met een juiste toestand van de accommodatie voor nabijzien, zorgen ervoor dat er op het netvlies een scherp beeld ontstaat. Daardoor is het oog in staat om de fysiologisch voorhanden zijnde gezichtsscherpte ten volle te benutten. Het is daardoor in staat om kleine details van voorwerpen (objecten) te kunnen onderscheiden.

Daarnaast is het van wezenlijk belang dat het oog nauwkeurig vast kan stellen in welke richting de diverse objecten zich in de ruimte bevinden.

Wanneer een bepaald objectspunt op een willekeurige plaats van het netvlies wordt afgebeeld, dan wordt tegelijkertijd op deze plaats van het netvlies een gewaarwording teweeggebracht van de richting waarin zich het betreffende objectspunt bevindt. Aan elke plaats van het netvlies namelijk, is tijdens de ontwikkeling van het zien, de aangeleerde eigenschap toegevoegd van het gewaarworden van richting. Elke plaats van het netvlies neemt 'n bepaalde richting waar. Bijvoorbeeld: horizontaal-links' of schuin-boven, enzovoorts. Tegelijkertijd neemt deze plaats ook waar hoe v r horizontaal-links, of hoe v r

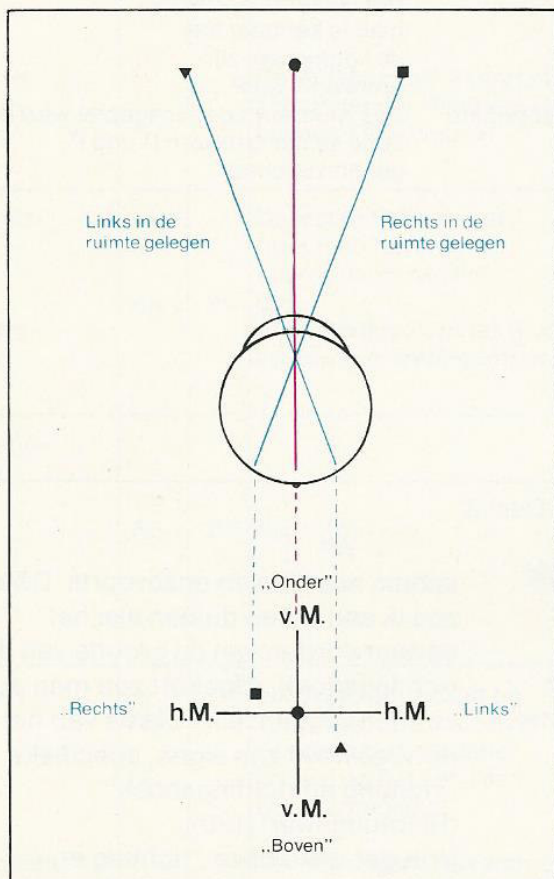
schuin naar boven enzovoorts. Dit laatste zou ik aan willen duiden als: het gewaarworden van de grootte van de richtingshoek. Afgekort zou men dus kunnen zeggen: elke plaats van het netvlies heeft zijn eigen, specifieke „richting en richtingshoek” (Richtungswert) (20).

Vroeger werd deze „richting en richtingshoek” in Duitsland ook wel aangeduid als „Lokalzeichen” of „Raumwert” (21).

Onder ideale omstandigheden, en deze worden hier uitsluitend behandeld, bezit het midden van de foveola (het netvlieskuiltje) de richtingsgewaarwording (de richting) „rechtuit” en de bijbehorende richtingshoek die wordt waargenomen, is nul graden. Anders gezegd: wanneer een objectspunt in het midden van de foveola wordt afgebeeld, dan ziet dit oog het betreffende objectspunt rechtuit v r zich in de ruimte gelegen.

Aanvullend wordt natuurlijk door de gewaarwordingen van het spierenstelsel beoordeeld hoe de stand van de ogen is ten opzichte van het hoofd, van het hoofd ten opzichte van de romp en van de romp ten opzichte van de rest van het lichaam. Op die manier is de persoon in staat om nauwkeurig de plaats te kunnen bepalen, waar, relatief ten opzichte van hem of

De „richting en richtingshoek” van alle andere plaatsen van het netvlies staan in vaste relatie tot de richting „rechtuit” en de richtingshoek „nul graden” van het midden van de foveola. In figuur 6 wordt dit schematisch voorgesteld.



h.M. = De horizontale netvliesmeridiaan.
v.M. = De verticale netvliesmeridiaan.

Alle netvliesplaatsen, die de richtingsgewaarwording hebben van „rechts” of „links” en tevens van „even hoog als de ronde stip”, vormen tezamen de horizontale netvliesmeridiaan (h.M. in fig. 6). Alle netvliesplaatsen die de

Het vierkant, dat in figuur 6 links boven op het netvlies wordt afgebeeld, bevindt zich dus in werkelijkheid (dat wil zeggen in de ruimte vóór het oog) rechts onder de ronde stip.

Wanneer slechts met één oog naar een object wordt gekeken, geeft de plaats van het netvlies waarop het object wordt afgebeeld, geen enkele informatie omtrent de afstand waarop zich dat object ten opzichte van dat oog bevindt.

Wanneer het oog zich echter enige tijd op een dergelijk objectspunt gevestigd **houdt**, noemt men dit „het fixeren” ofwel „kijken naar”.

In de ideale situatie (en dat is hier tevens de normale situatie) wordt het gefixeerde

objektpunt in het midden van de foveola van het oog afgebeeld. Immers, in het midden van de foveola, heeft het oog van nature de grootste gezichtsscherpte en de richtingsgewaarwording „rechtuit” (de richtingshoek is nul graden).

Iedereen kan op elk moment, nauwkeurig en bewust, vaststellen welk punt in het gezichtsveld door hem of haar wordt gefixeerd, met andere woorden, naar welk punt hij of zij kijkt.

Om dit fixeren duidelijk te kunnen omschrijven, heeft men voor het oog, uitsluitend gezien als optisch stelsel, het begrip „fixeerlijn” of „vizierlijn” in een definitie vastgelegd (23).

De fixeerlijn of vizierlijn is de denkbeeldige rechte lijn die het gefixeerde objektpunt verbindt met het midden van de intree-pupil (van het optische stelsel) van het oog.

Door deze definitie is de fixeerlijn vanuit geometrisch-optisch standpunt bekeken, tegelijkertijd de hoofdstraal van de lichtbundel, die het objektpunt (uit de ruimte vóór het oog) afbeeldt in het midden van de foveola. Deze hoofdstraal gaat van het objektpunt uit naar het oog toe (der Objektzeitige Hauptstrahl). Plaatst men echter 'n brilleglas vóór het oog, en is er 'n prismatische werking voorhanden in het punt waar het oog doorheen kijkt, dan wordt in dat punt de zojuist genoemde hoofdstraal gebroken. De richting van de hoofdstraal vóór het glas komt dan niet meer overeen met de richting van de fixeerlijn van het oog. Deze situatie is in figuur 7 aanschouwelijk gemaakt.

In dit geval dient de in de normalisatie vastgelegde definitie van de fixeerlijn als volgt te worden aangevuld:

Wanneer zich vóór het oog een brilleglas bevindt, dan fixeert dit oog het virtuele objektpunt (O' in figuur 7) dat door de werking van het brilleglas ontstaat.

De rol van het reële objektpunt in de ruimte dat oorspronkelijk door het oog werd gefixeerd, wordt nu overgenomen door het virtuele objektpunt dat ontstaat door de werking van het brilleglas.

De fixeerlijn is dan de rechte verbindingslijn tussen het virtuele objektpunt en het midden van de intree-pupil van het oog.

In figuur 7 is duidelijk te zien, dat slechts het gedeelte 2 van de hoofdstraal, tussen het brilleglas en het oog, overeenkomt met de fixeerlijn van het oog.

Op de, in het oog verlengde, fixeerlijn ligt het optische draaipunt Z' van het oog. Dit optische draaipunt Z' is het punt waar de verlengden van de fixeerlijnen van de blikbewegingen naar alle richtingen zo ongeveer elkaar snijden (24).

Bij de anormale toestand van „exentrische fixatie” wordt voor het fixeren (bij monoclair zien) een plaats van het netvlies benut welke buiten het gebied van het scherpste zien gelegen is (25). Bovengenoemde, exentrisch op het netvlies gelegen plaats van fixatie, wordt heel vaak aangeduid als „pseudo-fovea”. Deze pseudo-fovea bezit voor dit oog, bij

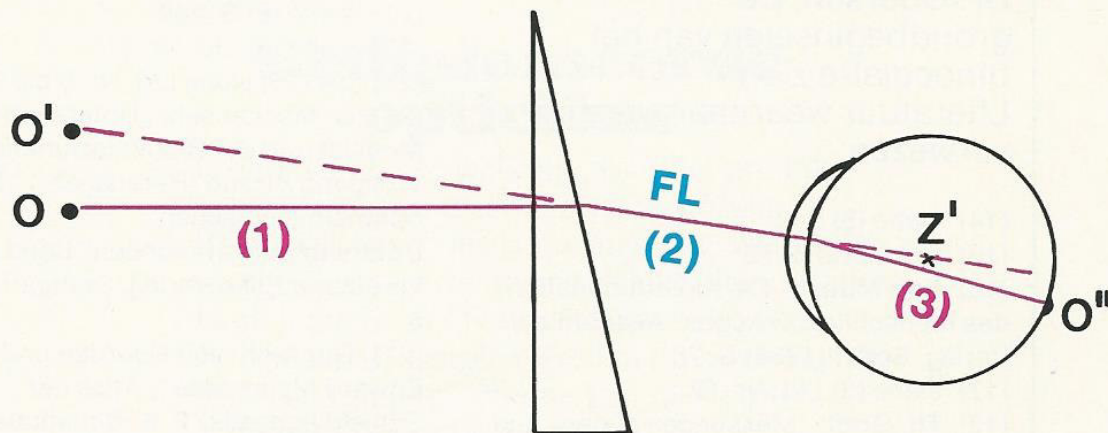


Fig. 7. Schematische voorstelling van de definitie van de fixeerlijn van het oog.
 (1) De van het object uitgaande hoofdstraal, betrekking hebbend op het brilleglas.
 (2) De van het beeld uitgaande hoofdstraal, betrekking hebbend op het brilleglas, tegelijkertijd de van het object uitgaande hoofdstraal, betrekking hebbend op het oog.
 (3) De beeldvormende hoofdstraal in het oog. Z' Het optische oogdraaipunt.

monoculair zien, de richtingsgewaarwording „rechtuit” ofwel de „richting” rechtuit.

1.5 Ductie en Torsie

Kijkt het oog horizontaal in de richting rechtuit, staat het oog dus in de zogeheten „blikrichting van nul graden” (Nullblickrichtung) dan staat dit oog in de „primaire stand”. (Blikrichting van nul graden niet te verwisselen met de richtingsgewaarwording rechtuit met de richtingshoek van nul graden). De horizontale bewegingen die van deze primaire stand uit, naar rechts of naar links gaan, alsook de vertikale bewegingen die van de primaire stand uit naar boven en naar beneden gaan, brengen het oog allemaal in een „sekundaire stand”.

Alle overige standen die het oog aan kan nemen; schuin naar boven en schuin naar beneden, noemt men „tertiaire standen”. Elke beweging van het oog, tussen de zojuist beschreven standen, noemt men een „ductie” van het oog.

Wanneer het oog een (rollend) draaiende beweging om zijn fixeerlijn maakt, noemt men deze beweging een „torsie” van het oog (26).

Bij een ductie, neemt de fixeerlijn van het oog een andere stand in de ruimte aan. Bij een torsie blijft de fixeerlijn steeds op hetzelfde punt in de ruimte gericht.

Tabel 4 geeft een overzicht van de belangrijkste ductie- en torsiebewegingen van het oog.

Door heel veel schrijvers echter, wordt torsie ook wel „cycloductie” genoemd (27).

(Wordt vervolgd)

Tabel 4: De bewegingen van het oog.

Benaming	Soort van beweging
Adductie	Draaiing naar binnen (naar de neus toe)
Abductie	Draaiing naar buiten (van de neus af)
Supraductie	Draaiing naar boven
Infraductie	Draaiing naar beneden
Intorsie (Incycloductie)	Draaiing van het oog om zijn fixeerlijn. De bovenkant van het oog draait naar de neus toe. (Binnenwaartse oogrolling)
Extorsie (Excycloductie)	Draaiing van het oog om zijn fixeerlijn. De bovenkant van het oog draait van de neus af. (Buitenwaartse oogrolling)

Dr. Goersch. De grondbeginselen van het binoculaire zien Literatuur waarnaar wordt verwezen:

- (14) siehe (8) S. 56
- (15) siehe (4a) S. 72
- (16) Karl Mütze: „Die Akkommodation des menschlichen Auges” Akademie-Verlag, Berlin (1956) S. 78
- (17) siehe (3) Lfd. Nr. 12
- (18) Th. Graff: „Messungen augen- und brillenoptischer Größen” Verlag G. Braun, Karlsruhe (1960) S. 84
- (19) a. Herbert Schober: „Das Sehen” Band II VEB Fachbuchverlag Leipzig (3. Auflage 1964) S. 10; b. siehe (13a) S. 989
- (20) siehe (3) Lfd. Nr. 253

- (21) siehe (9) S. 249
 - (22) siehe (3) Lfd. Nr. 115
 - (23) bis (25) siehe Lfd. Nr. 5 bis 7
 - (26) G. Mackensen: „Untersuchung der Motilität und der Binokularfunktion” in Wolfgang Straub (Herausgeb.) „Die ophthalmologischen Untersuchungsmethoden” Band II Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart (1976) S. 8
 - (27) Gunter K. von Noorden und A. Edward Maumenee: „Atlas der Schioldiagnostik” F. K. Schattauer Verlag, Stuttgart – New York (1971) S. 9
- Anschrift des Verfassers
Dr. Helmut Goersch
Westhofener Weg 30
1000 Berlin 38

De grondbeginselen van het binoculaire zien (3)

(Einführung in das Binokularsehen)

Dr. Helmut Goersch. Plaatsvervangend Directeur der SFOF. Berlin.

Vertaling: H. Stassar. Optometrist OV.

Opmerking vooraf

Voor alle uiteenzettingen met betrekking tot het binoculaire zien die hierna volgen, dienen gevallen van excentrische fixatie (= monoculaire excentrische fixatie) te worden uitgesloten.

Wanneer het oog tijdens het monoculaire zien een bepaald objectspunt fixeert, dan wordt dit objectspunt dus in het midden van de foveola van het betreffende oog afgebeeld. (Het midden van de foveola heeft de richtingsgewaarwording „rechtuit“.)

Verder dient, ter vereenvoudiging van de getekende voorstellingen der ogenparen, te worden aangenomen, dat voor elk oog de hoek tussen de optische as en de gezichtslijn, (= fixeerlijn), ofwel de hoek y , gelijk is aan 0 graden (van de gradenboog). (1 Lfd. Nr 2) (1 Lfd. Nr 4) en (10.S. 114).

Op die manier vallen de optische as, de gezichtslijn en de fixeerlijn samen en het midden van de foveola komt dan overeen met de achterste pool P (Polus posterior) van het oog. (4.S. 51).

In getekende afbeeldingen van ogenparen kunnen dan de fixeerlijnen van beide ogen worden doorgetrokken tot aan het middelpunt van de (denkbeeldige) foveola.

Voor die ogen, waarvan de hoek y een andere grootte heeft dan 0 graden, verandert er in de hierna volgende uitleg van het binoculaire zien niets. Alleen de tekeningen zouden ingewikkelder en daardoor minder duidelijk zijn geworden.

2. De motoriek van het binoculaire zien

2.1 Versiones en Vergenties*

* *Versiones zijn de wendingen van het ogenpaar. Het is afkomstig van het Latijnse werkwoord „vertere” dat „omkeren” betekent. Versio kan men voor de optometrie het beste in het Nederlands vertalen met „blikwending”.*

Zoals bekend, worden de bewegingen van het oog teweeg gebracht door de werking van zes uitwendige oogspieren die door hun aanhechting en ligging de oogbol op tangenciale wijze aangrijpen.

De benaming en de werking van deze dwarsgestreepte oogspieren worden in de

literatuur uitvoerig beschreven. Als voorbeelden hiervan noem ik o.a.

Trendelenburg (9.S. 270-274), Von Noorden en Maumenee (27. S. 1-13) en Maidowsky (28. S. 245-263).

Bij binoculair gekoördineerde oogbewegingen ontvangen de betreffende synergistisch werkende oogspieren van het rechter- zowel als van het linkeroog, gelijkwaardige impulsen van het zenuwstelsel. (Gelijkwaardige innervatie voor rechts en links volgens de wet van Hering) (9.S. 283 en 27. S. 20).

(Synergisme = samenwerking van organen tot eenzelfde verrichting.)

Hierbij onderscheiden zich de („konjugierte”) oogbewegingen in

dezelfde richting van de („disjugierte”) oogbewegingen in tegengestelde richting. Oogbewegingen in dezelfde richting noemt men: „versiones” (enkelvoud = versio). Oogbewegingen in tegengestelde richting noemt men „vergenties” (enkelvoud = vergentie). (2. Lfd. nr 39 en 34).

Definitie 1:

Versio (Blikwending)
Gelijkwaardige beweging van beide ogen in *dezelfde* richting

Definitie 2:

Vergentie
Gelijkwaardige beweging van beide ogen in *tegengestelde* richting

Normale blikbewegingen (versiones) en vergenties zijn bewegingen van beide ogen om hun verticale en/of transversale as. (27. S 13) (transversaal = staande). Door deze bewegingen nemen de fixeerlijnen steeds andere standen aan. Bij rolbewegingen van beide ogen bewegen (= draaien) zich de ogen om hun sagittale as (sagittaal = liggend). Deze sagittale as komt vrijwel overeen met de fixeerlijn van het oog. Bij de genoemde rolbewegingen van de ogen blijft de richting van de fixeerlijnen ten opzichte van het hoofd gelijk. Rolbewegingen der ogen worden aangeduid als cycloversiones of cyclovergenties.

Benaming	De beweging van beide ogen
Dextroversio	Beide ogen bewegen naar rechts. (Abductie van het rechteroog en adductie van het linkeroog)
Laeroversio	Beide ogen bewegen naar links. (Adductie van het rechteroog en abductie van het linkeroog)
Supraversio	Beide ogen bewegen naar boven. (Supraductie)
Infraversio	Beide ogen bewegen naar beneden. (Infraductie)
Dextro-Cycloversio	Rolling van beide ogen naar rechts. (Extorsie van het rechteroog en intorsie van het linkeroog)
Laevo-Cycloversio	Rolling van beide ogen naar links. (Intorsie van het rechteroog en extorsie van het linkeroog)

Tabel 5: versiones

Benaming	De beweging der ogen
Convergentie	Adductie van beide ogen
Divergentie	Abductie van beide ogen
Positieve verticale vergentie	Supraductie van het rechteroog en infraductie van het linkeroog
Negatieve verticale vergentie	Infraductie van het rechteroog en supraductie van het linkeroog
Incyclo-vergentie	Intorsie van beide ogen
Excyclo-vergentie	Extorsie van beide ogen

Tabel 6: vergenties

Een volledige onderverdeling van versiones en vergenties is in de tabellen 5 en 6 samengebracht (26. S. 9 en 27. S. 16). In een notitie welke werd toegevoegd aan (2. Lfd. nr 34), wordt erop gewezen, dat de uitdrukking „verticale divergentie” („VD”) die vroeger gebruikt werd voor „verticale vergentie” niet meer dient te worden toegepast.

Het begrip „divergentie” immers, is te zeer kenmerkend voor een horizontale vergentie der ogen.

Versions en vergenties zijn in wezen dezelfde oogbewegingen als ducties (zie hoofdstuk 1.5 Oculus mei '81). Het zijn bewegingen van het oog ten opzichte van het hoofd.

Veranderingen in de stand van de ogen ten opzichte van de ruimte, waarbij de ogen ten opzichte van het hoofd stilstaan, maar waarbij de beweging van de ogen uitsluitend tot stand komt door de bewegingen van het hoofd en/of de rest van het lichaam, blijven hier vanzelfsprekend buiten beschouwing. Wel belangrijk is echter de zogenaamde „kompenserende rolling” der ogen die ervoor zorgt dat de stand van de netvliesmeridianen (zie hoofdstuk 1.3 en fig. 6 Oculus mei '81) gelijk blijft ten opzichte van de ruimte, wanneer het hoofd een beetje schuin naar rechts of naar links wordt gebogen (19. S. 401).

De kompenserende oogrolling kan niet anders zijn dan een cycloversio welke tegengesteld is aan de beweging van het hoofd.

Wanneer het hoofd een beetje schuin naar links wordt gebogen, dan brengt dit een even grote *dextro-cycloversio*

(= *cycloversio* naar rechts) te weeg.

Omgekeerd, bij een schuine buiging van het hoofd naar rechts, zullen de ogen een *laevo-cycloversio* (= *cycloversio* naar links) uitvoeren (tot ongeveer 10 graden).

Deze cyclo-versiones worden via het evenwichtsorgaan door de zwaartekracht gestuurd. Zowel bij het vaststellen van de korrektiesterkten der brilleglazen, alsook bij het inslijpen der glazen, dient men met een eventuele schuine houding van het hoofd rekening te houden. Dit in verband met de juiste stand der cylinderassen en de juiste ligging der bases bij prismatische brilleglazen.

Een uitvoerige uiteenzetting van deze problematiek is te vinden in (29).

2.2 De standen van vergentie

De onderlinge stand van de ogen van 'n ogenpaar wordt gekenmerkt door de richting welke beide fixeerlijnen innemen en deze stand is onafhankelijk van de hoek y .

Dat is zo, omdat (in de regel) uitsluitend deze fixeerlijnen, als zijnde hoofdstraal der foveolair afbeeldende stralenbundels, optometrisch van wezenlijke betekenis zijn (zie hoofdstuk 1.4 en figuur 7, Oculus mei '81). Wanneer beide fixeerlijnen elkaar snijden, liggen zij in een vlak dat wordt bepaald door de ligging van beide oogdraaipunten en het snijpunt van die fixeerlijnen (1. Lfd. nr 7).

De hoek welke beide fixeerlijnen met elkaar vormen noemt men „de stand van vergentie” der ogen (2. Lfd. nr 38).

Definitie 3:

Stand van vergentie

De hoek tussen de fixeerlijnen van beide ogen

Wanneer beide fixeerlijnen elkaar snijden, komen zij overeen met de denkbeeldige „benen” van een hoek, de zogeheten „hoek van vergentie”. (Men kan hier tevens aan een driehoek denken die bepaald wordt door de drie hoekpunten: het snijpunt der fixeerlijnen en de twee oogdraaipunten).

De richting van het vlak waarin zich deze (drie)hoek bevindt, kan met behulp van een coördinaten-systeem worden vastgesteld (zie figuur 8).

Wanneer het hoofd normaal rechtop wordt gehouden, en het overige deel van het lichaam heeft een normale loodrechte stand, dan valt het coördinaten-systeem, dat vast met het hoofd is verbonden (Kopffest) en dus met het hoofd meebeweegt, samen met het coördinaten-systeem dat vast verbonden is aan de ruimte waarin zich de persoon bevindt (kopffestes und raumfestes Koordinaten-system fallen zusammen).

Alle uiteenzettingen welke nu volgen, hebben betrekking op een coördinaten-systeem dat bestaat uit een denkbeeldig horizontaal en een denkbeeldig vertikaal vlak, dat vast met het hoofd verbonden is. Op deze plaats lijkt het mij zinvol om enkele opmerkingen te maken over het gebruik van de woorden „horizontaal”,

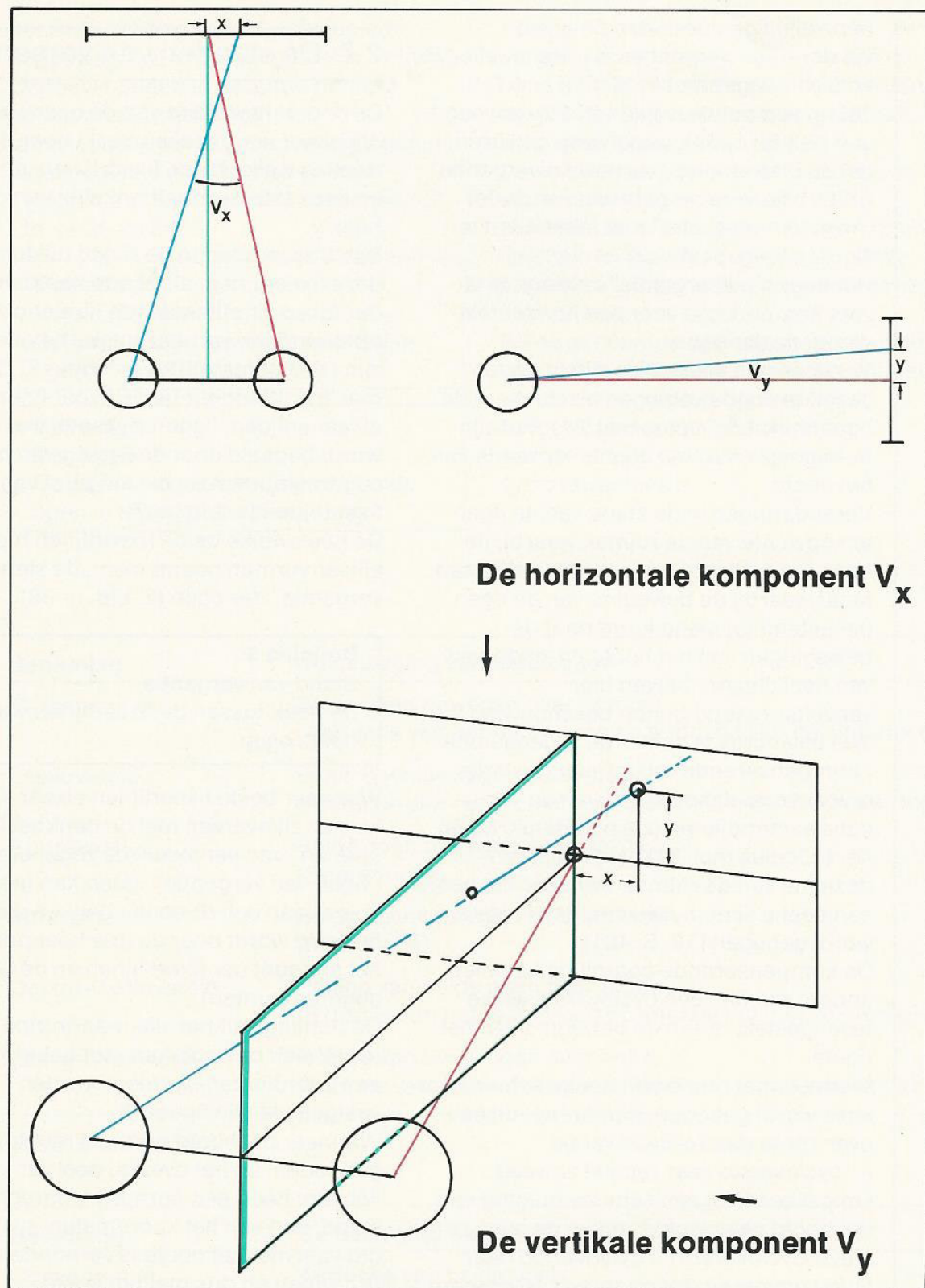


Fig. 8 De componenten waarin een samengestelde stand van vergentie wordt ontleed (als de fixeerlijnen van beide ogen elkaar nergens snijden). Groen omlijnd: het mediane vlak. Het denkbeeldige vlak dat het lichaam in een rechter- en een linkerhelft verdeelt.

„waterpas”, „vertikaal” en „loodrecht”. Immers in het dagelijkse spraakgebruik worden de woorden horizontaal en waterpas door elkaar gebruikt om hetzelfde begrip aan te duiden. Men spreekt van horizontaal als men waterpas bedoelt en omgekeerd. Dit gebeurt ook met de woorden vertikaal en loodrecht. Voor onze vaktaal dient men de betekenis van deze woorden duidelijk te onderscheiden.

Loodrecht is de richting waarin de zwaartekracht werkt en welke objectief wordt vastgesteld met behulp van het schietlood.

Waterpas is de richting welke met behulp van een waterpas op objectieve wijze kan worden vastgesteld. Zij staat onder een hoek van 90 graden ten opzichte van de richting loodrecht.

Vertikaal en horizontaal daarentegen zijn de subjektieve gewaarwordingen, welke ongeveer overeenkomen met de objectieve betekenis loodrecht en waterpas (9. S. 344; 19. S. 204).

In de geometrie (= de meetkunde die betrekking heeft op de geologie) betekent „loodrecht” uitsluitend, dat de ene lijn die men bestudeert onder een hoek van 90 graden staat ten opzichte van een andere lijn.

In die zin zou er, naar mijn mening, geen bezwaar tegen hoeven te bestaan als ook wij zouden zeggen: „de ene lijn staat loodrecht op de andere”, hoewel dit niet overeenkomt met het oorspronkelijke begrip „loodrecht” volgens het schietlood! (32. S. 310).

De richting van het horizontale- en het verticale vlak van het door ons gebruikte coördinaten-systeem, wordt bij een normale stand van het lichaam en het hoofd bepaald door de natuurlijke ligging van de horizontale- en verticale netvliesmeridiaan (zie fig. 6, Oculus mei '81).

Wanneer de houding van het hoofd normaal is maar de ogen op ongelijke hoogte staan, ligt het vlak van de hoek, die gevormd wordt door beide fixeerlijnen, in een scheve stand.

Wanneer iets dergelijks het geval is, wordt door projectie van de fixeerlijnen op het betreffende vlak, de stand van vergentie ontbonden in een horizontale- en een verticale component. Uitsluitend deze componenten hebben een optometrische betekenis.

In het geval dat de fixeerlijnen van beide ogen een onderling verschillende scheve ligging hebben en elkaar dus niet snijden, liggen zij eveneens niet in één vlak en vormen zij ook geen direkte hoek met elkaar. Deze standen noemt men „samengestelde” standen van vergentie. De projecties van dergelijke fixeerlijnen op het betreffende vlak van het coördinaten-systeem, leveren echter ook hier een horizontale- en een verticale component op. Dit wordt aanschouwelijk voorgesteld in figuur 8.

Als men het op deze manier bekijkt, dan is definitie 3 dus even goed bruikbaar voor scheve fixeerlijnen die elkaar niet snijden. De cyclo-stand van vergentie, waarbij de richting van de verticale netvliesmeridianen ten opzichte van elkaar wordt beoordeeld, onderscheidt zich van de stand van vergentie waarbij beide fixeerlijnen met elkaar een hoek vormen.

Definitie 4:

Cyclo-stand van vergentie
De hoek tussen de verticale meridianen van beide ogen

Bij enkelvoudige normale- of afwijkende standen van vergentie, zowel als bij de componenten van samengestelde standen van vergentie, alsook bij cyclo-standen van vergentie, worden de begrippen gehanteerd welke in tabel 7 bijeengebracht zijn. (zie pag. 34).

De standen van vergentie waarbij de fixeerlijnen van beide ogen al of niet parallel ten opzichte van elkaar in de ruimte staan (bij het kijken in de verte = het oneindige) zijn voor de optometrie het belangrijkste. De richtingen van deze standen worden steeds gemeten in de maateenheid cm/m. De normale- en de afwijkende cyclo-standen van vergentie daarentegen worden gemeten in graden van de gradenboog.

(Wordt vervolgd)

Benaming	Maat- eenheid	Verklaring
Parallelstand (parallele stand van vergentie; nulgraden stand)	—	De fixeerlijnen van beide ogen staan in een evenwijdige stand ten opzichte van elkaar
Convergente stand (positieve horizontale stand van vergentie)	cm m	De horizontale component van een stand van vergentie waarbij de fixeerlijnen der ogen naar binnen zijn gericht
Divergente stand (negatieve horizontale stand van vergentie)	cm m	De horizontale component van een stand van vergentie waarbij de fixeerlijnen der ogen naar buiten zijn gericht
Positieve verticale stand van vergentie (R/L' + W)	cm m	De verticale component van een stand van vergentie waarbij de fixeerlijn van het rechteroog omhoog gericht staat ten op- zichte van de fixeerlijn van het linkeroog
Negatieve verticale stand van vergentie (L/R' - W)	cm m	De verticale component van een stand van vergentie waarbij de fixeerlijn van het rechteroog omlaag gericht staat ten opzichte van de fixeerlijn van het linkeroog
Incyclo-stand van vergentie	graden	De cyclo-stand van vergentie waarbij de verticale meridianen van beide ogen de stand aannemen van de benen van de hoofdletter A (zgn. „A-stand”)
Exyclo-stand van vergentie	graden	De cyclo-stand van vergentie waarbij de verticale meridianen van beide ogen de stand aannemen van de benen van de hoofdletter V (zgn. „V-stand”)

Tabel 7: de standen van vergentie

Literatuur waarnaar wordt verwezen:

- (1) DIN 58 208: „Begriffe und Zeichen
bei Brillengläsern in Verbindung mit dem
menschlichen Auge” Teil 3 „Auge”
(September 1978) (Erste Ausgabe Apeil
1972)
- (2) DIN 58 208: „Begriffe und Zeichen
bei Brillengläsern in Verbindung mit dem
menschlichen Auge” Teil 5 „Binokulares
System Auge-Brille” (Entwurf August
1978)
- (4) „Handbuch für Augenoptik”:
Herausgeb. Carl. Zeiss, Oberkochen
(1977)

- (9) Wilhelm Trendelenburg: „Der
Gesichtssinn” Springer-Verlag, Berlin (2.
Auflage 1961)
- (10) Herbert Schober: „Das Sehen” Band
1, VEB Fachbuchverlag Leipzig (4.
Auflage, 1970)
- (19) Herbert Schober: „Das Sehen” Band
II VEB Fachbuchverlag Leipzig (3. Auflage
1964)
- (26) G. Mackensen: „Untersuchung der
Motilität und der Binokularfunktion” in
Wolfgang Straub (Herausgeb.) „Die
ophthalmologischen
Untersuchungsmethoden” Band II

- Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart (1976)
 (27) Gunter K. von Noorden und A. Edward Maumenee: „Atlas der Schioldiagnostik“ F. K. Schattauer Verlag, Stuttgart-New York (2. Auflage 1979)
 (28) Werner Maidowsky: „Anatomie des Auges“, Verlag Neues Optikerjournal Pforzheim (1980)
 (29) Hans Joachim Haasse: „Zur Zusammenarbeit und Abstimmung zwischen Brillenbestimmern und Brillenanpassern.. Der Augenoptiker 12 (1970) 7-17; 1 (1971) 31-35 und 2 (1971) 9-19
 (30) Brockhaus Enzyklopädie Band 19 Verlag F. A. Brockhaus Wiesbaden (1974)
 (31) Der Große Duden Band 5 (Fremdwörterbuch), Verlag Bibliographisches Institut Mannheim (1960)
 (32) Brockhaus Enzyklopädie Band 17 (1973)
 (33) Helmut Goersch: „Zentrierung von Nahbrillen“ NOJ 7 (1975) 509-516

Twee kleine schoonheidsfoutjes

Ze stonden in deel 2 van de artikelserie over **de grondbeginselen van het binoculaire zien** in Oculus van mei jl.

Op pagina 26, 2e kolom, 11e regel van boven dient u te lezen: „links” in plaats van „boven”.

In dezelfde kolom moet de 17e regel luiden:

alle netvliesplaatsen onder de horizontale (en zo verder). Het woordje „onder” was weggefallen.

Vergeeft u ons?

„De Grondbeginselen van het binoculaire zien” (4)

(Einführung in das Binokularsehen)

Dr. Helmut Goersch.

Plaatsvervangend directeur der Staatliche Fachschule für Optik und Fototechnik, Berlin S.F.O.F.

Vertaling: H. Stassar, optometrist O.V.

Vervolg van hoofdstuk 2

2.3 Hoe Versiones, Vergenties en de Standen van Vergentie met elkaar verband houden.

De bewegingen der ogen, die als versiones en vergenties worden aangeduid, zijn binoculaire **aktiviteiten**. Zij mogen niet verwisseld worden met de **standen** van vergentie. Immers standen van vergentie (het woord zegt het al) zijn toestanden en geen bewegingen.

Men zou dit kunnen vergelijken met de akkomodatie. Daar maakt men ook een onderscheid tussen „het akkomoderen”, de beweging van de akkomodatie, en de instelling of „stand van akkomodatie”, welke door het akkomoderen tot stand komt.

Het onderscheid tussen de genoemde binoculaire begrippen kan het beste aan de hand van enkele voorbeelden duidelijk worden gemaakt.

Als men zegt: „Een ogenpaar voert een konvergentie uit” (ofwel: de ogen konvergeren) dan hebben wij geen enkele informatie omtrent de stand van vergentie, vóórdat het konvergeren heeft plaatsgevonden en ná het konvergeren.

In de figuren 9 en 10 worden alle mogelijkheden weergegeven van de standen van vergentie welke men aan kan treffen vóór dat het konvergeren heeft plaatsgevonden en ná het konvergeren. Wanneer een ogenpaar een divergente stand van vergentie heeft, dan kunnen deze ogen door het konvergeren een minder divergente stand aannemen, een parallelle stand van vergentie, of een konvergente stand verkrijgen (fig. 9). Dat ligt er maar aan hoe groot de hoek van de

divergente beginstand was en hoe sterk er gekonvergeerd werd.

Staan de ogen in de parallelle stand dan zal een konvergentie altijd tot gevolg hebben, dat deze ogen in een konvergente stand van vergentie terechtkomen.

Staan de ogen in een konvergente stand dan gaan deze ogen door de konvergentie een nog sterkere konvergente stand van vergentie aannemen (fig. 10).

Als resultaat van een divergente beweging der ogen (het divergeren) verkrijgt men, op dezelfde wijze als bij het konvergeren, een aantal mogelijkheden: vanuit een konvergente beginstand kunnen de ogen een minder konvergente stand van vergentie aannemen; zij kunnen in een parallelle stand komen; of zij bereiken een divergente stand van vergentie (fig. 11). Vanuit de parallelle stand van vergentie zullen de ogen door een divergentie altijd in een divergente stand komen en vanuit een divergente beginstand steeds een nog sterker divergente stand van vergentie verkrijgen.

In figuur 12 zijn alle horizontale standen van vergentie in getallen uitgedrukt en op een pijl als maten uitgezet. Deze pijl geeft de mathematische betekenis weer. Naar rechts toe (in de richting van de pijl dus) is positief (= groter) en naar links toe is negatief (= kleiner). Divergente standen van vergentie worden dus kleiner dan 0 aangeduid en konvergente standen groter dan 0.

Konvergente bewegingen der ogen hebben in mathematische zin „grotere” standen van vergentie tot gevolg, divergente bewegingen der ogen daarentegen hebben in mathematische zin kleinere standen van vergentie tot

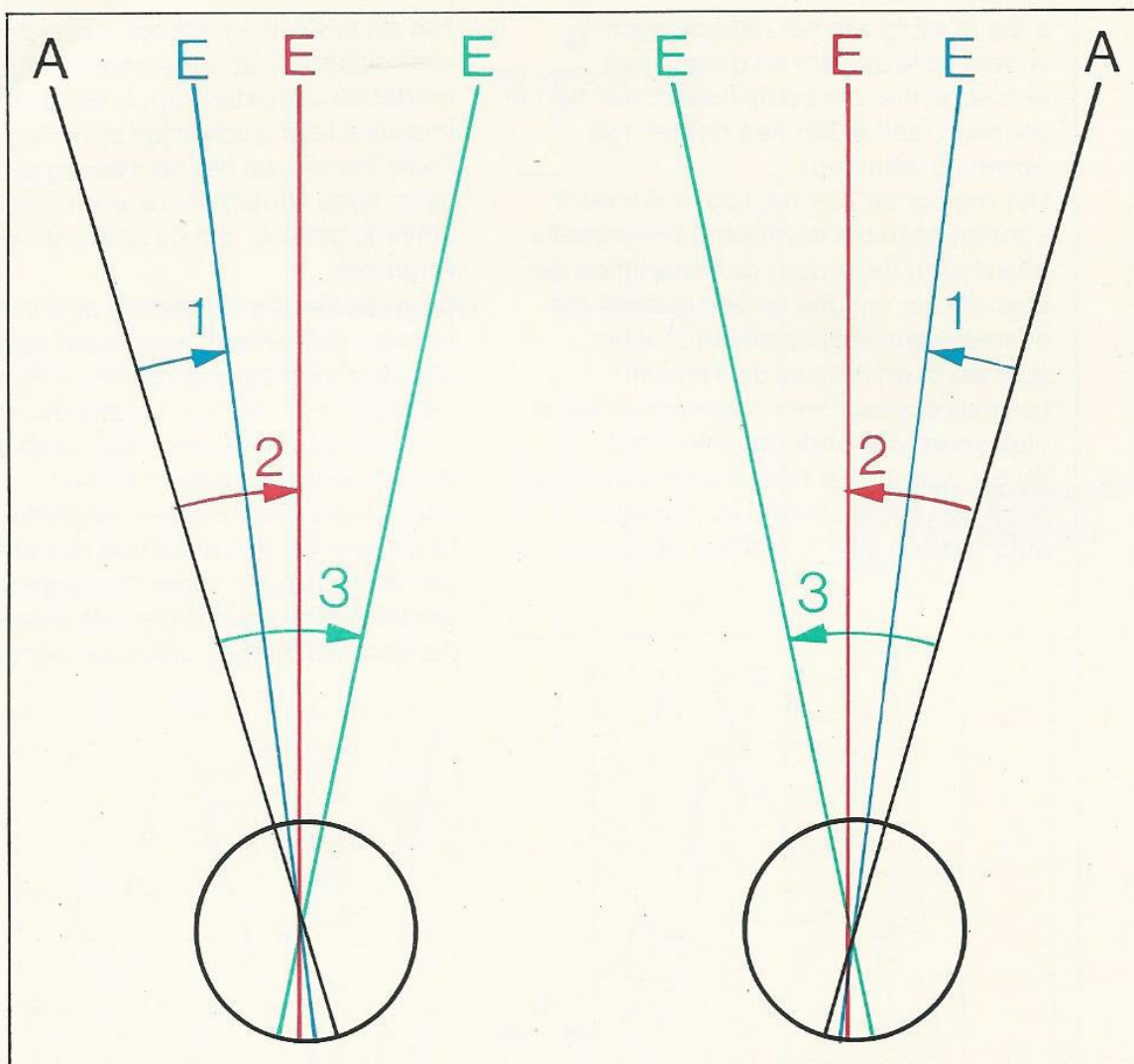


Fig. 9 De eindstanden van vergentie (E) die bereikt worden na drie verschillend sterke konvergente bewegingen (konvergenties) vanuit de divergente beginstand van vergentie A.

gevolg.

Belangrijk is hierbij het feit, dat een konvergentie niet in alle gevallen een konvergente stand van vergentie tot gevolg heeft. Zo heeft een divergentie niet altijd een divergente stand van vergentie tot gevolg.

Als men op dezelfde wijze redeneert, kan men met betrekking tot de standen van vergentie welke door verticale vergenties en ook door cyclovergenties tot stand worden gebracht, hetzelfde konkluderen. Versiones daarentegen veranderen **niets** aan de stand van vergentie van een ogenpaar. De definitie van een versio houdt immers in dat beide ogen hierbij een evengrote beweging in **dezelfde** richting maken. De definitie van een vergentie houdt in dat beide ogen een evengrote beweging in **tegengestelde** richting maken, en daarbij voldoen aan de

wet van Hering (zie hoofdstuk 2.1 Oculus juli '81).

Om tijdens het natuurlijke zien de ogen te kunnen richten naar een voorwerp dat voor deze ogen interessant is, worden de noodzakelijke versiones en vergenties gelijktijdig uitgevoerd. Als voorbeeld hiervan zou het geval kunnen dienen dat in figuur 13 wordt uitgebeeld.

Hierbij werd eerst een voorwerp dat in het oneindige ligt door beide ogen gefixeerd. Dit voorwerp is op de fixeerlijn van het linkeroog dichterbij gekomen.

Schematisch wordt hier weergegeven hoe de theoretische overgang plaatsvindt, waarbij beide ogen eerst een voorwerp in de verte fixeren en daarna een voorwerp dat dichterbij gelegen is.

Men ziet hier dat het zó zou kunnen gaan, dat eerst een laevoversio plaatsvindt (om beide fixeerlijnen op symmetrische wijze

in de richting van het nabijgelegen voorwerp te stellen) en daarna een konvergentie, om beide fixeerlijnen op het voorwerp zelf te kunnen richten (zie bovenste tekening).

Het zou echter ook best zó in zijn werk kunnen gaan dat eerst een konvergentie plaatsvindt (waardoor de fixeerlijnen der ogen elkaar snijden op een afstand die overeenkomt met de afstand tot het voorwerp) en dat pas daarna een laevoversio naar het voorwerp toe wordt uitgevoerd (zie onderste tekening). Bij het natuurlijke zien vinden deze beide oogbewegingen, versio en vergentie, automatisch gekombineerd plaats.

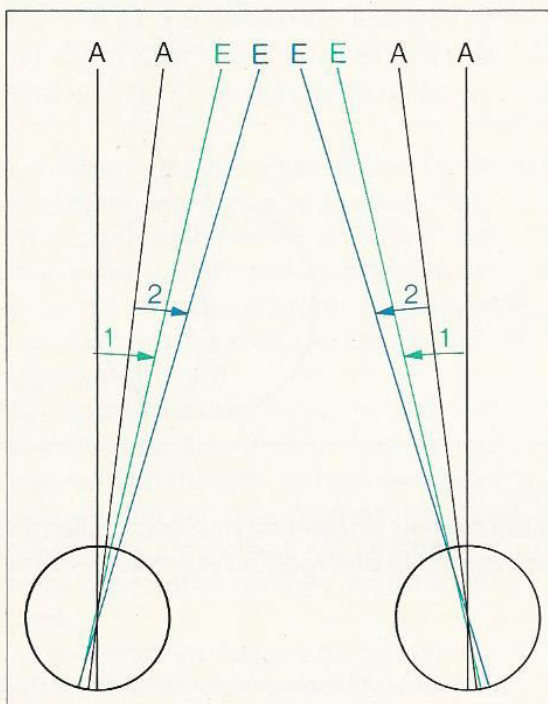


Fig. 10. Konvergente bewegingen (konvergenties) vanuit de parallel-stand van vergentie A 1 en vanuit de konvergente stand A 2. E zijn de eindstanden van vergentie.

Het zal er in dit voorbeeld toe leiden dat in werkelijkheid het linkeroog stil blijft staan, omdat de adduktie-impuls en abduktie-impuls elkaar wederzijds opheffen. Tegelijkertijd zal het rechteroog de benodigde adductie uitvoeren, waarvan de omvang gelijk is aan de som van versio en vergentie.

De vergentie die wij in onze definitie hebben vastgelegd, wordt vaak aangeduid als „symmetrische vergentie” (26, S.8). Deze zou zich dan onderscheiden van de „a-symmetrische vergentie”, welke echter dient te worden opgevat als een combinatie van versio en vergentie. Immers in de strikte zin van de definities van de begrippen versio en vergentie worden deze omschreven als bewegingen, die voor beide ogen absoluut even groot

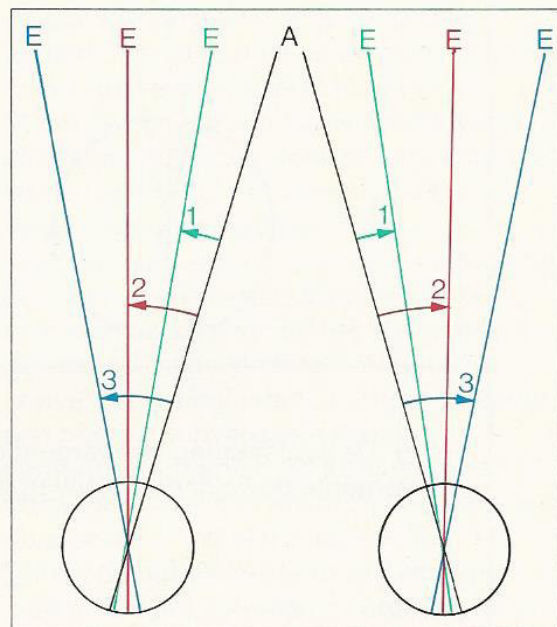


Fig. 11. De eindstanden van vergentie E die bereikt worden na drie verschillend sterke divergente bewegingen (divergenties) vanuit de konvergente beginstand van vergentie A.

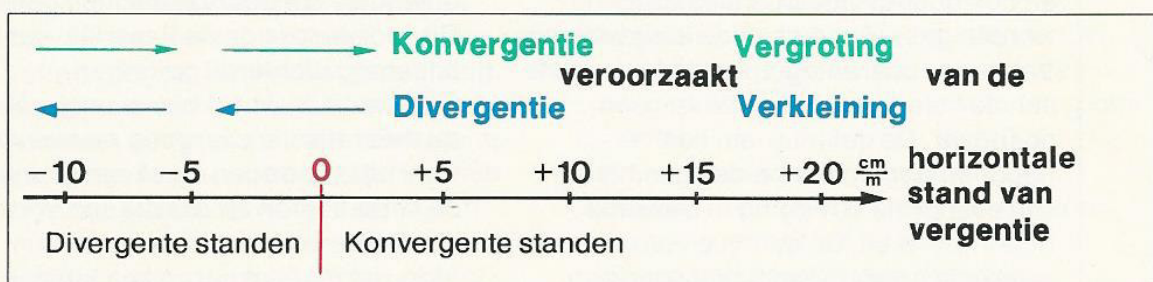


Fig. 12. Het gevolg van horizontale vergenties, mathematisch gezien.

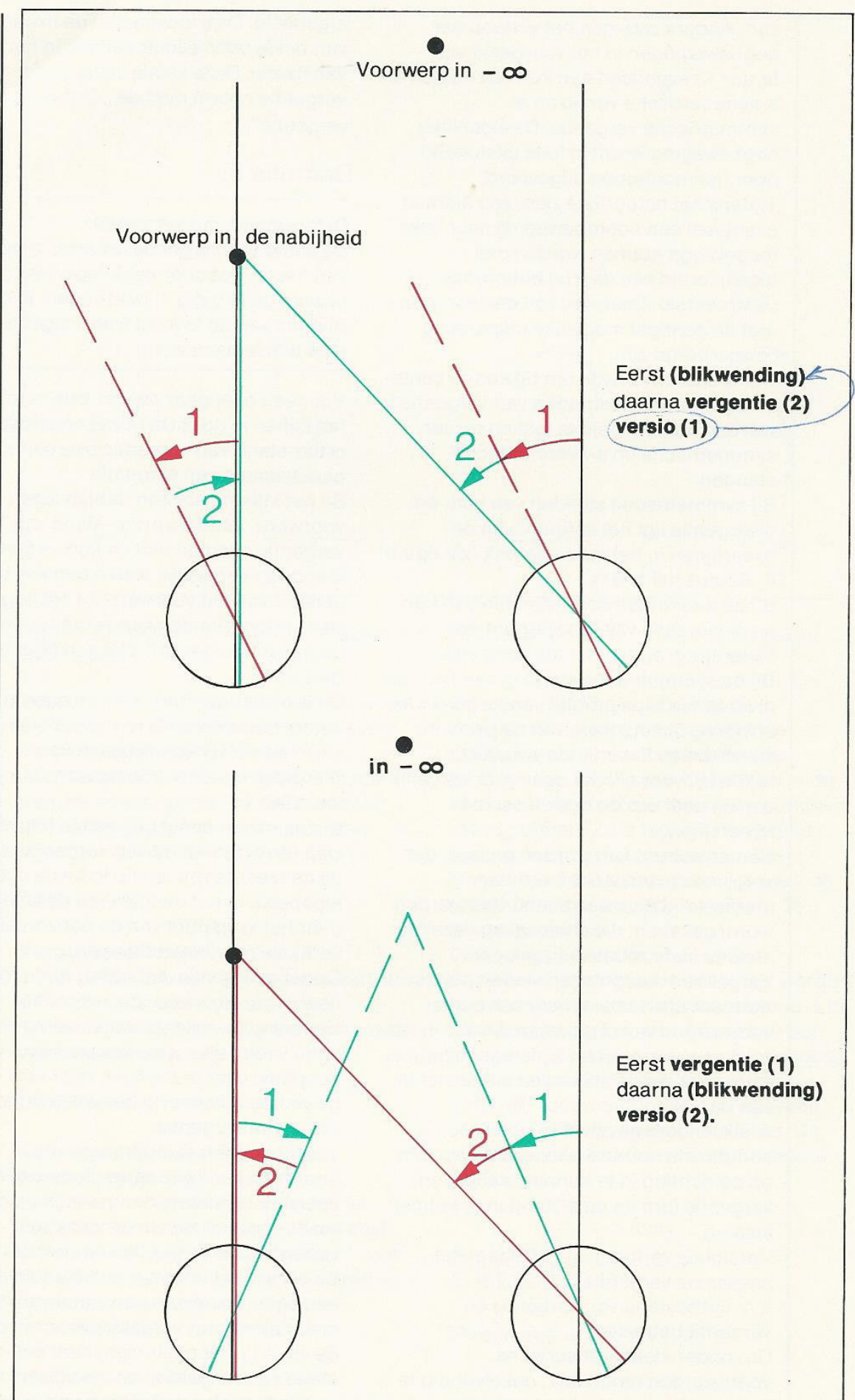


Fig. 13. De theoretische samenwerking van versio (blikwending) en vergentie tijdens het natuurlijke zien.

zijn. Anders zou men het verloop der oogbewegingen in het voorbeeld van figuur 13 evengoed aan kunnen duiden als a-symmetrische versio en a-symmetrische vergentie. De eigenlijke oogbeweging wordt in feite uitsluitend door het rechteroog uitgevoerd.

Tijdens het natuurlijke zien, zou hieraan eventueel een hoofdbeweging naar links toegevoegd kunnen worden met tegelijkertijd een daarbij behorende dextroversio. Daarmee zou dan een zien met de geringst mogelijke inspanning gewaarborgd zijn.

Het is daarom zinvol, om bij konvergente- en bij divergente-**standen** van vergentie **wel** een onderscheid te maken tussen symmetrische en a-symmetrische standen.

Bij symmetrische standen van kon- en divergentie ligt het snijpunt van de fixeerlijnen in het mediane vlak (zie figuur 8, Oculus juli 1981).

Bij de a-symmetrische standen van kon- en divergentie valt het snijpunt der fixeerlijnen buiten het mediane vlak.

Bij de symmetrische standen van kon- en divergentie is de grootte van de hoek van afwijking ten opzichte van de primaire stand (beide fixeerlijnen parallel en rechtuit), voor elk der ogen precies gelijk aan de helft van de hoek tussen de fixeerlijnen.

Samenvattend kan worden gezegd, dat versiones plaatsvinden wanneer afwisselend naar een aantal voorwerpen wordt gekeken, die allemaal op dezelfde afstand in de ruimte zijn gelegen.

Vergenties daarentegen vinden plaats wanneer afwisselend naar een aantal voorwerpen wordt gekeken die alle in het mediane vlak gelegen zijn, maar allemaal op verschillende afstanden ten opzichte van de ogen.

In alle andere gevallen is steeds een combinatie noodzakelijk van versio (om op de richting in te kunnen stellen) en vergentie (om op de afstand in te kunnen stellen).

Versiones verlopen in het algemeen sneller als vergenties (26, S.20).

2.4 Orthostand van vergentie en vergentiebehoefte.

Om onder ideale sensorische voorwaarden binoculair, enkelvoudig te kunnen zien, moet een binoculair voorhanden zijnd punt van fixatie in beide ogen in het midden van de foveola worden

afgebeeld. Daartoe moeten de fixeerlijnen van beide ogen elkaar snijden in het punt van fixatie. Deze ideale stand van vergentie noemt men de „Ortho-stand van vergentie”.

Definitie 5:

Ortho-stand van vergentie:

De stand van vergentie, waarbij 'n punt van fixatie, dat door beide ogen wordt gezien, gelijktijdig in beide ogen, in het midden van de foveola wordt afgebeeld (Het bifoveolaire zien).

Voor een ogenpaar zonder bril, komt bij het kijken in de verte (= het oneindige) de ortho-stand van vergentie overeen met de parallelstand van vergentie.

Bij het kijken naar een nabijgelegen voorwerp, komt de ortho-stand van vergentie overeen met de konvergente stand van vergentie, welke behoort bij de afstand van dat voorwerp tot het oog. Deze ortho-standen van vergentie van een ogenpaar zonder bril, ziet u in figuur 14 getekend.

De kruisfiguren die onder de ogen zijn afgebeeld, stellen de horizontale- en de verticale netvliesmeridianen voor. (Vergelijk figuur 6, hoofdstuk 1.3 Oculus mei 1981.)

Bij het hier in beeld gebrachte bifoveolaire zien (de ortho-stand van vergentie) wordt de gefixeerde ronde stip in beide ogen afgebeeld in het midden van de foveola (hier het kruispunt van de horizontale- en verticale netvliesmeridianen).

Onder „vergentie-behoefte” dient men heel in het algemeen die vergentiebeweging te verstaan welke nodig is om de ogen vanuit elke willekeurige stand van vergentie over te brengen naar elke gewenste willekeurig bepaalde ortho-stand van vergentie.

Wanneer wij in een der volgende hoofdstukken het begrip „heterophorie” zullen behandelen, dan zal blijken, dat reeds voor het zien in de verte een behoefte aan vergentie kan bestaan. De vergentiebehoefte, welke nodig is om een ogenpaar over te brengen van de ortho-stand van vergentie voor het zien in de verte (= het oneindige) naar een ortho-stand van vergentie voor nabijzien, is bijzonder belangrijk. Het is voornamelijk deze vergentie-behoefte die wordt aangeduid als (vrije) „konvergentie-

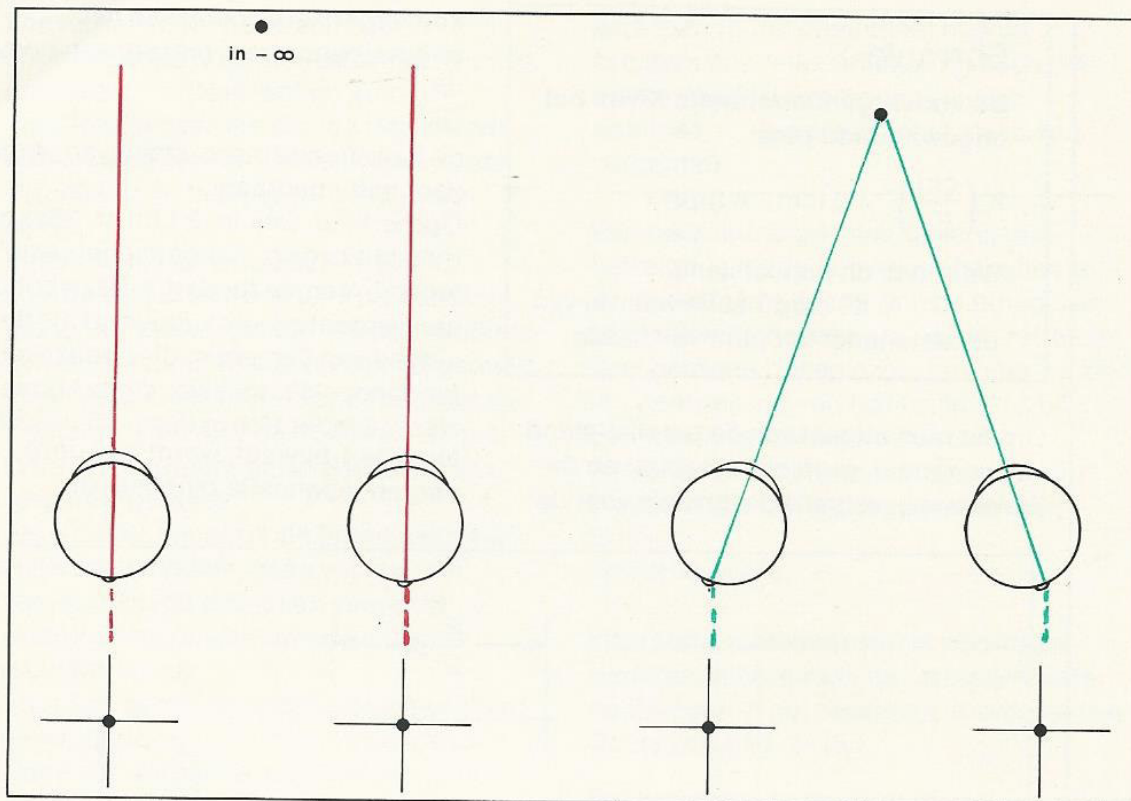


Fig. 14. De ortho-standen van vergentie voor het zien in de verte (= het oneindige) en voor nabij.

behoefte". De toevoeging „freier" (= vrije) die men in de duitstalige literatuur af en toe aantreft, als het gaat over „konvergentie-behoefte" geeft aan, dat men de konvergentie-behoefte bedoelt van het ongewapende ogenpaar (een ogenpaar zonder bril of verrekijker).

Definitie 6:

Vergentiebehoefte:

de vergentie, die een ogenpaar vanuit elke willekeurige **stand** van vergentie, overbrengt naar elke willekeurig bepaalde **ortho-stand** van vergentie.

Definitie 7:

Konvergentie-behoefte van het ongewapende oog:

de konvergentie welke nodig is om een ogenpaar zonder bril, vanuit de **parallel-stand** van vergentie over te brengen naar elke willekeurig bepaalde **ortho-stand** van vergentie **voor nabijzien** (= de konvergente stand van vergentie).

De konvergentiebehoefte van het ongewapende-oog is afhankelijk van de afstand van het voorwerp dat door beide ogen gefixeerd wordt en de pupilafstand

der ogen (1. Lfd. nr. 13). (Met de pupilafstand wordt hier bedoeld: de afstand tussen de middelpunten der pupillen van beide ogen bij het zien in de verte, waarbij de fixeerlijnen een parallelle stand hebben. Ze is tegelijk de afstand tussen de optische oogdraaipunten). Het verband dat tussen bovengenoemde grootheden bestaat wordt in figuur 15 duidelijk gemaakt.

De konvergentiebehoefte van het ongewapende oog kan nu als volgt worden berekend: wanneer p de pupilafstand is en a de positief gerekende afstand van het binoculair zichtbare punt van fixatie tot de rechte verbindingslijn tussen beide optische oogdraaipunten, dan kan men een rechthoekige driehoek tekenen. Uit deze driehoek kan dan als volgt worden gerekend:

$$\frac{1}{2} K \left(\frac{\text{cm}}{\text{m}} \right) = \frac{\frac{1}{2} p (\text{cm})}{a (\text{m})}$$

ofwel met $A = \frac{1}{a}$ in formule 1:

Formule 1:

De konvergentiebehoefte K van het ongewapende oog:

$$K \left(\frac{\text{cm}}{\text{m}} \right) = p (\text{cm}) \cdot A (\text{dpt})$$

Waarin p: de pupilafstand

A: de dioptrische waarde van de afstand tot het punt van fixatie.

Omdat men uitgaat van de parallel-stand van vergentie, geeft de uitkomst van de berekening, volgens de formule voor de

konvergentiebehoefte van het ongewapende oog, meteen aan hoeveel $\frac{\text{cm}}{\text{m}}$

de betreffende ortho-stand van vergentie voor nabij bedraagt.

Opmerking: Ook in (2 Lfd. nr. 36) komt men het begrip „Vergentiebehoefte” tegen („Vergenzbedarf”). Deze behoefte aan vergentie wordt uitgelegd als de „stand van vergentie, die noodzakelijk is om binoculair enkelvoudig te kunnen zien”. Omdat zich in deze Lfd. nr. 36 ook formule 1 bevindt, wordt met deze **vergentiebehoefte** blijkbaar de

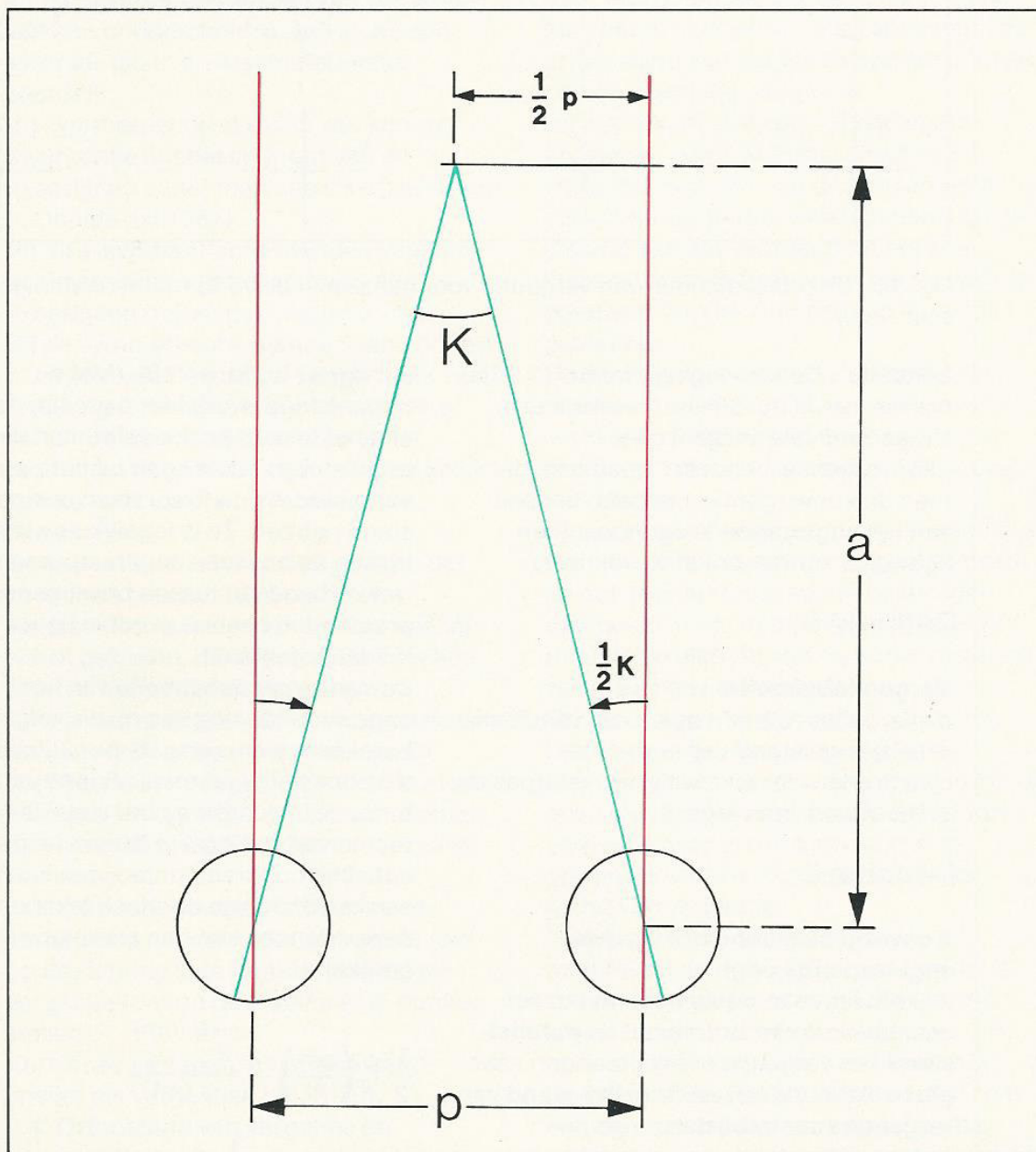


Fig. 15. Op welke wijze men de konvergentie-behoefte K van het ongewapende oog kan berekenen.

(a = de afstand tot het gefixeerde voorwerp. p = de pupilafstand. Rood: de parallelle ortho-stand van vergentie voor verafzien. Groen: de konvergente ortho-stand van vergentie voor nabijzien).

konvergentiebehoefte van het ongewapende oog bedoeld, volgens onze definitie nr. 7. Deze laatste komt getalsmatig overeen met de betreffende ortho-stand van vergentie volgens onze definitie nr. 5. In dit geval geldig voor nabij.

Desondanks is het beter om de noodzakelijke omvang van 'n beweging (behoefte aan vergentie) niet te definiëren als een toestand (de stand van vergentie) maar veeleer als een verandering van de toestand, waarvoor de ogen van de ene stand in de andere gewenste stand van vergentie geraken.

Als wij later het normale binoculaire zien zullen behandelen, gaan wij nog wat verder in op de stand van vergentie waardoor binoculair enkelvoudig zien mogelijk wordt.

Voor een ogenpaar **met** korrektiebril (het gewapende ogenpaar) komt de ortho-stand van vergentie voor het zien in de verte (= het oneindige) slechts dan overeen met de parallel-stand van vergentie als in beide snijpunten van fixeerlijn en brilleglas geen binoculair-prismatische werking voorhanden is. Door de verplaatsing van beide snijpunten van fixeerlijn en korrektieglas wordt de konvergentiebehoefte beïnvloed. Hierdoor ontstaat nl. een veranderlijke binoculaire prismatische nevenwerking, waardoor de konvergentiebehoefte eveneens verandert. Deze laatste wordt aangeduid als konvergentiebehoefte cc (cum correctione).

Definitie 8:

Konvergentiebehoefte cc:

de konvergentie die nodig is om een ogenpaar met korrektiebril vanuit de ortho-stand van vergentie cc voor

verafzien (= het oneindige) over te brengen naar elke willekeurig bepaalde ortho-stand van vergentie cc voor nabijzien (= de konvergente stand van vergentie).

Een rekenkundige uiteenzetting met betrekking tot de konvergentiebehoefte cc, rekening houdend met de binoculair-prismatische nevenwerking van refractief korrigerende brilleglazen, kan men vinden in „Zentrierung von Nahbrillen” (33).

Evenals in de onlangs opnieuw verschenen brochure van de heer W. J. Biessels „De Centrering van de Nabij-Bril”).

Wordt vervolgd.

Literatuur waarnaar wordt verwezen

Hiervoor gelieve men de literatuurlijst te raadplegen in het recente julinummer van Oculus op pag. 34/35.

Schoolkinderen zien, horen en zitten niet goed

Haarlemmermeer. – Slecht zien, een slechte houding en een verminderde gehoorscherpthe zijn de meest voorkomende afwijkingen die een team van schoolartsen heeft gekonstateerd op 133 scholen in de Haarlemmermeer. In totaal werden zo'n negenduizend leerlingen onderzocht, van het kleuteronderwijs, de lagere school en het vervolgonderwijs.

De schoolartsen ondervonden dat zelfs één op de acht kinderen slecht ziet.

Uit Trouw dd. 17 juni 1981.

„De Grondbeginselen van het binoculaire zien” (5)

(Einführung in das Binokularsehen)

Dr. Helmut Goersch.

Plaatsvervangend directeur der Staatliche Fachschule für Optik und Fototechnik, Berlin S.F.O.F.

Vertaling: H. Stassar, optometrist O.V.

Vervolg van hoofdstuk 2

2.5 De werkstand van vergentie en fusie.

Wanneer de ogen zich niet precies in de ortho-stand van vergentie bevinden kan onder zekere voorwaarden toch 'n **normaal** binoculair-enkelvoudig zien voorhanden zijn. Er is dan echter **geen bifoveolair** zien voorhanden.

Dat gebeurt namelijk, wanneer de fixeerlijn van het ene oog het punt van fixatie snijdt en de fixeerlijn van het andere oog wijkt met een zeer kleine hoek van dat punt van fixatie af. In dit laatste oog wordt het punt van fixatie daardoor een klein beetje naast de foveola afgebeeld. Geen **ideaal** binoculair-enkelvoudig zien dus.

In een volgend hoofdstuk over de sensoriek van het binoculaire zien zal op deze „dispariteit van fixatie” (Fixation-disparity) nader worden ingegaan.

De **normale** stand van vergentie, waardoor binoculair-enkelvoudig zien tot stand komt, noemt men de werkstand van vergentie.

Definitie 9:

Werkstand van vergentie

De stand van vergentie van een ogenpaar, waarbij normaal binoculair-enkelvoudig zien voorhanden is

Het spreekt vanzelf, dat de ortho-stand van vergentie de **ideale** werkstand van vergentie is.

Onder het begrip „fusie” (2. Lfd. Nr. 11) worden alle werkingen samengevat die ertoe bijdragen, dat beide monoculaire

gezichtsindrukken van een ogenpaar tot een enkelvoudige gezichtsindruk samensmelten.

Door de werking van het fusiemechanisme ontstaat de toestand: „binoculair-enkelvoudig zien” die ook wel wordt aangeduid als „simultaanzien met fusie”.

Definitie 10:

Fusie

Het totaal van alle werkingen waardoor de gezichtsindrukken van beide ogen versmelten tot binoculair-enkelvoudig zien

Tot deze fusie behoren zowel motorische, als sensorische werkingen welke steeds in elkaar grijpen.

Wanneer een ogenpaar naar een voorwerp wil kijken, dat interessant voor hen is en de stand van vergentie wijkt op dat moment af van de noodzakelijke werkstand van vergentie, dan ontstaat door deze interesse een fusieprikkel of fusie-inwerking (2 Lfd. Nr. 13).

Door deze fusie-inwerking wordt een vergentie (= beweging) op gang gebracht net zolang tot de werkstand van vergentie is bereikt (in het ideale geval is dit de ortho-stand van vergentie).

Dit totale proces, dat geheel buiten onze wil automatisch plaatsvindt, staat bekend als „fusiedwang” (ook wel fusiedrang) of „fusiereflex” (34. S. 131).

De vergentie die door de fusieprikkel op gang wordt gebracht noemt men de „**motorische fusie**” en wordt vaak ook aangeduid als „fusie-beweging” (35. S. 43; 36. S. 74).

Definitie 11:

Motorische fusie

De vergentie, teweegebracht door de fusieprikkel die uitgaat van het punt van fixatie, waardoor een ogenpaar naar de werkstand van vergentie wordt overgebracht

Heeft een normaal werkend ogenpaar eenmaal een werkstand van vergentie aangenomen, dan ontstaat door sensorische fusie binoculair-enkelvoudig zien.

Definitie 12:

Sensorische fusie

Versmelting der gezichtsindrukken van beide ogen tot binoculair-enkelvoudig zien, zonder dat daartoe een vergentie nodig is

Ook op de sensorische fusie wordt in het hoofdstuk over de sensoriek nader ingegaan.

Om de ogen van een afwijkende stand van vergentie over te brengen naar de werkstand van vergentie zodat fusie kan plaatsvinden, dient steeds aan twee voorwaarden te worden voldaan.

In de eerste plaats moet er een fusieprikkel (fusie-inwerking) voorhanden zijn. In de tweede plaats moet het ogenpaar in staat zijn om met de benodigde vergentie op deze fusieprikkel te kunnen reageren.

Om fusieprikkels op te wekken is het een vereiste, dat de netvliesbeelden in beide ogen nagenoeg aan elkaar gelijk zijn. Dit noemt men de „objectieve” fusievoorwaarde.

Dit nagenoeg (= ongeveer) gelijk zijn aan elkaar van beide netvliesbeelden heeft betrekking op de grootte, de vorm, de structuur, de belichtingssterkte, het contrast, de scherpte en de kleur der netvliesbeelden.

Is aan de objectieve fusievoorwaarde voldaan en bezitten beide monoculaire gezichtsindrukken als gevolg daarvan nagenoeg dezelfde hoedanigheid van waarneming, dan moeten de ogen bovendien nog in staat zijn, door de werking der oogspieren, te reageren op de fusieprikkel, net zolang tot zij de werkstand van vergentie hebben bereikt. (In het ideale geval is dat de ortho-stand van vergentie.) Dit noemt men de

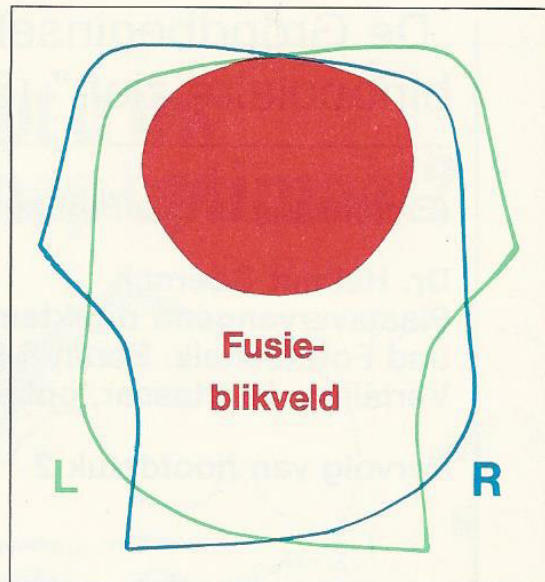


Fig. 16. Het fusie-blikveld van een ogenpaar, zoals dit door Hering werd vastgesteld.

(L: het blikveld van het linkeroog, R: het blikveld van het rechteroog. Het rode vlak geeft het binoculaire fusie-blikveld aan.)

subjectieve fusievoorwaarde.

Wordt aan de subjectieve fusievoorwaarde niet voldaan, ongeveer in dezelfde zin als bij de dissassociatiemethode volgens von Graefe (dmv. een prisma met basis boven of onder, voor een der ogen te plaatsen) dan wordt alles dubbel gezien (8, S. 363; 35, S. 122).

In uiterst zeldzame (pathologische) gevallen komt geen fusie tot stand, ofschoon aan beide fusievoorwaarden werd voldaan. Er ontstaat dan een dubbelzien (diplopie), waarbij de onderlinge afstand tussen beide gezichtsindrukken voortdurend verandert. Men gebruikt hiervoor Engelstalige uitdrukking „horror fusionis” (37, S. 34). Het monoculaire blikveld (1. Lfd. Nr. 11) van elk der beide ogen omvat alle voorwerpen die door dat oog centraal (= foveolair) gefixeerd kunnen worden, terwijl het hoofd een onbewegelijke, vaste stand heeft.

Het „fusie-blikveld” of „binoculair blikveld” daarentegen geeft aan, welke voorwerpen tijdens het natuurlijke zien, eveneens bij een onbewegelijke, vaste stand van het hoofd, door fusie binoculair-enkelvoudig kunnen worden gezien.

De meest bekende voorstelling van het fusie-blikveld ziet u in figuur 16 afgebeeld. Dit werd door Hering voor het eerst op die

manier vastgesteld (9, S. 269). Het rode vlak is het fusievlakveld.

Enerzijds zorgt de fusie ervoor, dat een ogenpaar door vergentie die werkstand van vergentie aan gaat nemen welke noodzakelijk is om de voorwerpen binoculair-enkelvoudig te kunnen zien. Anderzijds zorgt de fusie ervoor, dat een werkstand van vergentie, welke eenmaal werd aangenomen, net zolang wordt **aangehouden**, tot de ogen zich naar een ander voorwerp richten dat zij interessant vinden (dit noemt men „fusionale vergrendeling”).

Dat deze fusionale vergrendeling van een werkstand van vergentie werkelijk bestaat, wordt met het nu volgende voorbeeld duidelijk gemaakt.

Het gaat in dit voorbeeld om een geval, waarbij de werkstand van vergentie die wordt ingenomen, overeenkomt met de ortho-stand van vergentie. Het ideale geval dus.

Het ogenpaar van figuur 17 kijkt naar een voorwerp, dat in het oneindige ligt. De parallelle stand van vergentie is de ortho-stand van vergentie, en er is binoculair-bifoveolair enkelvoudig zien voorhanden. Nu wordt het linkeroog afgedekt en voor het rechteroog wordt een prisma geplaatst van bijvoorbeeld 4 cm/m met basis temporaal (ofwel: basis naar buiten). Het beeld van het voorwerp op het netvlies van het rechteroog wordt nu in temporale richting verplaatst. Deze verplaatsing komt overeen met de hoek van deviatie (= afbuiging) van het prisma. Het is nu de taak van de „fixatiereflex” (38. S. 849) om ervoor te zorgen, dat het voorwerp opnieuw centraal gefixeerd gaat worden (= foveolair gefixeerd).

Door deze fixatiereflex treedt een adductie van het rechteroog in werking net zolang tot het voorwerp weer centraal wordt afgebeeld. Hierdoor wordt mede verklaard waarom prisma met basis naar buiten (= temporaal) heel vaak worden aangeduid als „**adducerende** prisma's”. Op dezelfde wijze redenerend noemt men prisma's met basis naar binnen (= nasaal) heel vaak **abducerende** prisma's.

Volgens de wet van Hering voert in ons voorbeeld het afgedekte linkeroog tegelijkertijd een abductie uit, die even groot van omvang is als de adductie van het rechteroog. Het ogenpaar voert dus samen een laevoversio uit, waardoor de parallelstand van vergentie behouden blijft (fig. 17a). Tenminste... in zoverre als deze

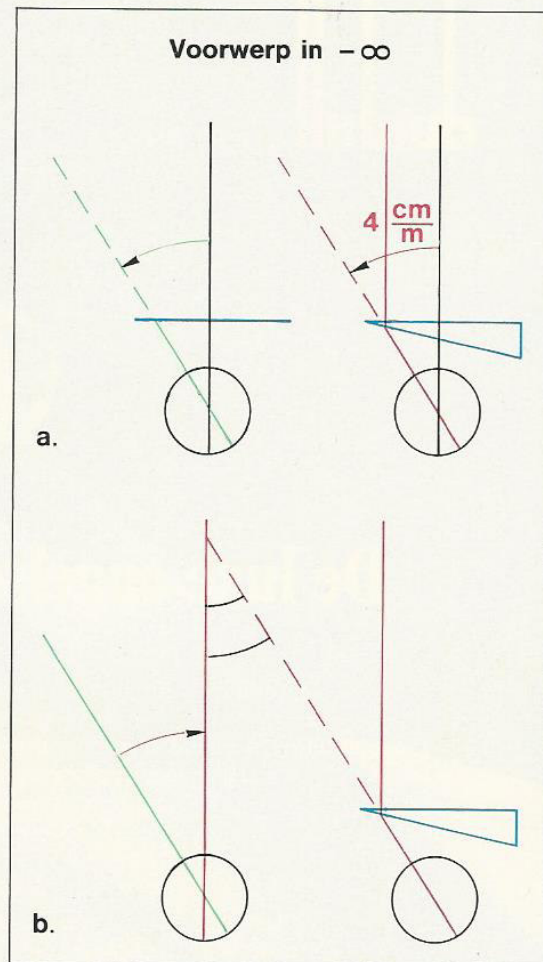


Fig. 17. Fusie bij a-symmetrische verandering van de ortho-stand van vergentie.

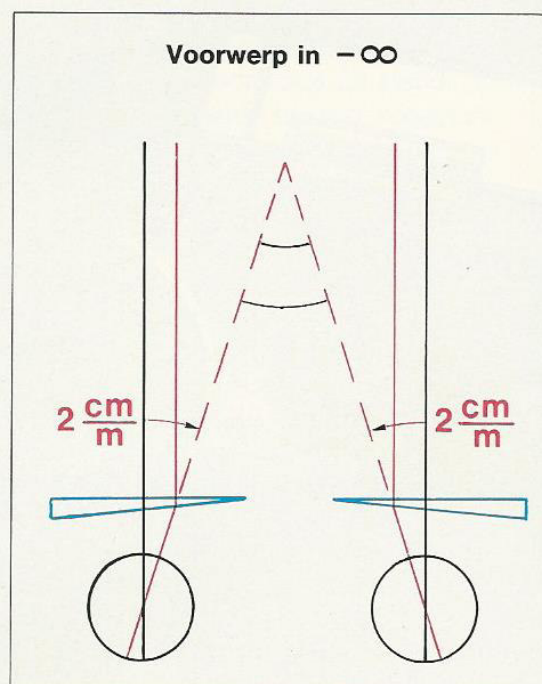


Fig. 18. Fusie bij symmetrische verandering van de ortho-stand van vergentie.

stand van vergentie der ogen in overeenstemming is met de „ruststand van vergentie voor het zien in het donker” („Dunkelruhestellung”. Zie hiervoor volgende aflevering (!) hoofdstuk 2.6). Als nu de afdekking voor het linkeroog wordt weggenomen, dan moet er een adductie van het linkeroog plaatsvinden om ook met dit oog het voorwerp opnieuw centraal te kunnen fixeren. Daardoor wordt dan weer fusie met het beeld van het rechteroog mogelijk gemaakt (fig. 17b).

Zou het rechteroog nu deze ductie van het linkeroog volgen en in dezelfde zin een dextroversio uitvoeren, dan zou het gefixeerde voorwerp „dubbel” worden gezien.

Dat wordt echter verhinderd doordat nu opnieuw simultaan zien met fusie voorhanden is. De fusie vergrendelt opnieuw de fixatie en daarmee de werkstand van vergentie.

De stand van vergentie wijzigt zich in een nieuwe ortho-stand van vergentie cc, welke door het voorzetten van het prisma noodzakelijk geworden is.

Het gaat in dit voorbeeld om een a-symmetrische stand van vergentie met een omvang van 4 cm/m.

Zou het prisma voor het rechteroog zijn geplaatst, **zonder** het linkeroog af te dekken, dan zou door de werking van de motorische fusie onmiddellijk de a-symmetrische stand van vergentie van figuur 17b door de ogen worden ingenomen.

Zou omgekeerd, het prisma met basis temporaal (= naar buiten) voor het linkeroog worden geplaatst, dan zou het linkeroog op dezelfde manier een adductie hebben uitgevoerd om het oog aan de linkerkant een a-symmetrische ortho-stand van vergentie cc aan te doen nemen.

Als men voor beide ogen prisma's met basis temporaal (= buiten) zou plaatsen en men verdeelde de binoculair-prismatische sterkten (= de binoculair-prismatische werking) gelijk over beide glazen, dan zou door de fusieprikkel een convergentie worden opgewekt, waardoor de ogen in de symmetrische convergente stand van vergentie zouden komen te staan van figuur 18 (ortho-stand van vergentie cc).

Aan de hand van de zojuist beschreven voorbeelden kan samenvattend het volgende worden vastgesteld:

1. Door een binoculair-prismatische

werking in de snijpunten van de fixeerlijnen en de betreffende glazen van een bril, verandert de oorspronkelijke ortho-stand van vergentie der ogen, welke bepaald werd door de afstand tussen het oog en het voorwerp van fixatie (Deze afstand is de werkafstand). Deze oorspronkelijke ortho-stand van vergentie kan worden berekend met formule 1.

De omvang van de verandering, die de oorspronkelijke ortho-stand van vergentie ondergaat, komt overeen met de omvang van de binoculair-prismatische werking der brilleglazen in de snijpunten van fixeerlijn en brilleglas.

2. Door een adducerende binoculair-prismatische werking wordt de ortho-stand van vergentie in mathematische zin „groter” dan de oorspronkelijke ortho-stand van vergentie.

Door abducerende binoculair-prismatische werking wordt de ortho-stand van vergentie in mathematische zin „kleiner” dan de oorspronkelijke.

3. Door een verticale binoculair-prismatische werking wordt aan de oorspronkelijke ortho-stand van vergentie een verticale component toegevoegd.

4. Wanneer de binoculair-prismatische werking gelijk over beide ogen verdeeld is, dan wordt daardoor de ortho-stand van vergentie op symmetrische wijze veranderd.

Dit zal gebeuren als voor beide ogen een evengrote prismatische werking met basis naar buiten of basis naar binnen aanwezig is. Hetzelfde geldt voor een binoculair-prismatische werking met gelijke sterkten voor het rechteroog met basis beneden en voor het linkeroog met basis boven en omgekeerd.

Zijn de prismatische werkingen voor elk der beide ogen verschillend, dan zal de verandering van de ortho-stand van vergentie van elk der beide ogen eveneens verschillend zijn, overeenkomend met de verschillende prismatische werkingen der brilleglazen.

5. Voor zover aan de subjektieve en objektieve voorwaarden van fusie is voldaan, zorgt de fusiedwang ervoor, dat de ogen een nieuwe werkstand van vergentie aan gaan nemen, aangepast aan de nieuwe ortho-stand van vergentie cc.

6. Met de verandering van de ortho-stand van vergentie, die door een binoculair-prismatische werking in de snijpunten van fixeerlijnen en brilleglazen ontstaat, verandert de vergentiebehoefte eveneens

en deze verandering in de vergentiebehoefte heeft dezelfde omvang als de verandering van de ortho-stand van vergentie (definitie 6).

Voor deze verandering van de vergentiebehoefte gebruikte men vroeger de uitdrukking: „brillenvergentie”

(4. S. 152).

Wordt vervolgd.

Literatuur waarnaar wordt verwezen:

1. DIN 58 208
„Begriffe und Zeichen bei Brillengläsern in Verbindung mit dem menschlichen Auge”
Teil 3 „Auge” (September 1978) (Eerste Ausgabe April 1972)
2. DIN 58 208
„Begriffe und Zeichen bei Brillengläsern in Verbindung mit dem menschlichen Auge”
Teil 5 „Binokulares System Auge – Brille”
(Entwurf August 1978)
3. DIN 5340
„Begriffe der physiologischen Optik”
(Entwurf Februar 1979)
4. „Handbuch für Augenoptik”
Herausgeb. Carl Zeiss, Oberkochen
(1977)
8. HEINZ DIEPES
„Refraktionsbestimmung” Verlag Heinz Postenrieder, Pforzheim (2. Auflage 1975)
9. WILLEM TRENDELENBURG
„Der Gesichtssinn” Springer-Verlag, Berlin
(2. Auflage 1961)
26. G. MACKENSEN
„Untersuchung der Motilität und der Binokularfunktion” in Wolfgang Straub
(Herausgeb.) „Die ophthalmologischen Untersuchungsmethoden” Band II
Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart (1976)
34. HOWARD SOLOMONS
„Binocular Vision” William Heinemann
Medical Books Ltd., London (1978)
35. THEO GLASER
„Die Phorien” VEB Verlag Technik Berlin
(1969)
36. BURIAN – VON NOORDEN'S
„Binocular vision and ocular motility” The
C. V. Mosby company, St. Louis (Second
Edition, 1980)
37. JOACHIM OTTO
„Lehrbuch und Atlas der Orthopik”, Verlag
Hans Huber Bern (1975)
38. FRANZ ANTON HAMBURGER
„Stellungsanomalien” in Karl Velhagen
(Herausgeb.) „Der Augenarzt” Band III. VEB
Georg Thieme, Leipzig (1960)
39. H.-J. HAASE/G. FORST/D. PESTALOZZI/
H. GOERSCH
„Binokulare Korrektur” (Eine Sammlung
von zehn Arbeiten aus den Jahren 1957-
1978). Verlag Willy Schrickel, Düsseldorf
(1980)
40. UWE WULFF
„Zusammenhang von Vergenzruhelage und
Leuchtdichte zentral dargebotener
Testzeichen” Dissertation, Medizinischer
Fachbereich der Freien Universität Berlin
(1980)
41. W. DODEN
„Stellungsanomalien und
Motilitätsstörungen” in Th. Axenfeld/H. Pau
„Lehrbuch und Atlas der Augenheilkunde”
Gustav Fischer Verlag, Stuttgart (1980)

„De Grondbeginselen van het binoculaire zien” (6)

(Einführung in das Binokularsehen)

Dr. Helmut Goersch.

Plaatsvervangend directeur van de Staatliche Fachschule für Optiek und Fototechnik, Berlin S.F.O.F., Berlin

Vertaling: H. Stassar, optometrist. OV

Vervolg van hoofdstuk 2

2.6 De *ruststand van vergentie* en de afwijkingen daarvan.

Er bestaat geen verschil van mening over het begrip „*ruststand van vergentie*” of „*rust-toestand van vergentie*”.

Onder de *ruststand van vergentie* verstaat men die toestand van een vergentie-systeem, waarvoor onder de gegeven omstandigheden zo weinig mogelijk inspanning (= energie) nodig is.

Bij een *ruststand van vergentie* gaan alles tezamen de zwakste innervatie-impulsen naar de uitwendige oogspieren toe (naar de spieren die de oogbewegingen tot stand brengen).

Hoe deze innervatie-impulsen zich onderling verhouden is mede afhankelijk van diverse andere (meest anatomisch bepaalde) omstandigheden welke buiten de ogen gelegen zijn.

Het gaat echter steeds over toestanden van evenwicht tussen de krachten van de uitwendige oogspieren, waarbij geen der tegengestelde krachten de overhand heeft.

Definitie 13:

De ruststand van vergentie

De stand van vergentie waarvoor onder de gegeven omstandigheden, welke buiten de ogen gelegen zijn, de minste inspanning nodig is.

Stand van vergentie als gevolg van het evenwicht tussen de krachten der uitwendige oogspieren.

(Muskelgleichgewichtsstellung)

Om de ogen een andere stand aan te laten nemen als de *ruststand van vergentie*, zijn sterkere innervaties van de

uitwendige oogspieren noodzakelijk.

Hierbij wordt het evenwicht tussen de uitwendige oogspieren verstoord, en de energiehuishouding van het lichaam wordt (meestal onnodig) sterker belast.

Tot andere soorten van omstandigheden die buiten de ogen zijn gelegen, behoren de twee volgende, ten dele sterk van elkaar afwijkende *ruststanden van vergentie*.

- De absolute *ruststand van vergentie* (ook anatomische, mechanische of statische) dat wil zeggen: de *ruststand van vergentie zonder innervatie* der uitwendige oogspieren.

Deze *ruststand van vergentie* ontstaat onmiddellijk na het overlijden (34. S. 169; 36. S. 144) en is zowel voor de fysiologische optiek als voor de optometrie van geen enkele betekenis.

- Een andere *ruststand van vergentie* is de *ruststand tijdens het slapen*. Deze wordt aangeduid als het „*fenomeen van Bell*”. Hierbij staan beide ogen tijdens de slaap sterk omhoog gericht in een *konvergentie stand* (9. S. 289).

Deze *ruststand van vergentie tijdens de slaap* is afhankelijk van de fysiologische omstandigheden van het levende organisme, eveneens buiten de ogen gelegen. Ook deze *ruststand van vergentie* heeft voor de optometrie geen enkele betekenis(!).

Wel van wezenlijke betekenis echter zijn de *ruststanden van vergentie gedurende de uren dat wij wakker zijn*, waarbij de ogen geopend zijn en waarbij evenwicht aanwezig is tussen de uitwendige oogspieren. De hoeveelheid licht (= lichtdichtheid) in het gezichtsveld kan een

bijzonder sterke invloed uitoefenen op de stand welke de optische oogassen aannemen (= ruststand van vergentie bij het zien in daglicht).

Deze invloed van de hoeveelheid licht geldt in het bijzonder voor het centrale netvliesgebied, het gebied van het scherpste zien. Dat er bij het vergentie-systeem een zogenaamd „licht en donker effect” bestaat is een feit, dat reeds langere tijd vaststaat. Het werd reeds in de vijftiger jaren ontdekt door Hans-Joachim Haase (39. S. 64). Kortgeleden (1980) werd dit effect in het kader van een dissertatie (aan de vrije universiteit te Berlijn) nauwkeuriger onderzocht (40). Daarbij vertoonde zich het licht en donker effect bij tweederde van het aantal proefpersonen, die bij het onderzoek betrokken waren. Het licht en donker effect begon zich te vertonen in het overgangsgebied tussen het fotopische- en het mesopische zien (4. S. 64). Dat wil zeggen, bij een lichtdichtheid tussen 10 en 1 Candela per vierkante meter (= cd/m^2).

fotopisch zien = zien bij daglicht; meer als $10 \text{ cd}/\text{m}^2$). Uitsluitend zien met de kegeltjes.

mesopisch zien = zien bij schemerlicht; van 10 tot $5 \times 10^{-3} \text{ cd}/\text{m}^2$. Gemengd zien van kegeltjes en staafjes.

skotopisch zien = zien in nachtelijk duister; minder als $5 \times 10^{-3} \text{ cd}/\text{m}^2$. Uitsluitend zien met de staafjes.

Gelijke, herhaalde metingen bij dezelfde proefpersonen leverden tamelijk nauwkeurig gelijke meetresultaten op. Uit deze resultaten komt tevoorschijn, dat de stand der optische oogassen tijdens de ruststanden van vergentie, in afhankelijkheid van de hoeveelheid licht in het gezichtsveld, kenmerkend is voor de geaardheid van het vergentie-systeem, en dat dit van individu tot individu verschillend is.

In het gebied van het fotopische zien (zien bij daglicht) is duidelijk aangetoond, dat de ruststand van vergentie niet meer van de (meerdere) hoeveelheid licht afhankelijk is. Voor de optometrie is dit gebied van het zien bij daglicht het belangrijkste. Men spreekt hier van: „de ruststand van vergentie bij daglicht”, waarbij de lichthoeveelheid in beide ogen

evengroot dient te zijn. Tijdens het natuurlijke zien is dit laatste in de regel zonder meer gewaarborgd.

Definitie 14:

De ruststand van vergentie bij daglicht

De ruststand van vergentie tijdens het fotopische zien, waarbij de netvliesbeelden van beide ogen dezelfde lichtsterkte hebben.

Zonder hieraan iets toe te voegen heeft het begrip „ruststand van vergentie bij daglicht” eveneens betrekking op de toestand van die ogen, die op hun vertepunt zijn ingesteld; dat wil zeggen dat deze ogen niet akkommoderen.

Voor alle duidelijkheid zou ik nog willen vermelden, dat er ook nog zo iets bestaat als de uitdrukking: „ruststand van vergentie voor verafzien bij daglicht” („Fernhellruhestellung”).

Bij elke andere toestand van de akkommodatie van een ogenpaar behoort een andere ruststand van vergentie. Deze „ruststanden van vergentie voor nabijzien” zullen in gedeelte 8 van dit hoofdstuk nader worden toegelicht.

Wanneer de lichthoeveelheid geringer wordt als noodzakelijk is voor het fotopische zien, dan nemen de optische oogassen van vergentie-systemen, die last hebben van het „licht en donker effect” een ruststand van vergentie aan die *afwijkt* van de ruststand van vergentie voor het zien bij daglicht.

Deze afwijkingen worden meestal groter in omvang, naarmate de hoeveelheid licht afneemt. In sommige gevallen echter is deze afwijking onregelmatig, dat wil zeggen: dat zij niet steeds in dezelfde richting veranderlijk is (Wellenförmig) (40). Naast de ruststand van vergentie voor het zien bij daglicht zijn er bij afnemende lichthoeveelheid bepaalde ruststanden van vergentie mogelijk, welke steeds afhankelijk en in overeenstemming zijn met de betreffende lichthoeveelheden. Deze ruststanden van vergentie worden allen samengevoegd onder het begrip: „ruststand van vergentie bij duisternis”.

Definitie 15:

Ruststand van vergentie bij duisternis

Een van de ruststanden van vergentie tijdens het mesopische of het skotopische zien.

Indien beide ogen van een ogenpaar ongelijke hoeveelheden licht ontvangen, kan het vergentie-systeem eveneens een ruststand van vergentie bij duisternis aan gaan nemen.

Dat is de oorzaak van het verschijnsel, dat men bij heel veel methodes voor het meten van de binokulaire samenwerking of afwijking, geen bruikbare uitkomsten *kan* verkrijgen.

Methodes die in donkergemaakte ruimtes plaatsvinden zijn voor de optometrie eveneens onbruikbaar omdat de ogen hier steeds de ruststand van vergentie bij duisternis aannemen.

De meeste ogenparen bevinden zich tijdens het normale binokulair-enkelvoudige zien bij daglicht *niet* in de toestand van het evenwicht der uitwendige oogspieren (41. S. 81).

Zij nemen tijdens het natuurlijke zien echter wel een werkstand van vergentie in, die door de fusieprikkel (fusie-inwerking) wordt teweeggebracht. Wanneer dan een sensorisch ideaal binokulair zien voorhanden is, staan de ogen in de ortho-stand van vergentie.

De bijzondere toestand waarin het evenwicht tussen de uitwendige oogspieren zich bevindt, vormt bij menig ogenpaar zelfs de oorzaak die scheelziendheid tot gevolg heeft.

In de twee hierboven genoemde gevallen komt de ruststand van vergentie niet overeen met de ortho-stand van vergentie. Dit wordt in de Duitstalige literatuur in het algemeen aangeduid als „Stellungsanomalie” (38; 41). In het Nederlands zou men kunnen spreken van „anomale oogstand”.

Wijkt de ruststand van vergentie van een ogenpaar af van de ortho-stand van vergentie, welke wordt bepaald door de ligging van het punt van fixatie, dan heeft dit ogenpaar een afwijkende ruststand van vergentie, die men zou kunnen betitelen als „afwijkende ruststand van vergentie” ofwel „foutieve ruststand van vergentie” (Ruhestellungsfehler). Men zou ook kunnen spreken van een „afwijkende oogstand” (8. S. 129; 35. S. 62).

Definitie 16:

Afwijking in de ruststand van vergentie

Het verschil dat er bij een ogenpaar bestaat tussen de ruststand van vergentie, behorende bij het zien bij daglicht, en de

ortho-stand van vergentie bij daglicht.

De ortho-stand van vergentie kan zuiver geometrich-optisch worden vastgesteld. Voor het zien in de verte (= het oneindige) is dit de parallele stand en voor het zien van nabije voorwerpen is dat de konvergente stand van vergentie volgens formule nr. 1.

Het meettechnisch vaststellen van een fout of afwijking in de ruststand van vergentie komt altijd neer op het vaststellen van de ruststand van vergentie bij daglicht.

In het kader van deze grondbeginselen gaat het hoofdzakelijk om een begrijpelijke uitleg omtrent datgene wat er fysiologisch-optisch plaatsvindt bij het binokulaire zien van de mens.

Dat is dan ook de reden waarom de vraag hoe men de ruststand van vergentie voor het zien bij daglicht, op de juiste wijze vast kan stellen, hier niet hoeft te worden beantwoord!

De controverse antwoorden op deze vraag zijn genoegzaam bekend (38. S. 123).

Op deze plaats zou ik u slechts willen wijzen op het feit dat tot nu toe nog niet is onderzocht of bij het normale, natuurlijke binokulaire zien (met fusie) precies dezelfde ruststand van vergentie maatgevend is, als de ruststand van vergentie die de ogen innemen wanneer alle fusie-inwerkingen (=fusieprikkels) uitgeschakeld zijn.

Vandaar dat in definitie 13 de klassieke formulering van de ruststand van vergentie, als zijnde „fusie-vrije” stand van vergentie, opzettelijk werd vermeden (36. S. 144).

De afwijkingen van de ruststanden van vergentie worden zonder uitzondering in twee verschillende categorieën ingedeeld. Het gaat er maar om, of er normaal binokulair-enkelvoudig zien onder aanwezigheid van fusie-inwerkingen plaatsvindt of *niet* plaatsvindt.

Komt ondanks de aanwezigheid van een afwijkende ruststand van vergentie, door fusie, een normaal binokulair-enkelvoudig zien tot stand, dan hebben wij te doen met een *latente* afwijking van de ruststand van vergentie. Deze afwijking noemt men een „heteroforie” (2. Lfd. nr. 15).

Door het simultane zien met fusie blijft deze afwijkende ruststand van vergentie tijdens het natuurlijke zien verborgen (= latent).

Definitie 17:

Heteroforie

Afwijkende ruststand van vergentie, waarbij door fusie *toch* een normaal binokulair-enkelvoudig zien tot stand komt.

(Latente afwijkende ruststand van vergentie.)

Kan door de afwijkende ruststand van vergentie van een ogenpaar *geen* normaal binokulair-enkelvoudig zien tot stand komen, dan hebben wij te doen met een „manifeste” afwijkende ruststand van vergentie.

Deze afwijking noemt men: „Strabisme” (2. Lfd. nr. 31) of ook wel „heterotropie” (3. Lfd. nr. 147).

Definitie 18:

Heterotropie

Afwijkende ruststand van vergentie waar bij *geen* normaal binokulair-enkelvoudig zien tot stand komt. (Manifeste afwijkende stand, Strabisme, Scheelziendheid).

De omvang van de afwijking (= de hoek van afwijking) van de ruststand van vergentie is geen criterium om vast te kunnen stellen, of men met een heteroforie of een heterotropie (Strabisme) te doen heeft. Er komen net zo goed grote heteroforiën voor als kleine strabismen. Met welke categorie van afwijkende ruststanden van vergentie men te doen heeft kan uitsluitend worden vastgesteld aan de hand van de kwaliteit van het binokulaire zien.

Bij een cycloforie of een cyclotropie (2. Lfd. nr. 41 en 42) gaat het niet om een afwijkende ruststand van vergentie in de zin van definitie 16, maar om een cyclo-stand van vergentie met de minste inspanning volgens definitie 4 (zie aflevering 3, Oculus juli 1981) welke stand afwijkt ten opzichte van de parallele stand der verticale meridianen der ogen.

Definitie 19:

Afwijkende ruststand van cyclo-vergentie.

De verticale meridianen van beide ogen van een ogenpaar staan in hun cyclo-stand van vergentie, waarvoor de minste inspanning nodig is, niet evenwijdig aan elkbaar (niet onder een hoek van nul graden).

In dergelijke gevallen zijn de ogen dus, ook wanneer de fixeerlijnen in de juiste stand staan (in de ortho-stand van vergentie), in hun ruststand van cyclo-vergentie ten opzichte van elkaar verrold. Is een afwijkende ruststand van cyclo-vergentie latent, dan zorgen de fusie-inwerkingen (fusieprikkels) die bij het natuurlijke zien voorhanden zijn, ervoor dat er toch simultaanzien met fusie tot stand komt. Deze toestand noemt men „cycloforie”.

Definitie 20:

Cocloforie

Afwijkende ruststand van cyclo-vergentie, waarbij door fusie een normaal binokulair-enkelvoudig zien tot stand komt.

Is een afwijkende ruststand van cyclo-vergentie manifest, dan is er sprake van „cyclotropie”.

Definitie 21:

Coclotropie

Afwijkende ruststand van cyclo-vergentie, waarbij *geen* normaal binokulair-enkelvoudig tot stand komt.

Wordt vervolgd.

Gebruikte literatuur: zie Oculus van november 1981.

„De Grondbeginselen van het binoculaire zien” (7)

(Einführung in das Binokularsehen)

Dr. Helmut Goersch.

**Plaatsvervangend directeur van de Staatliche Fachschule für
Optiek und Fototechnik, Berlin S.F.O.F., Berlin**

Vertaling: H. Stassar, optometrist OV

Vervolg van hoofdstuk 2

De ruststanden van vergentie en de afwijkingen daarvan (2.6.)

Bij een „Cyclophorie” of een „Cyclotropie” (lfd. nr. 41 en 42) gaat het niet om een foutieve ruststand van vergentie in de betekenis van definitie 16. Hier gaat het om een cyclostand van vergentie (definitie 4), waarvoor de geringste inspanning nodig is, waarbij de verticale netvliesmeridianen der ogen een stand aannemen die afwijkt van de parallel stand die zij dienen te hebben.

Definitie 19:

Afwijkende ruststand van cyclo-vergentie

De cyclostand van vergentie, waarvoor de minste inspanning nodig is, waarbij de verticale netvliesmeridianen der ogen **niet** parallel staan, maar onder een hoek daarvan afwijken.

In zo'n geval, als beide **fixeerlijnen** der ogen wel de juiste stand aannemen (=de ortho-stand van vergentie), zijn de ogen in hun ruststand van cyclo-vergentie ten opzichte van elkaar verrold.

Is een afwijkende ruststand van cyclo-vergentie latent, dan zorgen de fusie-inwerkingen (= fusieprikkels) die bij het natuurlijke zien voorhanden zijn ervoor, dat er toch simultaan zien met fusie ontstaat, en men spreekt van „Cyclophorie”.

Definitie 20:

Cyclophorie

Afwijkende ruststand van cyclo-vergentie, waarbij door fusie **toch** normaal binoculair-enkelvoudig zien tot stand komt.

Is een afwijkende ruststand van cyclo-vergentie manifest, dan is er sprake van „Cyclotropie”.

Definitie 21:

Cyclotropie

Afwijkende ruststand van cyclo-vergentie, waarbij **geen** normaal binoculair-enkelvoudig zien tot stand komt.

2.7. De phorieën

De verschillende soorten van afwijkende ruststanden van vergentie, welke men „Heterophorieën” noemt, werden in het vorige deel (2.6) van dit hoofdstuk behandeld. Deze heterophorieën, tesamen met de ideale toestand orthophorie, worden aangeduid als „De Phorieën” (2. Lfd. nr. 26).

Onder de motorisch ideale omstandigheid „orthophorie”, met bifoveolaire afbeelding van het punt van fixatie (= orthostand van vergentie), bevinden zich de ogen in de toestand van evenwicht tussen de uitwendige oogspieren (Muskelgleichgewicht).

Definitie 22:

Orthophorie

De ruststand van vergentie der ogen komt overeen met de orthostand van vergentie. (Bifoveolair zien bij evenwicht tussen de uitwendige oogspieren).

Beide begrippen „Orthostand” (van vergentie) en „Orthophorie”, mogen vanwege hun verschillende betekenis niet met elkaar worden verwisseld.

Het is zinvol om hier even nader op in te gaan, omdat het een denkfout betreft die studerenden heel vaak maken.

Bevindt zich een ogenpaar in de orthostand van vergentie volgens definitie 5, dan is bifoveolaire afbeelding van het punt van fixatie aanwezig, welke nodig is voor het sensorisch ideale binoculaire zien. Daarmee is echter nog niet gezegd, dat het binoculaire zien, motorisch eveneens ideaal is. Een orthostand van vergentie betekent nog lang geen orthophorie!

Bij iedere heterophorie, die motorisch volledig wordt gecompenseerd, bevinden zich de ogen eveneens in de orthostand van vergentie. Eerst wanneer de **orthostand** van vergentie **tegelijkertijd** de **ruststand** van vergentie is, is sprake van de ideale toestand **orthophorie**.

Om een andere verwisseling te voorkomen, dient op deze plaats gewezen te worden op het begrip „Orthotropie”, waarvan in (2. Lfd. nr. 22) melding wordt gemaakt.

„Orthotropie” wordt daar gedefinieerd als zijnde: „Stand van vergentie, waarbij de fixeerlijnen van beide ogen elkaar snijden in het punt van het voorwerp, waar de ogen naar kijken” (= punt van fixatie).

Volgens deze definitie is het aldaar gebruikte begrip „Orthotropie” identiek aan het in dit boek te hanteren begrip „orthostand van vergentie”. „Orthotropie” mag dus eveneens nooit worden verwisseld met „Orthophorie”.

Men komt soms ook wel eens de aanduiding „Orthopositie” tegen.

Orthopositie zou daarbij de betekenis hebben van: „De ideale stand van de ogen, om binoculair-enkelvoudig te kunnen zien” (42. S. 109). Ook het begrip „orthopositie” komt derhalve overeen met het begrip „orthostand van vergentie”. Om vanuit de ruststand van vergentie, in de orthostand van vergentie te geraken, is het heterophore ogenpaar gedwongen een dienovereenkomende vergentie uit te voeren. Volgens definitie 6 (zie Oculus nr. 9/81) bestaat er dan een „behoefte” aan vergentie, om tot fusie te kunnen komen.

Definitie 23:

Behoefte aan fusiebewerkende vergentie

De vergentie (beweging) die nodig is om een heterophoor ogenpaar vanuit zijn ruststand van vergentie over te brengen naar de orthostand van vergentie.

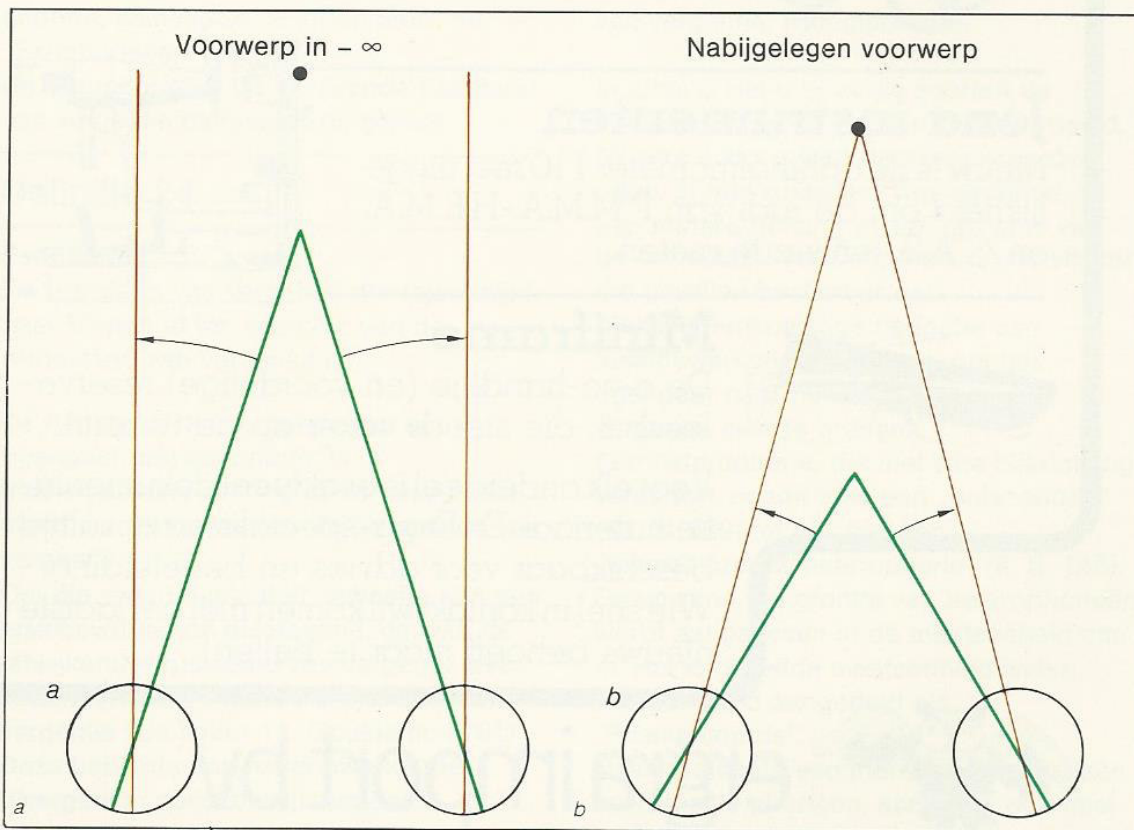


Fig. 19: De behoefte aan fusiebewerkende divergentie om:

a: Verte-Exophorie motorisch te kunnen compenseren. Groen: de ruststand van vergentie
b: Nabij-Exophorie motorisch te kunnen compenseren. Rood: de orthostand van vergentie

Als een heterophoor ogenpaar tot bifoveolair zien wil kunnen komen, heeft het behoefte aan 'n vergentie (beweging) waardoor fusie der beide centrale netvliesbeelden mogelijk wordt (motorische fusie). De omvang van deze fusiebewerkende vergentie komt steeds overeen met de omvang van de heterophorie (= de omvang van de afwijkende ruststand van vergentie). Dit is de vergentiebehoefte, die in deel 4 van hoofdstuk 2 werd bedoeld. Het gaat over de behoefte aan vergentie die zelfs voor het zien in de verte (= het oneindige) aanwezig kan zijn. Bij heterophorieën is dit dus altijd het geval.

De benaming van de afzonderlijke soorten van heterophorieën geeft telkens aan, in welke richting de ruststand van vergentie, van het betreffende ogenpaar, afwijkt ten opzichte van de orthostand van vergentie. Deze benamingen worden zowel voor het zien in de verte, als voor het nabijzien gebruikt. Eventueel met de toevoegingen „Verte” of „Nabij” (bijv. Verte-esophorie of Nabij-esophorie).

Wijkt de ruststand van vergentie uitsluitend in horizontale richting af van de orthostand van vergentie, dan spreekt men van een „horizontale phorie”. De horizontale phorieën verdeelt men in twee soorten, namelijk in „Esophorieën” en „Exophorieën”.

Bij „Esophorie” is de afwijkende ruststand van vergentie binnenwaarts gericht.

Definitie 24:

Esophorie

De ruststand van vergentie der ogen wijkt naar binnen af ten opzichte van de orthostand van vergentie.

De ruststand van vergentie van een ogenpaar met esophorie, is in mathematische zin 'n grotere horizontale stand van vergentie, als de orthostand van vergentie.

Om die reden bestaat er behoefte aan een fusiebewerkende divergentie, om van de (afwijkende) ruststand van vergentie over te kunnen gaan naar de orthostand van vergentie (zie figuur 12, Oculus nr. 9/81). Deze behoefte aan fusiebewerkende divergentie, noodzakelijk om een esophorie motorisch te kunnen compenseren, wordt in figuur 19 zichtbaar gemaakt.

De ruststand van vergentie van een

ogenpaar met „Exophorie” wijkt naar buiten af ten opzichte van de orthostand van vergentie. Bij exophorie is de horizontale stand van vergentie, in mathematische zin, een kleinere horizontale stand van vergentie als de orthostand.

Definitie 25:

Exophorie

De ruststand van vergentie der ogen wijkt naar buiten af ten opzichte van de orthostand van vergentie.

Een ogenpaar met exophorie heeft als gevolg hiervan, een behoefte aan een fusiebewerkende convergentie, om zijn heterophorie motorisch te kunnen compenseren. Dit ziet u in figuur 20 afgebeeld.

Bij een verticale phorie (ook wel hoogtephorie) wijkt de ruststand van vergentie in verticale richting af van de orthostand van vergentie.

Definitie 26:

Verticale phorie

De ruststand van vergentie der ogen wijkt in verticale richting af van de orthostand van vergentie. (Hoogtephorie).

In tabel 8 ziet u in welke soorten de verticale phorieën worden onderverdeeld. Bij elke soort wijken de fixeerlijnen der ogen, in hun ruststand van vergentie, in een andere richting af, ten opzichte van de orthostand van vergentie. En bij elk van die gevallen bestaat er een dienovereenkomstige behoefte aan fusiebewerkende vergentie, om het ogenpaar naar hun orthostand van vergentie over te brengen.

Een heterophorie, die met elke blikrichting verandert, noemt men een „Anisophorie” (43. S. 559), of ook wel een „Incommitterende heterophorie” (8. S. 145). De omvang, de grootte van heterophorieën wordt aangegeven in de maateenheid cm/m. Het is dezelfde maateenheid welke vroeger werd aangeduid als „Prismadioptrie”.

Naast de echte esophorieën, exophorieën en verticale phorieën, komen er ook heel veel combinaties voor van esophorie-met-verticale phorie en exophorie-met-verticale phorie.

Van alle soorten heterophorieën bij elkaar

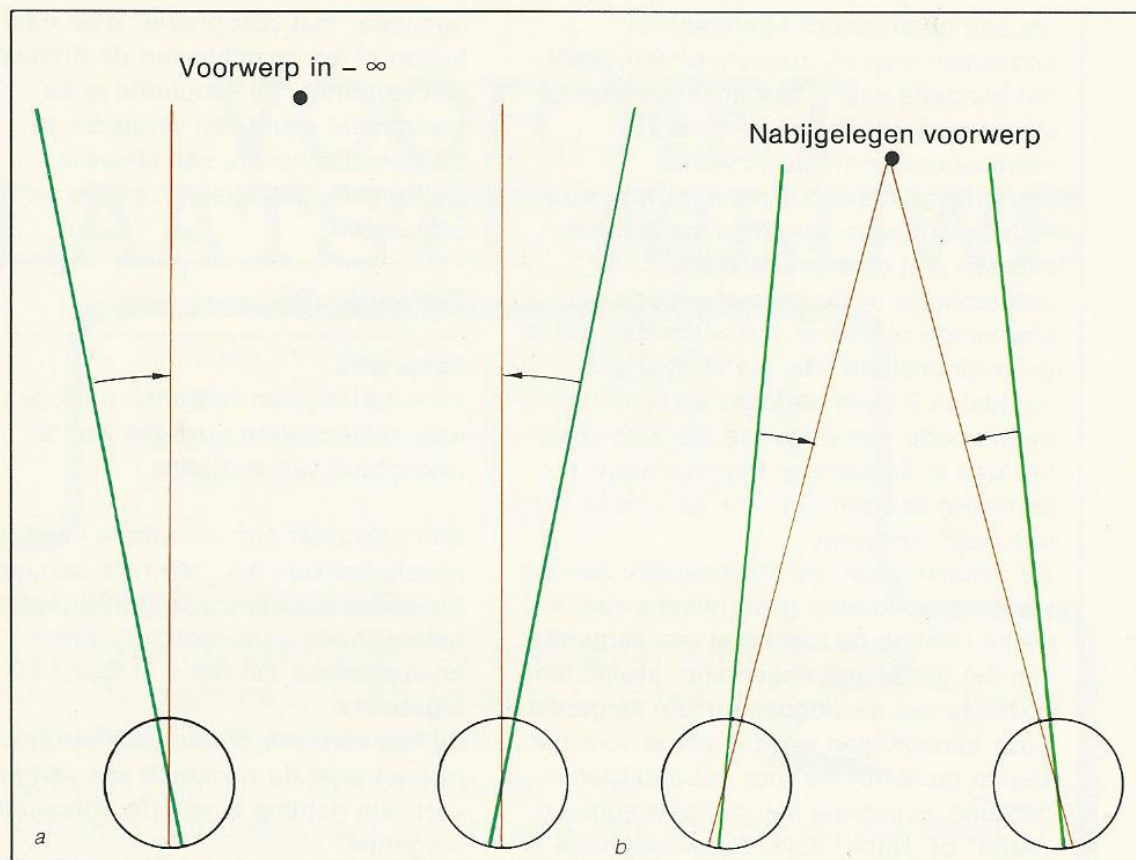


Fig. 20: De behoefte aan fusiebewerkende convergentie om:

a: Verte-Esophorie motorisch te kunnen compenseren. } Groen: de ruststand van vergentie
 b: Nabij-Esophorie motorisch te kunnen compenseren. } Rood: de ortho stand van vergentie

Tabel 8

Benaming	De afwijking van de ruststand van vergentie ten opzichte van de ortho stand van vergentie.
Positieve Verticale phorie	De fixeerlijn van het rechteroog naar boven en/of
Hyperphorie R	De fixeerlijn van het linkeroog naar beneden
Hypophorie L	
Negatieve Verticale phorie	De fixeerlijn van het linkeroog naar boven en/of
Hyperphorie L	De fixeerlijn van het rechteroog naar beneden
Hypophorie R	

Tabel 8: De verticale phorieën.

Tabel 9

Soort van heterophorie	Volgens Bosshard	Volgens Günthert	Gemiddelde getallen
Esophorie met Verticale phorie	29,0 %	38,5 %	34 %
Exophorie met Verticale phorie	27,5 %	16,8 %	22 %
Verticale phorie	16,0 %	22,1 %	19 %
Esophorie	16,5 %	17,5 %	17 %
Exophorie	11,0 %	5,1 %	8 %

75 %

25 %

Tabel 9: De onderverdeling der heterophorieën (uit (45) en (46))

genomen kan men zeggen, dat deze bij ongeveer 75 % van de bevolking aanwijsbaar zijn (43. S. 529; 44. S. 33). Dit komt ongeveer overeen met het percentage ametropieën (8. S. 65).

De cijfers die men over de heterophorieën in de literatuur aantreft, vertonen echter vaak tamelijk grote verschillen. Dat kan ook bijna niet anders, omdat de statistische uitkomsten van dit soort onderzoeken afhankelijk zijn van a. de methode waarmee men heeft gemeten en b. van de drempelwaarde die men aanneemt met betrekking tot de ideale toestand.

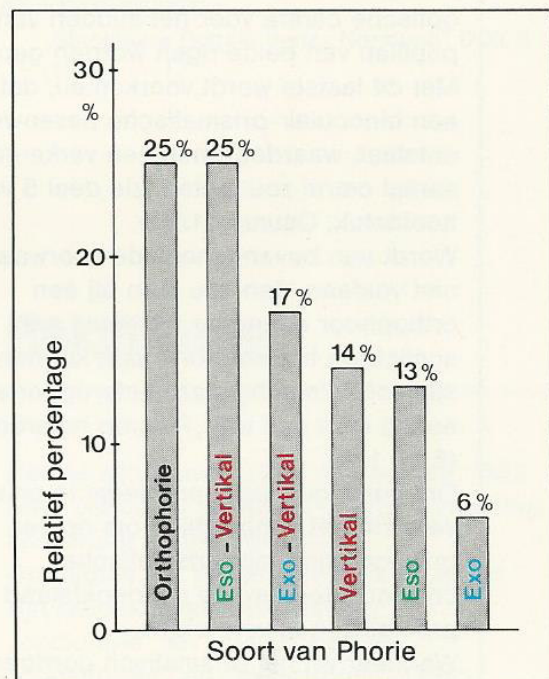
Bij het binoculaire onderzoek naar heterophorieën neemt men voor deze drempelwaarde in de regel 0,5 cm/m aan. (Bij de ametropieën van het enkelvoudig oog in dat 0,25 dpt.).

In de oudere literatuur komt men ook nauwelijks enige systematisch verkregen cijfers tegen, die aangeven hoe veelvuldig de verschillende soorten van heterophorieën voorkomen.

De resultaten van onderzoeken welke de laatste jaren door Bosshard en Günthert werden verricht, ziet u in tabel 9 ondergebracht.

Bosshard onderzocht 2000 personen met heterophorieën (45. S. 249) en de statistiek van Günthert omvat 5000 personen met heterophorieën (46).

Uit de cijfers van tabel 9 komt duidelijk naar voren, dat combinaties van esophorie samen met verticale phorie het meeste voorkomen. Ongeveer een op de drie heterophorieën behoort tot deze soort.



Figuur 21: De verdeling van de phorieën in benaderende getallen

Exophorie komt het minste voor, dit in tegenstelling met vroegere gegevens (44. S. 39; 45. S. 248).

Bij ongeveer 75 % van alle heterophorieën is er een verticale phorie in het spel. Slechts 25 % der heterophorieën bestaat uit echte horizontale phorieën.

Als wij ervan uitgaan, dat van alle ogenparen bij 25 % daarvan orthophorie voorhanden is, dan kan men met behulp van de gemiddelde getallen uit tabel 9 een globale verdeling maken van alle phorieën tesamen. In figuur 21 ziet u dat in beeld gebracht.

De uitvoerigste informatie met betrekking tot de omvang (= de hoek van afwijking) van de heterophorieën vindt men in de statistieken van Günthert. (46).

Volgens deze statistieken bestaat 78 % van alle heterophorieën uit kleine heterophorieën, die een omvang hebben tot aan 4 cm/m.

Zo'n kleine 20 % heeft een gemiddelde omvang van meer dan 4 tot 12 cm/m, en slechts 2,4 % behoort tot de groep grote heterophorieën met een omvang van méér dan 12 cm/m.

Om de omvang of grootte van een heterophorie nauwkeurig vast te kunnen stellen, dient er aan twee meettechnische voorwaarden te worden voldaan.

Ten eerste moet er voor beide ogen een exakte refraktiebepaling plaatsvinden. Ten tweede moeten deze refractief volledig corrigerende glazen nauwkeurig met hun optische centra voor het midden van de pupillen van beide ogen worden geplaatst. Met dit laatste wordt voorkomen, dat er een binoculair-prismatische nevenwerking ontstaat, waardoor men een verkeerd aantal cm/m zou meten (zie deel 5 van dit hoofdstuk, Oculus 11/81).

Wordt aan bovengenoemde voorwaarden niet voldaan, dan zou men bij een orthophoor ogenpaar wel eens een schijnbare heterophorie vast kunnen stellen! Zo'n schijnbare heterophorie noemt men ook wel „Pseudo heterophorie” (8. S. 146).

Om bovengenoemd probleem te omzeilen verdient het aanbeveling om op een brilvoorschrift met prismatische correctiesterkten, de middenafstand der proefglazen te vermelden.

Wanneer wij het prismatisch corrigeren van heterophorieën willen behandelen, dienen wij een goed onderscheid te maken tussen de **methode van meten**, en de **correctieregel** (die meestal bij die methode behoort).

Met behulp van de methode van meten komen wij te weten met wat voor soort heterophorie wij te doen hebben en hoe groot de (meetbare) omvang of grootte van deze heterophorie is.

Als wij de meetbare omvang van een heterophorie hebben vastgesteld, kunnen wij met behulp van de correctie-regel de sterkte van het correctieprisma afleiden. In deel 6 van dit hoofdstuk werd reeds melding gemaakt van de tegengestelde meningen die er bestaan omtrent de vraag, hoe men een heterophorie

nauwkeurig meten kan. (Dat wil zeggen: hoe men bij een ogenpaar nauwkeurig de ruststand van vergentie vast kan stellen 35. S. 118; 39. S. 123).

Net zo verdeeld zijn de meningen nog altijd over de behoefte aan en de wenselijkheid van het prismatisch corrigeren van heterophorieën. Dat het mogelijk is om heterophorieën prismatisch te corrigeren, is het enige dat intussen meer en meer wordt erkend.

Als men het er dan over eens geworden is, dat het nodig is om een bepaalde heterophorie te corrigeren, dan blijft altijd nog de strijd om de vraag, welke correctie-regel de juiste is! (35. S. 225) Daarbij gaat het dan weer op de eerste plaats over de vraag: moet men de heterophorie nu onder-corrigeren, of dient men ze volledig te corrigeren? (39. S. 2137).

Nu wij op dit punt zijn aangeland, is het nodig om de werking van correctieprisma's theoretisch nader uiteen te zetten.

Wordt vervolgd.

Literatuurverwijzing

1. DIN 58 208
„Begriffe und Zeichen bei Brillengläsern in Verbindung mit dem menschlichen Auge”
Teil 3 „Auge” (September 1978) (Erste Ausgabe April 1972)
2. DIN 58 208
„Begriffe und Zeichen bei Brillengläsern in Verbindung mit dem menschlichen Auge”
Teil 5 „Binokulares System Auge – Brille”
(Entwurf August 1978)
3. DIN 5340
„Begriffe der physiologischen Optik”
(Entwurf Februar 1979)
4. „Handbuch für Augenoptik”
Herausgeb. Carl Zeiss, Oberkochen (1977)
8. HEINZ DIEPES
„Refraktionsbestimmung” Verlag Heinz Postenrieder, Pforzheim (2. Auflage 1975)
35. THEO GLASER
„Die Phorie” VEB Verlag Technik Berlin (1969)
36. BURIAN – VON NOORDEN'S
„Binocular vision and ocular motility” The C. V. Mosby Company. St. Louis (Second Edition, 1980)
39. H. J. HAASE/G. PESTALOZZI/H. GOERSCH
„Binokulare Korrektion” (Eine Sammlung von zehn Arbeiten aus den Jahren 1957-1978). Verlag Willy Schrickel, Düsseldorf (1980)

41. W. DODEN
„Stellungsanomalien und Motilitätsstörungen“ in Th. Axenfeld/H. Pau
„Lehrbuch und Atlas der Augenheilkunde“
Gustav Fischer Verlag, Stuttgart (1980)
42. HANS BREDEMEYER/KATHLEEN BULLOCK
„Orthoptik“ Walter de Gruyter, Berlin – New York (1978)
43. STEWART DUKE-ELDER (Herausgeb.)
„System of Ophthalmology“ Vol VI „Ocular Motility and Strabismus“ Henry Kimpton, London (1973)
44. PAUL A. JAENSCH
„Diagnose und Therapie des Schielens“
Bücherei des Augenarztes 24, Heft,
Ferdinand Enke Verlag Stuttgart (1956)
45. JÖRG TROTTER
„Das Auge“ Optik – Verlag Solothurn (2. Auflage, 1967)
46. KURT GÜNTHER
„Heterophorien im Spiegel der Statistik“ der
Augenoptiker 12 (1989) 8–15
47. G. H. JONKERS, J. VADER und H. J. WELL
„Ergebnisse der orthoptischen Behandlung von dekompenzierten Phorien“ Klin. Mbl. Augenheilk. 136 (1960) 449–459
48. KARL MÜTZE/B. NEHRLING/J. REUTTER
„Brillenglasbestimmung“ Verlag für
Augenheilkunde und Optik, Zürich (2. Auflage, 1970)
49. F. C. DONDERS
„Die Anomalien der Refraction und Accommodation des Auges“ Wilhelm Braumüller, Wien (1866)
50. HELMUT GOERSCH
„Die Entwicklung der binokularen Meß- und Korrektionsmethodik von H. J. HAASE“
der Augenoptiker 10 (1980) 6–13
51. R. SACHSENWEGE
„Das Binokularsehen bei der Brillenbestimmung“ in HANS SAUTTER (Herausgeb.) „Entwicklung und Fortschritte in der Augenheilkunde“ Ferdinand Enke Verlag (1963) S. 643–660
52. MAX EISEL und FRIEDRICH MEHLOSE
„Der Wandel in der Brillenversorgung“ (III)
Der Augenarzt 6 (1975) 339–344
53. T. K. LYLE und S. JACKSON
„Praktische Orthoptik in der Behandlung des Schielens“ Verlag Urban & Schwarzenberg, München – Berlin – Wien (1957)
54. RUDOLF SACHSENWEGE
„Das Sehgleichgewicht und der binokulare“ (Teil II und III) Augenärztliche Fortbildung Band 2 Teil 2, Verlag Urban & Schwarzenberg, Berlin – München – Wien (1974) S. 169–208
55. D. WIESER
„Versuch einer Synopsis der Binokularstörungen bei intermittierenden Schielformen und großwinkligen Heterophorien“ Arbeitskreis Schielbehandlung im Berufsverband der Augenärzte Deutschlands e.V. Band 11 (1979) 47–67
56. HELMUT GOERSCH
„Dekompenzierte Heterophorien und ihre Auswirkungen auf das Sehen“ Der Augenoptiker 5 (1978) 13–23
57. HEINZ DIEPES
„Binokulare Begriffe in der Normung“ DOZ 8 (1980) 11–17

Rektifikatie

Helaas zijn in het artikel van januari 1982 twee zetfouten geslopen die tot verwarring aanleiding kunnen geven.

Op pagina 41, bij de definities 20 en 21 zijn respectievelijk verwisseld:

„cocloforie“ en „cycloforie“ en „coclotropie“ en „cyclotropie“. Onze excuses.

„De Grondbeginselen van het binoculaire zien” (8)

(Einführung in das Binokularsehen)

Dr. Helmut Goersch.

Plaatsvervangend Directeur van de Staatliche Fachschule für Optik und Fototechnik Berlin S.F.O.F., Berlin

Vertaling: H. Stassar, optometrist OV

Vervolg van Hoofdstuk 2

De phorieën 2.7. (vervolg)

In gedeelte 2.5 van dit hoofdstuk (Oculus nov. '81) werd reeds uiteengezet, op welke wijze elke binokulair-prismatische werking in de snijpunten van korrektieglazen en fixeerlijnen (de doorzichtpunten) van een bril, een verandering tot gevolg heeft van de orthostand van vergentie cum correctione (ofwel cc).

De omvang van deze verandering van de orthostand van vergentie cc, komt overeen met de omvang (= het aantal cm/m) van de binokulair-prismatische werking van de korrektiebril.

Bij het corrigeren van heterophorieën maken wij gebruik van dezelfde binokulair-prismatische werking in beide snijpunten van de fixeerlijnen en brilleglazen, maar dan wel doelbewust. Bij exophorie hebben de fixeerlijnen van beide ogen, wanneer deze in hun ruststand van vergentie staan, een buitenwaarts gerichte stand (fig. 22).

Om een voorwerp in de verte binokulair-enkelvoudig te kunnen zien, moeten deze ogen een convergente beweging uitvoeren. Met andere woorden: zij hebben behoefte aan een fusiebewerkende convergentie (definitie 23).

Ruststand van vergentie en orthostand van vergentie komen dan *niet* meer overeen.

En dat is juist wat wij met prismatische korrektieglazen trachten te bereiken, namelijk om de ruststand van vergentie en

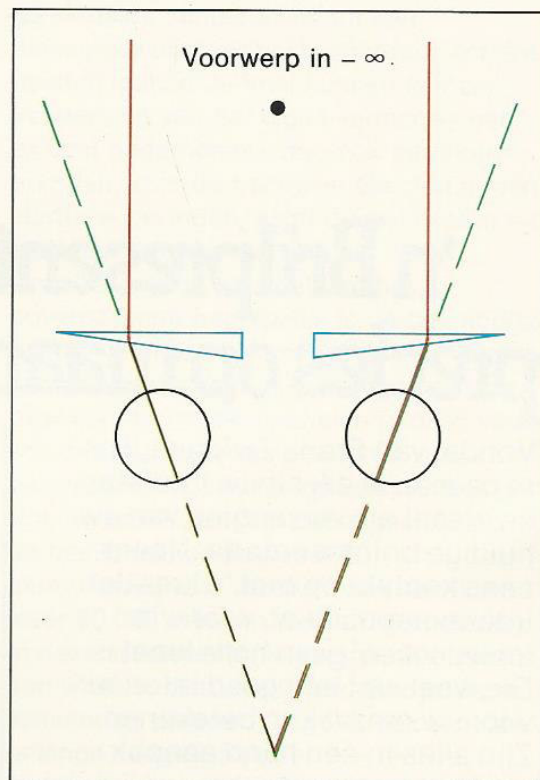


Fig. 22. Een prismatisch volledig gecorrigeerde exophorie. (Groen: de ruststand van vergentie. Rood: de foveolair afbeeldende hoofdstralen die van het voorwerp uitgaan. Achter de prisma's: de orthostand van vergentie cc.)

de orthostand van vergentie cc wel met elkaar overeen te laten komen. Om bij exophorie de fusiebewerkende

convergentie overbodig te maken, plaatsen wij prismatische brilleglazen met een zodanige werking voor de ogen, dat de ogen bij het zien in de verte hun ruststand van vergentie kunnen behouden, terwijl zij toch het voorwerp in de verte binokulair-enkelvoudig kunnen zien. Dit is mogelijk met prisma's met basis binnen (fig. 22). De heterophorie is op deze wijze „volledig gekorrigeerd”.

Plaatsen wij echter glazen met zwakkere prismatische werking voor de ogen, dan blijven de ogen een zekere behoefte behouden aan fusiebewerkende convergentie. Deze fusiebewerkende convergentie moeten de ogen dan zelf nog uitvoeren en vasthouden, wat inspanning vergt. Rust- en orthostand van vergentie cc komen niet met elkaar overeen; de heterophorie is *ondergecorrigeerd*. Elke onderkorrektie van een ogenpaar belast dit ogenpaar met een behoefte aan fusebewerkende vergentie cc. In principe komt dit overeen met hypermetrope ogen, die refractief ondergecorrigeerd worden en die dan belast blijven met een zekere behoefte aan akkommodatie cc. Prismatische brilleglazen die een heterophorie „volledig corrigeren”, heffen de behoefte aan fusiebewerkende vergentie „volledig” op. Daardoor wordt de ideale toestand Orthophorie cc tot stand gebracht, op dezelfde wijze als men met refractief volledig corrigerende brilleglazen de ideale toestand Emmetropie cc tot stand brengt. (Toestand van de akkommodatie, waarvoor de minste inspanning nodig is bij grootste gezichtsscherpte.)

Aan de heterophorie op zichzelf wordt door prismatische brilleglazen niets veranderd en de ruststand van vergentie ondervindt hiervan geen enkele invloed. Evenmin als de omvang van de ametropie van een oog verandert door het refractief volledig corrigerende brilleglas. Hier worden afwijkingen gekorrigeerd, maar niet opgeheven.

Als wij een heterophorie volledig corrigeren wordt er een bifoveolair zien tot stand gebracht met een evenwicht tussen de uitwendige oogspieren. Dat wil zeggen: een toestand der uitwendige oogspieren, waarvoor de minste inspanning nodig is. In figuur 22 ziet men een voorbeeld van een degelijke toestand bij een volledig gekorrigeerde exophorie.

Bij auteurs die nogal skeptisch staan tegenover het corrigeren van

heterophorieën, komt men vaak de term „Normophorie” tegen (41. S. 81). Volgens Glaser is deze term door Sachsenweger geïntroduceerd (35. S. 66). Met „normophorie” zou dan bedoeld worden; een heterophorie die geen klachten zoals vermoeidheid der ogen of storingen in het zien zou veroorzaken. Het begrip „Normophorie” wordt echter door Jonkers c.s. anders opgevat nl. als zijnde kenmerkend voor de toestand, die bij het overgrote deel van de bevolking zou bestaan. Bij de meeste mensen zouden hun ogen, wanneer deze bij het kijken in de verte niet tot fusie kunnen komen, bijvoorbeeld bij de maddoxproef, een iets naar binnen afwijkende stand van vergentie hebben. Bij het nabijzien zonder fusie zou de stand van vergentie bij de meeste mensen een afwijking naar buiten vertonen (47).

Hiermede diende blijkbaar te worden aangetoond, dat heterophorie de normale toestand van de meeste ogenparen zou zijn.

De term „Normophorie” dient derhalve uitsluitend in deze betekenis te worden toegepast.

Als men in een tabel ziet, hoe de verdeling is van de refractietoestand van alle ogen (zonder dat deze akkommoderen), dan kan men eveneens konkluderen, dat ametropie de normale toestand der ogen is.

Meer dan honderd jaar geleden stond men ook nog skeptisch tegenover het corrigeren, of volledig refractief corrigeren van wat wij thans als „normale ametropieën” beschouwen. Vooral tegenover de hypermetropieën had men zijn bedenkingen (49. S. 239).

Op dezelfde wijze als heden ten dage het volledig corrigeren van ametropieën een gewone zaak is, zo verlangt Hans-Joachim Haase thans het consequent en volledig corrigeren van alle heterophorieën, welke met behulp van zijn methodiek kunnen worden vastgesteld en gemeten (39.50).

Anderen daarintegen, waaronder Sachsenweger, wijzen een dergelijke manier van denken en werken af (51).

Als tegenhanger van het begrip „Normophorie”, in de betekenis van een heterophorie waarbij geen behoefte tot correctie bestaat, komt men hier en daar de term „Pathophorie” tegen.

Pathophorie zou dan kenmerkend zijn voor een heterophorie waarbij, vanwege de bij die heterophorie behorende klachten, wel

de behoefte tot correctie bestaat (52). Ook het begrip pathophorie zou eigenlijk uitsluitend (in de letterlijke zin van het woord) gebruikt moeten worden voor heterophorieën die een pathologische oorzaak hebben. Deze echte pathophorieën zijn waarschijnlijk even zeldzaam als ametropieën die een ziekte als oorzaak hebben (patho-ametropieën). De oorzaak van een normale heterophorie kan zowel van anatomische als van innervatorische aard zijn.

Voor zover het de optometrie betreft, is de oorzaak van een normale heterophorie (= niet van ziekelijke oorsprong) even onbelangrijk als de oorzaak van een normale ametropie (as- of systeem-ametropie).

Het is aan eenieder vrij, te bepalen of hij (of zij) aan de anatomische- of aan de zenuwgestuurde factoren de grootste betekenis toe wil kennen (44. S. 35). Voor een heterophorie die de oorzaak is van bepaalde klachten, zoals vermoeidheid der ogen, storingen in het zien, hoofdpijn of asthenopie, bedient men zich vaak van de uitdrukking „gedécompenseerde heterophorie” (8. S. 136; 47; 53. S. 180).

Men gaat bij dergelijke heterophorieën veelal voorbij aan de vraag, of hun behoefte aan fusiebewerkende vergentie motorisch volledig of slechts ten dele wordt overbrugd.

Op grond van bovenstaande omschrijving baseert Sachsenweger zijn uitspraak dat: „dékompensatie een klinisch begrip zou zijn en geen natuurkundig-optisch begrip” (54. S. 169).

Indien deze opvatting juist zou zijn, dan zou het ook niet mogelijk moeten zijn om meettechnisch vast te kunnen stellen, of een heterophorie gedécompenseerd is of niet.

Wieser daarentegen zegt, dat het onduidelijk en verwarrend is, als compensatie of dékompensatie uitsluitend gekenmerkt zou zijn door afwezigheid of aanwezigheid van symptomen als hoofdpijn, asthenopie en dergelijke. Hij spreekt dan van een gekompenseerde heterophorie, wanneer het de patiënt gelukt om bifoveolaire fixatie intact te houden (55).

Vandaar dat hier het begrip „dékompensatie” principieel als natuurkundig-optisch fenomeen opgevat dient te worden en uitsluitend in de betekenis van een motorisch

gedécompenseerde heterophorie dient te worden gebruikt.

Het gedeelte van de heterophorie dat motorisch niet meer gekompenseerd wordt, wordt langs sensorische weg aangevuld (of gekompenseerd). Dit sensorische aanvullen vindt plaats door middel van de zogeheten „disparaatheid van fixatie”. (Fixationsdisparation; in het engels: Fixation-disparity.)

Disparaatheid van fixatie is voorhanden, wanneer de ogen een klein beetje afwijken van de orthostand van vergentie in de richting van de ruststand van vergentie. In deze werkstand van vergentie wordt het gefixeerde voorwerp alleen in het z.g.n. „leidinggevende” oog centraal afgebeeld. In het afwijkende oog wordt het gefixeerde voorwerp niet meer centraal afgebeeld, maar nog wel binnen het foveolaire panumgebied.

Men maakt onderscheid tussen disparaatheid van fixatie 1 en 2. In het hoofdstuk over de sensoriek zal hierop uitvoerig worden ingegaan.

Definitie 27:

Gedécompenseerde heterophorie.

Een heterophorie, waarbij de ogen motorisch niet volledig in de orthostand van vergentie kunnen worden gehouden, maar een klein beetje daarvan afwijken, waarbij het normale binokulair-enkelvoudige zien door disparaatheid van fixatie in stand gehouden wordt.

Bij een gedécompenseerde heterophorie wijkt de werkstand van vergentie af ten opzichte van de orthostand, in de richting van de ruststand van vergentie. Een dergelijke afwijking kan meettechnisch worden vastgesteld.

Zo is het mogelijk, om met behulp van de geëigende meet-methodiek voor iedere heterophorie de vraag te kunnen beantwoorden, of men met een eventuele dékompensatie in de zin van definitie 27 te doen heeft of niet (39).

Onafhankelijk van het feit, of er „symptomen” voorhanden zijn of niet, wordt bij een gedécompenseerde heterophorie het verschil tussen werkstand en orthostand van vergentie, langs sensorische weg, door

disparaatheid van fixatie overbrugd. Bij binokulair-enkelvoudig zien met disparaatheid van fixatie, is weliswaar een normaal binokulair-enkelvoudig zien aanwezig, dit is echter geen ideaal binokulair-enkelvoudig zien.

Een opsomming van de storingen in het zien, welke daarmee verbonden zijn, kan men in (56) vinden. In het hoofdstuk over de sensoriek zal dit worden behandeld. In gedeelte (2.6) van dit hoofdstuk werd de heterophorie omschreven als een *latente* afwijkende stand van vergentie (latent = verborgen).

Dit vanwege het feit, dat het bestaan van een afwijkende ruststand van vergentie uitsluitend vastgesteld kan worden met de geëigende meetmethode, omdat er een normaal binokulair-enkelvoudig zien aanwezig is. Vandaar, dat de (eveneens) door Sachsenweger gebruikte uitdrukking „Latente Heterophorie” op het eerste moment als tautologie in de oren klinkt (een voorbeeld van tautologie: 'n zwarte kraai).

Het begrip is echter tóch zinvol en men maakt hierbij onderscheid tussen motorisch-latente en sensorisch-latente heterophorieën.

Door het langdurig volgehouden motorisch compenseren van een heterophorie, kan er een tonus ontstaan, op dezelfde manier zoals men dat vaak tegenkomt bij ongekorrigeerde ametropieën (tonus is een spannings- een soort krampstoestand). Door de werking van deze tonus wordt bij een binoculair onderzoek verhinderd, dat een volledige ontspanning der ogen tot aan hun physiologische ruststand van vergentie tot stand kan komen (39. S. 149; 55).

De gemeten omvang van de heterophorie is dan kleiner dan de werkelijke omvang ervan, omdat een gedeelte van de heterophorie door de tonus verborgen (= latent) gehouden blijft.

Definitie 28:

De motorisch-latente heterophorie

Het gedeelte van een heterophorie, dat door een musculaire fusie-tonus verborgen wordt gehouden, waardoor de gemeten omvang van een heterophorie kleiner uitvalt dan de ware omvang ervan.

Elke refraktionist is vertrouwd met vergelijkbare gevallen bij ametropieën. Het gaat hier om die ametropieën (voornamelijk hypermetropieën) die voor de eerste keer gemeten en gekorrigeerd moeten worden (akkommodatie-tonus). Motorisch latente heterophorieën komt men voornamelijk tegen onder de esophorieën (46; 55).

Bij een sensorisch latente heterophorie gaat het om een afwijkende orthostand van vergentie, die echter met behulp van de konventionele (= centraal dissociërende = centraal uiteenvallende) methoden, zoals Maddox en Von Graefe, niet kan worden vastgesteld (39. S. 183). Het gaat hierbij om de aanwezigheid van een bijzondere soort van disparaatheid van fixatie (met verschuiving van de korrespondentie) die men disparaatheid van fixatie tweede soort noemt. Ook hierop wordt in het hoofdstuk over de sensoriek verder ingegaan.

Definitie 29:

De sensorisch-latente heterophorie

Het gedeelte van een heterophorie, dat sensorisch wordt overbrugd (gecompenseerd) door disparaatheid van fixatie tweede soort en dat uitsluitend met de daartoe geëigende meet-methodiek kan worden omvat.

Sensorisch latente heterophorieën komen onder alle soorten van heterophorieën veelvuldig voor en moeten ten behoeve van het volledig bifoveolaire corrigeren altijd mede omvat worden (39).

Bij cyclophorie (definitie 20) bestaat er een behoefte aan fusiebewerkende cyclovergentie, om de verticale meridianen der ogen in een parallelle stand te brengen ten opzichte van elkaar. Omdat deze ogen zich ook zonder fusiebewerkende cyclovergentie in de orthostand van vergentie bevinden (definitie 5), is het niet helemaal korrekt om de cyclophorie ook mede onder het begrip „phorie” te brengen (2 Lfd. nr. 26), (57).

De cyclophorieën worden al naar gelang hun cyclostand van vergentie, waarvoor de geringste inspanning nodig is, verdeeld in „Incyclophorieën” en „Excyclophorieën” (zie tabel 7). Cyclophorieën kunnen niet met behulp van brilleglazen worden

gecorrigeerd.

Pseudo-cyclophorieën (35. S. 87; 44. S. 44) zijn zoals het woord reeds zegt, geen echte cyclophorieën. Zij berusten op de astigmatische werking van nauwkeurig vastgestelde en op de juiste manier gecentreerde cilindrische brillenglazen.

Ook deze pseudo-cyclophorieën kunnen met behulp van de geëigende meetmethode goed van echte cyclophorieën worden onderscheiden (50).

2.8. De gedeelten waaruit vergentie is samengesteld

De vergentie, die ten behoeve van het normale binokulair-enkelvoudige zien moet worden opgebracht (bij elke willekeurige afstand van het punt van fixatie) is volgens Burian (36. S. 90) reeds sedert Maddox (1893) volgens onderstaande volgorde, uit vier gedeelten samengesteld:

- 1 De tonische vergentie.
- 2 De fusiebewerkende vergentie.
- 3 Akkommodatieve vergentie.
- 4 De psychische vergentie (ook wel psychologische of proximale vergentie genaamd).

De tonische vergentie is die vergentie, waardoor een ogenpaar vanuit de ruststand van vergentie tijdens de slaap volgens Bell, wordt overgebracht naar de ruststand van vergentie voor het zien in de verte bij daglicht (definitie 14).

Omdat echter alleen de ruststand van vergentie voor het zien in de verte bij daglicht voor ons van belang is, heeft de tonische vergentie op zichzelf voor de optometrie geen enkele betekenis. Een motorisch latente heterophorie mag in geen geval worden opgevat als een verandering van de tonische vergentie. Dit zou immers tegenstrijdig zijn met de opvatting, dat ieder individu een eigen ruststand van vergentie voor het zien in de verte bij daglicht zou bezitten (Fernhellruhestellung).

De physiologische ruststand van vergentie wordt alleen maar verborgen gehouden door een fusie-tonus.

Komt de ruststand van vergentie niet overeen met de werkstand van vergentie, die tijdens het normale binokulair-

enkelvoudige zien moet worden ingenomen, dan wordt de overgang tussen beide standen van vergentie teweeggebracht door de „fusiebewerkende vergentie”.

Definitie 30:

De fusiebewerkende vergentie

De vergentie die een (heterophoor) ogenpaar vanuit zijn ruststand van vergentie voor het zien in de verte bij daglicht overbrengt naar een werkstand van vergentie.

Hier moet weer op een denkfout gewezen worden, die men bij studerenden heel vaak aantreft. Namelijk, dat *de behoefte aan fusiebewerkende vergentie* (definitie 23) een totaal ander begrip is dan *de fusiebewerkende vergentie* (definitie 30). Alleen wanneer een heterophorie motorisch volledig wordt gecompenseerd, komt de omvang van de fusiebewerkende vergentie overeen met de omvang van de behoefte aan fusiebewerkende vergentie en brengt deze fusiebewerkende vergentie de ogen over naar de orthostand van vergentie.

Wanneer echter een heterophorie motorisch niet-volledig wordt gecompenseerd en men spreekt van een gedécompenseerde heterophorie, dan is de omvang van de fusiebewerkende vergentie *kleiner* dan de *behoefte* aan fusiebewerkende vergentie! Het verschil tussen beide laatsten wordt dan sensorisch aangevuld met behulp van dispariteit van fixatie.

De werkstand van vergentie komt alleen dan overeen met de orthostand van vergentie, wanneer er óf geen enkele behoefte aan fusiebewerkende vergentie bestaat (bij orthophorie), óf wanneer een heterophorie door fusiebewerkende vergentie motorisch volledig wordt gecompenseerd, waardoor eveneens bifoveolair zien wordt gewaarborgd. Akkommodatie en vergentie van een ogenpaar zijn van individu tot individu verschillend, meer of minder sterk aan elkaar gekoppeld. Deze koppeling zal in hoofdstuk 3 nader worden bekeken. De vergentie, die met een bepaalde akkommodatie is verbonden, wordt aangeduid als de „akkommodatieve vergentie”.

Definitie 31:

De akkommodatieve vergentie

Die vergentie die gekoppeld is aan en bepaalde akkommodatie-inspanning der ogen.

Aangezien het bij de akkommodatieve vergentie om een *konvergentie* gaat, wordt daardoor de horizontale stand van vergentie (in mathematische zin) vergroot (zie afbeelding 12, Oculus september 1981).

Een negatieve akkommodatie heeft geen divergentie tot gevolg.

Kijkt een ogenpaar naar een reëel, nabijgelegen voorwerp, dan wordt door het zich bewust zijn van „nabijheid”; door de gewaarwording van „nabijheid”, (36. S. 100) een konvergentie teweeggebracht. Deze vergentie wordt aangeduid als de „psychische vergentie” of psychologische vergentie of ook wel als de proximale vergentie.

Definitie 32:

De psychische vergentie

De vergentie, die teweeg wordt gebracht door de gewaarwording van nabijheid (proximale vergentie).

Deze psychische vergentie is ook bekend onder de naam „apparaten-konvergentie”. Bij bepaalde binokulaire meettoestellen kan deze apparaten-konvergentie de omvang van de te meten horizontale afwijking, tamelijk sterk in konvergente richting beïnvloeden.

Wanneer een ogenpaar naar een nabijgelegen voorwerp kijkt, brengen de akkommodatieve en de psychologische vergentie tesamen het ogenpaar over van zijn ruststand van vergentie voor verafzien, naar de bij die voorwerpsafstand behorende ruststand van vergentie voor nabijzien.

Op grond van het feit, dat er zo ontzettend veel nabijgelegen voorwerpen zijn, allemaal op een verschillende afstand gelegen, heeft het ogenpaar naast zijn ruststand van vergentie voor verafzien, een bijna oneindig aantal verschillende standen van vergentie voor nabijzien.

Bij iedere voorwerpsafstand (lees ook: bij iedere toestand van akkommodatie) (3. Lfd. Nr. 19) behoort een specifieke ruststand van vergentie voor nabijzien.

Definitie 33:

De ruststand van vergentie voor nabijzien

Eén van de ruststanden van vergentie, die door de gezamenlijke werking van de akkommodatieve en de psychische vergentie wordt teweeggebracht.

Valt de bereikte ruststand van vergentie voor nabijzien niet samen met de orthostand van vergentie, die bij de ligging van een bepaald nabijgelegen voorwerp behoort, dan zijn de akkommodatieve en de psychische vergentie tesamen, kleiner of groter dan de behoefte aan konvergentie (definitie 7 en formule 1, zie Oculus september 1981).

In zo'n geval is er een nabij-heterophorie voorhanden en bestaat er een dienovereenkomstige behoefte aan fusiebewerkende vergentie.

Alle phorie-begrippen voor het zien in de verte, die wij tot nu toe hebben behandeld, zijn in gelijke mate geldig voor het nabijzien.

De invloed die prisma's uitoefenen op de orthostand van vergentie en daarmee op de behoefte aan fusiebewerkende vergentie, werd reeds in de gedeelten 2.5 en 2.7 van dit hoofdstuk uiteengezet.

Als men invloed uitoefent op de behoefte aan fusiebewerkende vergentie, dan heeft dat in de regel ook zijn uitwerking op de fusiebewerkende vergentie zelf.

Om de invloed, die de binokulair-prismatische werking in de snijpunten van beide fixeerlijnen en de glazen van een bril (of van een ander optisch systeem) op de stand van vergentie der ogen heeft; om deze invloed te kunnen beschrijven, gebruikt men in (Lfd. nr. 37) de uitdrukking: „het vergentie-resultaat” (Vergenzerfolg).

Dit vergentie-resultaat wordt aldaar als volgt gedefinieerd: „De schijnbare stand van vergentie bij het gebruik van optische hulpmiddelen.”

Aangezien het begrip „stand van vergentie” is vastgelegd als zijnde kenmerkend voor de onderlinge stand der ogen, welke met behulp van de richting

der fixeerlijnen kan worden vastgesteld (definitie 3, Oculus september 1981). En aangezien de fixeerlijnen der ogen tegelijkertijd de hoofdstralen vormen van beide foveolair afbeeldende stralenbundels en omdat deze gelegen zijn tussen de ogen en de bril (zie hoofdstuk 1, gedeelte 4, Oculus mei 1981), gaat het bij deze „schijnbare stand van vergentie” om de hoek tussen de hoofdstralen der foveolair afbeeldende bundels die aan de kant van het voorwerp gelegen zijn. (De bundels die van het voorwerp uitgaan.) In het voorbeeld van figuur 22 zijn dat de roodgekleurde parallelle gedeelten der hoofdstralen.

Hier (fig. 22) is de uitdrukking „vergentie-resultaat” überhaupt niet van toepassing, omdat bij een volledige prismatische correctie in het geheel geen fusiebewerkende „vergentie” hoeft plaats te vinden!

Het begrip „vergentie-resultaat” heeft voor ons dus geen enkel belang.

Daarnaast komt men af en toe de uitdrukking „vergentie-aanwending” of „vergentie-moeite” tegen (Vergenzaufwand).

Deze uitdrukking zou de betekenis hebben van „de ware stand van vergentie”, welke door de ogen kan worden ingenomen. In deze betekenis echter is deze uitdrukking overbodig.

Bovendien zou zij, wanneer ze korrekt zou worden toegepast (analoog aan de betekenis van akkommodatie-toepassing/ Akkommodationsaufwand/L.Lfd. nr. 29) uitsluitend gezien dienen te worden als de vanuit de ruststand van vergentie gerekende vergentie(beweging). Zij zou daarmee niets anders inhouden dan de som van de akkommodatieve-, de psychische- en de fusiebewerkende vergenties. Ook deze uitdrukking „vergentie-toepassing” wordt in dit boek niet gebruikt.

Wordt vervolgd.

Gebruikte literatuur: zie Oculus van maart 1982.

„De grondbeginselen van het binoculaire zien” (9)

(Einführung in das Binokularsehen)

Dr. Helmut Goersch,
plaatsvervangend Directeur van de Staatliche Fachschule für
Optiek und Fototechnik Berlin, S.F.O.F., Berlin.
Vertaling: H. Stassar, Optometrist OV

Hoofdstuk 3: **Het onderlinge verband tussen accommodatie en vergentie.**

3.1: ACA-verhoudingen

Akkommodatie en vergentie zijn twee partners, die door hun gezamenlijke werking, respectievelijk **het scherpe zien** en **het** (binokulair) **enkelvoudig** zien mogelijk maken. Op die manier wordt dus aan de twee voornaamste visuele voorwaarden van „het zien” voldaan. Het accommodatiesysteem zorgt ervoor, dat door de juiste accommodatietoestand, de netvliesbeelden in beide ogen een optimale scherptheit hebben. Het vergentiesysteem zorgt ervoor, dat de ogen een zodanige stand van vergentie innemen, dat daardoor normaal binokulair-enkelvoudig zien mogelijk wordt. Bij het natuurlijke zien vullen beide systemen elkaar wederkerig aan; hun werkingen zijn op fysiologische wijze nauw met elkaar verbonden.

Bij uiteenzettingen over deze fysiologische koppeling tussen accommodatie en vergentie, wordt er vaak over gediscussieerd of een van beide partners een leidende rol speelt, en daardoor de andere partner als het ware „meetrekt” en wie nu eigenlijk de leidinggevende partner is. Deze vraag is zeker interessant voor het onderzoek naar de elementaire beginselen van het zien. Voor een ogenpaar echter, dat zowel monokulair (d.w.z. refractief) als binokulair (d.w.z. prismatisch) volledig gecorrigeerd is, is de vraag wie de leiding heeft, de accommodatie of de vergentie, van zeer geringe betekenis.

Immers, eerst met behulp van het doelbewust aanbrengen van een afwijking

in het natuurlijke zien, bijvoorbeeld door het opheffen van de fusie, of door af te wijken van de volledige refractieve correctie (of met behulp van beide tegelijk), kan de koppeling tussen accommodatie en vergentie meettechnisch worden onderzocht.

Daarbij wordt onder andere een zogeheten ACA-verhouding (in het Engels ratio) vastgesteld.

De afkorting ACA is ontstaan uit het Engels. AC betekent: accommodative convergence, en dat wordt gedeeld door A, wat betekent: accommodation.

Er zijn diverse soorten van meetmethoden (58. S. 237) die alle een andere ACA-verhouding als uitkomst hebben.

De twee belangrijkste methoden die worden toegepast, zijn de „gradiëntenmethode” en de „quotiëntenmethode”. Beide methoden werken met volledige uitschakeling van de fusie. Bij de „gradiëntenmethode” onderzoekt men uitsluitend de accommodatieve vergentie (definitie 31). Bij de „quotiëntenmethode” houdt men naast de accommodatieve vergentie ook nog rekening met de psychische vergentie (definitie 32) welke bij de accommodatieve vergentie wordt opgeteld.

De gradiëntenmethode

Als men voor beide ogen glazen plaatst, waarvan de sterkten met een zeker aantal dioptrieën afwijken van de refractief volledige correctiesterkten, dan verandert de toestand van de accommodatie eveneens met hetzelfde aantal dioptrieën.

Men kan dan meettechnisch vaststellen, met hoeveel cm/m (prismadioptrieën) de vergentie verandert als gevolg van het aantal dioptrieën dat de glazen afwijken van bovengenoemde refractief volledig korrigerende glazen.

Met andere woorden: men kan vaststellen, hoeveel cm/m de akkommodatieve vergentie bedraagt per dioptrie akkommodatie.

Om de invloed van de psychische vergentie uit te schakelen, is het noodzakelijk, om de afstand tussen de ogen en de binokulaire testfiguren steeds konstant te houden gedurende de tijd dat men de sterkten van de korrektieglazen verandert. Immers, hierdoor verandert de akkommodatieprikkel, met als gevolg, dat ook de akkommodatie-toestand verandert. Men gebruikt voor deze phorie-metingen binokulaire testfiguren, waarop wel geakkommodeerd kan worden, maar waarbij geen fusie der beide monokulair gezien figuren mogelijk is. Geschikte testplaten hiervoor zijn o.m. de Schobert-test en de kruistest van de Zeiss-Polatest (zie figuur 22a).

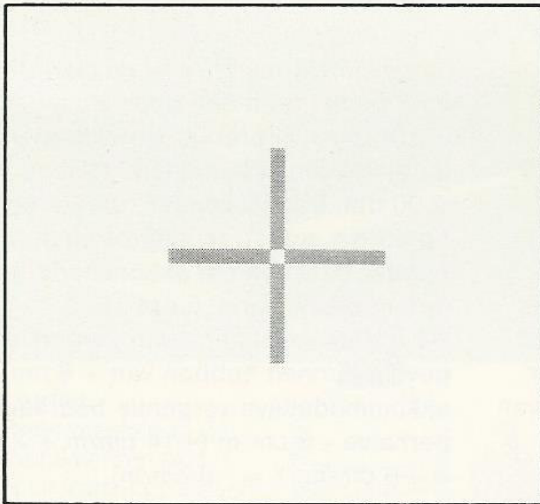


Fig. 22a: De kruistest.

De kruistest van de Polatest, garandeert door zijn grote contrast dat de akkommodatie zich scherp instelt, terwijl fusie der beide figuurdelen niet mogelijk is. (Het rechteroog ziet uitsluitend de staande lijnen en het linkeroog ziet uitsluitend de liggende lijnen.) Dat maakt deze test zo geschikt voor gradiënten-meting.

De voorwerpsafstand blijft dus steeds gelijk maar de akkommodatietoestand wordt steeds gewijzigd.

Men stelt nu de ruststanden van vergentie vast, welke bij de respectievelijk verschillende toestanden van de akkommodatie behoren, en die ook uitsluitend door de verschillen in de akkommodatietoestand worden teweeggebracht.

Men meet dus zuiver de akkommodatieve vergentie.

Het resultaat van deze methode van meten noemt men de „ACA-gradiënt” (4. S. 81; 61) (gradient test 34. S. 257 of gradient method 36. S. 92; 43. S. 203; 59; 60).

Definitie 34:

ACA-gradiënt

De akkommodatieve vergentie die gekoppeld is aan elke dioptrie verandering in de toestand van de akkommodatie.

Formule 2: ACA-gradiënt (cm) =

$$\frac{\text{Akkommodatieve vergentie (cm/m)}}{\text{Akkommodatie in dioptriën}}$$

De ACA-gradiënt wordt aangegeven in de eenheid cm. Zoals de formule aangeeft wordt deze eenheid eigenlijk langs wiskundige weg verkregen omdat men een aantal cm/m (prismadioptrieën) deelt door een aantal dioptrieën ($\frac{1}{m}$).

Het gaat dan als volgt:

$$\frac{\text{cm/m}}{1/m} = \frac{\text{cm}}{1} = \text{cm.}$$

Aan de positieve akkommodatie is een akkommodatieve **konvergentie** gekoppeld. Door de negatieve akkommodatie daarentegen wordt **geen divergentie** teweeggebracht. (Negatieve akkommodatie niet te verwarren met een vermindering of afzwakking van de positieve akkommodatie.)

Als men deze proeven neemt met testfiguren op grote afstand (waarvoor men 6 meter aanhoudt, net als bij de oogmetingen gebruikelijk is) dan heeft men slechts één mogelijkheid om de ACA-gradiënt vast te kunnen stellen. Bij onderzoeken met testfiguren die op kortere afstanden (van 1 meter tot 40 cm) vóór de ogen worden geplaatst, heeft men

twee mogelijkheden.

Bij testfiguren in de verte (= 6 meter) kan het voorzetten van negatieve sferische glazen (als toevoeging aan de volledig korrigerende glazen) uitsluitend een positieve accommodatie-inspanning tot gevolg hebben. Als gevolg waarvan een accommodatieve konvergentie in werking treedt.

Voorbeeld: gesteld, dat de ruststand van vergentie, bij refractief volledige correctie, -3 cm/m bedraagt (= een exophorie van 3 cm/m).

Nu voegt men voor beide ogen S-2.00 aan de refractief volledige correctie toe. Het zou nu kunnen, dat de ruststand van vergentie +5 cm/m bedraagt (= 'n esophorie van 5 cm/m).

Een positieve accommodatie van 2 dpt. veroorzaakt hier dus een accommodatieve vergentie van 5 cm/m - (-3 cm/m) = 8 cm/m.

Volgens formule 2 bedraagt de ACA-gradiënt:

$$\text{ACA-gradiënt} = \frac{8 \text{ cm/m}}{2 \text{ dpt.}} = 4 \text{ cm.}$$

Neemt men proeven met testfiguren op kortere afstanden (van 1 meter tot 40 cm vóór het oog) dan heeft men twee mogelijkheden. Ten eerste kan men de inspanning van de accommodatie vergroten door het voorzetten van sferische minusglazen (op dezelfde wijze als bij proeven met testfiguren op grote afstand = 6 meter).

Door de testfiguren op kortere afstand voor de ogen te plaatsen ontstaat er voor de ogen een behoefte aan accommodatie, waarvan de omvang bepaald wordt door die nabije afstand. Door het voorzetten van plusglazen hebben wij hier de tweede mogelijkheid, namelijk, om de accommodatiebehoefte te verminderen.

Bij de eerste mogelijkheid wordt de maximale sterkte van de voor te plaatsen sferische minusglazen bepaald door het accommodatievermogen, dat afhankelijk is van de leeftijd van de proefpersoon.

Bij de tweede mogelijkheid wordt de maximale sterkte van de voor het oog te plaatsen plusglazen bepaald door de afstand van de testfiguur tot het oog (door de in dioptrieën gemeten afstand). Is de afstand tussen de ogen en de testfiguur 50 cm, dan bedraagt de maximale sterkte van het toegevoegde plusglas +2 dpt., waarbij de ogen in het geheel niet meer

behoeven te accommoderen.

Voorbeeld: de testfiguur wordt op 40 cm vóór de ogen geplaatst (= 2,5 dpt. afstand). Stel nu, dat de ruststand van vergentie (zonder dat er aan de korrektie sterkten voor veraf iets is toegevoegd) 14 cm/m bedraagt. Nemen wij een pupilafstand aan van 68 mm. Volgens de formule 1 zou de orthostand van vergentie $6,8 \times 2,5 = 17 \text{ cm/m}$ moeten bedragen (zie figuur 15, Oculus september 1981).

De ruststand van vergentie zou dus ook 17 cm/m behoren te zijn. Er is hier derhalve een exoforie voor nabijzien aanwezig van $17 \text{ cm/m} - 14 \text{ cm/m} = 3 \text{ cm/m}$.

De eerste mogelijkheid: men plaatst nu voor beide ogen een sferisch minusglas van bijvoorbeeld -1,5 dpt. Dit brengt een verandering in de accommodatietoestand teweeg van +1,5 dpt. Dit zou tot gevolg kunnen hebben dat de ruststand van vergentie 20 cm/m gaat bedragen.

De accommodatieve vergentie bedraagt in dit geval $20 \text{ cm/m} - 14 \text{ cm/m} = 6 \text{ cm/m}$. Daarmee bedraagt de ACA-gradiënt:

$$\frac{6 \text{ cm/m}}{1,5 \text{ dpt.}} = 4 \text{ cm.}$$

Mogelijkheid nummer twee: men plaatst voor beide ogen een positief sferisch glas +2,00 dpt. Dit brengt een verandering in de accommodatietoestand teweeg van -2,00 dpt. Dat wil zeggen, dat de ogen om op 40 cm scherp te kunnen zien, 2 dpt. **minder** behoeven te accommoderen; 0,5 dpt. in plaats van 2,5 dpt.

Dit zou een ruststand van vergentie tot gevolg kunnen hebben van +6 cm/m. De accommodatieve vergentie bedraagt derhalve -8 cm/m ($+14 \text{ cm/m} + X \text{ cm/m} = +6 \text{ cm/m}$. $X = -8 \text{ cm/m}$).

$$\text{De ACA-gradiënt} = \frac{-8 \text{ cm/m}}{-2 \text{ dpt.}} = 4 \text{ cm.}$$

Bij de hierboven beschreven werkwijze dienend om de ACA-gradiënt vast te kunnen stellen, wordt in de noemer van formule 2 (= onder de streep) de sterkte van het glas ingevuld, dat aan de refractief volledige korrektie sterkten voor verafzien wordt toegevoegd. (Zij het met omgekeerd teken; d.w.z. plusglazen met voorteken min.)

De sterkte van deze toegevoegde glazen is bepalend voor de verandering van de

akkommodatiebehoefte (1 Lfd. nr. 28) respectievelijk eveneens bepalend voor de verandering van de akkommodatie-prikkel (1 Lfd. nr. 27).

Als het erop aankomt meet men eigenlijk een zogeheten „Prikkel ACA-gradiënt” (Stimulus ACA-ratio) (36. S. 96).

Definitie 34 behelst echter uitsluitend de verandering van de toestand van de akkommodatie, waardoor men eigenlijk de zogenoemde „reaktie ACA-gradiënt” definiëert (Responses ACA-ratio) (36. S. 96).

Het exakt vaststellen van deze „reaktie ACA-gradiënt” is volgens Alpern en anderen (62) zeer moeilijk, en hij zou slechts plusminus 8 % groter zijn als de „prikkel ACA-gradiënt”.

Wanneer men ACA-gradiënten wil meten (zoals overigens bij iedere meting van phorieën voor nabijzien) (63), dient men ervoor te zorgen, dat de binokulaire testfiguren zodanig van vorm en contrast zijn, dat de akkommodatie zich daarop nadrukkelijk „scherp” zal instellen. Slechts op die manier kan men ervoor zorgen, dat de akkommodatietoestand zo goed mogelijk overeenkomt met de door het voorgezette brilleglas veroorzaakte akkommodatiebehoefte.

In de regel is het de „prikkel” ACA-gradiënt die gemeten wordt. Het ligt er dus maar aan, hoe sterk de prikkel is voor de akkommodatie om zich scherp in te stellen. Het zou dus zó kunnen zijn, dat bij het voorzetten van S-2.00 de ogen slechts + 1,75 dpt. akkommoderen. Daarin ligt het verschil tussen de „reaktie ACA-gradiënt” en de „prikkel ACA-gradiënt”.

Juist deze prikkel „ACA-gradiënt” is voor de optometrische praktijk van groot belang.

Welke betekenis deze prikkel ACA-gradiënt heeft wordt eerst duidelijk, als men de gevolgen bestudeert die het refractief onvolledig corrigeren van ogen kan hebben, in verband met de phorische belasting der ogen. Aan de hand van enkele voorbeelden zal een en ander duidelijk worden gemaakt.

Geval 1a: men plaatst een paar glazen voor de ogen, die 0,5 dpt. in de richting van minus afwijken ten opzichte van de refractief volledig corrigerende sterkten. (Bij hyperopie te weinig plus = onderkorrektie, en bij myopie teveel minus = overkorrektie.) Bij refractief volledige korrektie was er orthophorie aanwezig in

het gehele akkommodatiegebied. (Bij refractief volledige korrektie hebben de ogen bij het zien in de verte (= het oneindige) een parallelle ruststand van vergentie, wat overeenkomt met de orthostand van vergentie en ook voor het zien van dichtbij gelegen voorwerpen, komen de ruststanden van vergentie voor nabijzien overeen met alle bijbehorende orthostanden van vergentie voor nabijzien).

De ACA-gradiënt is 4 cm. Wanneer deze ogen naar een voorwerp in de verte kijken, en zij willen daarbij kleinere details van dat voorwerp zien, dan worden deze ogen gedwongen om hun akkommodatie 0,5 dpt. in te spannen. Daarmee zal dan een akkommodatieve konvergentie gepaard gaan van 2 cm/m. (Immers, als wij formule 2 omwerken, zal zij luiden:

akkommodatieve vergentie = ACA-gradiënt x akkommodatie). De berekening wordt derhalve: akkommodatieve vergentie = $0,5 \times 4 = 2$ cm/m).

De ogen verkrijgen hierdoor nu een nieuwe ruststand van vergentie, welke 2 cm/m binnenwaarts is gericht (veroorzaakt door het akkommoderen). De orthostand van vergentie voor verafzien is intussen niet veranderd (= de parallelle stand van vergentie).

Om deze parallelle stand van vergentie in te kunnen nemen, worden de ogen nu gedwongen, om een fusiebeperkende divergentie uit te voeren van 2 cm/m. Naast de akkommodatieve belasting der ogen, veroorzaakt door de brilleglazen die -0,5 dpt. afwijken van de refractief volledige korrektiesterkten, wordt aan de ogen nog een extra vergentie-belasting (= phorische belasting) toegevoegd als bij een esophorie.

Deze „belasting-als-bij-esophorie” hangt volgens formule 2 zowel af van de omvang van de refractieve afwijking ten opzichte van de refractief volledige korrektiesterkten (uitgedrukt in dioptrieën), alsmede van het getal van de (prikkel) ACA-gradiënt.

Dezelfde extra-belasting treedt in werking wanneer de persoon in kwestie scherp naar dichtbij gelegen voorwerpen kijkt. Immers, de akkommodatie moet zich steeds 0,5 dpt. sterker inspannen als de in dioptrieën gemeten voorwerpaafstand bedraagt. Tenminste, als de persoon in kwestie deze nabijgelegen voorwerpen scherp wil kunnen zien. Met andere woorden: als deze ogen hun

akkommodatie op „scherp zien” instellen. Geval 1b: op dezelfde wijze als bij geval 1a worden hier een paar glazen voor de ogen geplaatst, die $-0,5$ dpt. afwijken van de refraktief volledige korrektiesterkten. Maar nu is bij refraktief volledige correctie, esophorie aanwezig.

Op dezelfde wijze als bij geval 1a wordt de behoefte aan fusiebewerkende divergentie nog groter van omvang als zijn door de bestaande esophorie reeds was. De esophore belasting van het ogenpaar wordt voor alle voorwerpafstanden (met hetzelfde bedrag) groter dan zij voorheen reeds was met de refraktief volledige correctie.

Geval 1c: dezelfde glazen als bij geval 1a en 1b ($0,5$ dpt. teveel minus). Nu is er bij refraktief volledige correctie exophorie aanwezig. De behoefte aan fusiebewerkende divergentie, die nu door de ondercorrectie wordt opgewerkt, komt overeen met die in geval 1a. (De ogen bewegen zich iets meer naar elkaar toe als eerder het geval was.)

Het zou kunnen gebeuren, dat de nu opgewekte behoefte aan fusiebewerkende divergentie de behoefte aan fusiebewerkende konvergentie (die vanwege de exophorie aanwezig was) geheel of ten dele opheft. Ja, het zou kunnen, dat deze behoefte aan fusiebewerkende divergentie de bestaande behoefte aan fusiebewerkende konvergentie (vanwege de exophorie) overtreft. Dat ligt er maar aan, hoe groot de omvang is van de oorspronkelijke behoefte aan fusiebewerkende konvergentie.

Op deze manier kan de exophore belasting van het ogenpaar verminderd worden, of geheel worden opgeheven. Het kan ook gebeuren dat de exophore belasting omslaat in een esophore belasting.

Het eerste (vermindering of opheffing van de exophore belasting = vermindering of opheffing van de behoefte aan fusiebewerkende konvergentie) wordt zo nu en dan toegepast, om het voorschrijven van prisma's met basis binnen te kunnen vermijden (58. S. 901).

Het is echter twijfelachtig of dit een comfortabel binokulair zien tot gevolg zal hebben. Immers, hier wordt alleen maar een permanente binokulaire (= phorische) belasting, vervangen door een permanente akkommodatieve belasting. Bovendien is

deze manier van werken bij presbyopen vanzelfsprekend nauwelijks mogelijk.

Geval 2a: men plaatst voor beide ogen een glas, dat in positieve richting bijvoorbeeld $0,5$ dpt. sterker is dan de refraktief volledige korrektiesterkten (bij hyperopie overcorrectie en bij myopie ondercorrectie). Bij refraktief volledige correctie is er in het totale akkommodatiegebied orthophorie voorhanden. De ACA-gradiënt bedraagt 4 cm. Voorwerpen, in het oneindige gelegen, kunnen nu uitsluitend maximaal scherp worden gezien, wanneer er een negatieve akkommodatie plaatsvindt van $0,5$ dpt. Dit negatieve akkommoderen heeft geen binokulaire belasting der ogen tot gevolg, omdat aan negatieve akkommodatie geen akkommodatieve divergentie gekoppeld is. Om nabijgelegen voorwerpen maximaal scherp te kunnen zien, heeft de akkommodatie zich steeds $0,5$ dpt. minder in te spannen, als de in dioptrieën gemeten afstand van die voorwerpen bedraagt.

Daardoor wordt volgens formule 2 de akkommodatieve konvergentie 2 cm/m kleiner van omvang, zodat hier een binokulaire (= phorische) belasting ontstaat, die overeenkomt met die van een exophorie voor nabijzien, van 2 cm/m.

Geval 2b: op dezelfde wijze als bij geval 2a plaatst men voor beide ogen $+0,5$ dpt. teveel. Nu is bij refraktief volledige correctie esophorie voorhanden. Voor het zien in de verte (= het oneindige) heeft dit, net als bij geval 2a, geen binokulaire verandering tot gevolg. Voor het nabijzien wordt net als bij geval 2a een exophore belasting teweeggebracht (= een behoefte aan fusiebewerkende konvergentie). Al naar gelang van de omvang van de oorspronkelijk vermelde esophorie, kan er een vermindering van de esophore belasting plaatsvinden, of deze esophore belasting wordt opgeheven door de ontstane exophore belasting, ofwel de esophore belasting slaat om in een exophore belasting.

Geval 2c: op dezelfde wijze $+0,5$ dpt. teveel voor beide ogen geplaatst. Nu echter is er bij refraktief volledige correctie een exophorie aanwezig. Voor veraf ook weer geen verandering in de phorische belasting (= geen verandering in de behoefte aan fusiebewerkende

konvergentie, in dit geval). Voor het nabijzien wordt de reeds aanwezig zijnde exophore belasting nog vergroot, met de nu ontstane extra exophore belasting van 2 cm/m, zoals bij geval 2a.

Voor de ACA-gradiënt volgens definitie nr. 34, wordt in de literatuur niet overal dezelfde benaming gebruikt. Men komt vaak uitdrukkingen tegen als: „ACA-verhouding” (42), „ACA-coëfficiënt” (64) en ook heel vaak spreekt men van „ACA-quotiënt” (8; 35; 42; 65).

Deze laatste niet verwarren met het gelijknamig begrip „ACA-quotiënt” volgens definitie nr. 35 (zie volgende aflevering).

De getallen die men in de literatuur aantreft met betrekking tot de omvang van de ACA-gradiënt gaan tot aan 10 cm. De gemiddelde getallen liggen tussen de 2 cm en de 5 cm.

Uitvoerige meettechnische uiteenzettingen, met betrekking tot alle problemen omtrent het verband tussen accommodatie en vergentie kunt u vinden in (66).

Wordt vervolgd.

Gebruikte literatuur:

- DIN 58 208 (1)
„Begriffe und Zeichen bei Brillengläsern in Verbindung mit dem menschlichen Auge” Teil 3 „Auge” (September 1978, Erste Ausgabe April 1972)
- DIN 58 208 (2)
„Begriffe und Zeichen bei Brillengläsern in Verbindung mit dem menschlichen Auge” Teil 5 „Binokulares System Auge – Brille” (Entwurf August 1978)
- „Handbuch für Augenoptik” (4)
Herausgeb. Carl Zeiss, Oberkochen (1977)
- HEINZ DIEPES (8)
„Refraktionsbestimmung” Verlag Heinz Postenrieder, Pforzheim (2. Auflage 1975)
- HERBERT SCHÖBER (19)
„Das Sehen” Band II VEB Fachbuchverlag Leipzig (3. Auflage 1964)
- HOWARD SOLOMONS (34)
„Binocular Vision” William Heinemann Medical Books Ltd., London (1978)
- THEO GLASER (35)
„Die Phorien” VEB Verlag Technik Berlin (1969)
- BURIAN – VON NOORDEN’S (36)
„Binocular vision and ocular motility” The C. V. Mosby Company, St. Louis (second Edition, 1980)
- H.-J. HAASE/G. FORST/D. PESTALOZZI/H. GOERSCH (39)
„Binokulare Korrektur” (Eine Sammlung von zehn Arbeiten aus den Jahren 1957-1978). Verlag Willy Schrickel, Düsseldorf (1980)
- W. DODEN (41)
„Stellungsanomalien und Motilitätsstörungen” in Th. Axenfeld/H. Pau „Lehrbuch und Atlas der Augenheilkunde” Gustav Fischer Verlag, Stuttgart (1980)
- HANS BREDEMEYER/KATHLEEN BULLOCK (42)
„Orthoptik” Walter de Gruyter, Berlin – New York (1978)
- STEWART DUKE-ELDER (Herausgeb.) (43)
„System of Ophthalmology” Vol VI „Ocular Motility and Strabismus” Henry Kimpton, London (1973)
- IRVIN M. BORISH (58)
„Clinical Refraction”. The Professional Press, Inc., Chicago (Third Edition 1975)
- MEREDITH W. MORGAN (59)
„A Comparison of Clinical Methods of Measuring Accommodative – Convergence”. Amer. J. Optom, 27, 8 (1950) 385-396; dtsch. Übersetzung in Optometrie 5 (1966)
- THEODORE GROSVENOR (60)
„The Use of the AC/A Ratio in Prescribing”. Optometric Weekly, August, 14 (1975) 16-18
- THEO GLASER (61)
„Messungen zur grafischen analytischen Gläserbestimmung”. Der Augenoptiker 2 (1969) 17-21
- MATHEW ALPERN, WILFRED M. KINCAID and MARVIN J. LUBECK (62)
„Vergence and Accommodation: III. Proposed Definitions of AC/A Ratios”. Amer. J. Ophthalm, 48 (1959) 141-148
- EDUARD BOSSHARD (63)
„Die sogenannte ‚physiologische’ Nah-Exophorie als Meßproblem”. SOZ 9 (1971) 636-637
- J. REINER (64)
„Bestimmung der Heterophorie nach der graphisch-analytischen Methode”, 119. Versammlung des Vereins Rheinisch-Westfälischer Augenärzte, Düsseldorf (April 1969) 31-41
- H. H. FICK (65)
„Eine Betrachtung über den ACA-Quotienten”. Der Augenoptiker 2 (1972) 19-21
- H. H. FICK (66)
„Fusion und Akkommodation”. 15 Folgen in NOJ 10 (1974) bis 1 (1976)

„De grondbeginselen van het binoculaire zien,, (10)

(Einführung in das Binokularsehen)

Dr. Helmut Goersch,

plaatsvervangend Directeur van de Staatliche Fachschule für Optiek und Fototechnik Berlin, S.F.O.F., Berlin.

Vertaling: H. Stassar, Optometrist OV

Hoofdstuk 3 (vervolg):

Het onderlinge verband tussen accommodatie en vergentie.

3.1 ACA-verhoudingen (vervolg)

De quotiëntenmethode

Bij de quotiëntenmethode gaat men op een andere manier te werk dan bij de gradiëntenmethode. Bij de gradiëntenmethode wordt de voorwerpsafstand steeds konstant gehouden en wordt de accommodatie beïnvloed met behulp van sferische voorzetglazen. Daardoor wordt de psychische vergentie, die als gevolg van de „gewaarwording van nabijheid” in werking zou treden, uitgeschakeld en derhalve niet gemeten. Bij de quotiëntenmethode wordt de voorwerpsafstand telkens gewijzigd en meet men uitsluitend met de refractief volledige korrektesterkten voor het zien in de verte (= het oneindige), terwijl ook bij deze methode de fusie wordt uitgeschakeld. Men vergelijkt dan telkens de gemeten ruststanden van vergentie tijdens het zien in de verte, met de ruststanden van vergentie tijdens het nabijzien. Het verschil tussen beide ruststanden van vergentie geeft aan, hoe groot de som is van de accommodatieve en de psychische vergentie, welke wordt teweeggebracht door het aandachtig kijken naar een testfiguur op een nabije afstand (zie definitie nr. 33, Oculus mei 1982).

De uitkomst van deze methode van meten (phoria method 36. S. 91; 43. S. 201; 59; of calculated method; 60.) wordt de „ACA-quotiënt” genoemd

Definitie 35:

ACA-quotiënt

De som van de accommodatieve en de psychische vergentie waarmee de ruststand van vergentie zich wijzigt, wanneer de voorwerpsafstand zich een dioptrie wijzigt.

Formule 3:

$$\text{De ACA-quotiënt (cm)} = \frac{\text{Accommodatieve} + \text{Psychische vergentie (cm/m)}}{\text{Voorwerpsafstand (dpt)}}$$

De ACA-quotiënt wordt net zoals de ACA-gradiënt uitgedrukt in centimeters.

Voorbeeld: refractief volledige korrektie.

De ruststand van vergentie voor verafzien is -3 cm/m (buitenwaarts). Voor het zien op een afstand van 40 cm (= 2,5 dioptrieën) is de ruststand van vergentie 14 cm/m (binnenwaarts). Met behulp van formule 3 kan men nu de ACA-quotiënt berekenen. De ACA-quotiënt =

$$\frac{14 \text{ cm/m} - (-3 \text{ cm/m})}{2,5 \text{ dpt}} =$$

$$\frac{17 \text{ cm/m}}{2,5 \text{ dpt}} = 6,8 \text{ cm}$$

In de literatuur komt men voor de ACA-quotiënt, welke op deze wijze wordt vastgesteld, soms de aanduiding ACA⁺ tegen (65; 66). Ook wordt zij vaak „ACA-gradiënt” genoemd (19. S. 28; 67). Deze laatste niet te verwarren met het gelijknamige begrip van definitie 34 van dit boek.

De ACA-gradiënt vormt de grondslag voor de berekening van binoculaire afwijkingen die het gevolg zijn van refractief foutieve correcties, omdat men de phoriën van een ogenpaar, bij verschillende toestanden van de accommodatie, met elkaar vergelijkt. De ACA-quotiënt daarentegen vergelijkt steeds de phoriën van een ogenpaar, dat refractief volledig gecorrigeerd is voor het zien in de verte, maar dat steeds naar voorwerpen kijkt die op andere afstanden zijn gelegen. In deel 3 van dit hoofdstuk zal deze theorie nader worden uiteengezet.

Bij een volgende methode van meten wordt er een ACA-verhouding vastgesteld, waarbij doelbewust monokulaire (= refractieve) en binokulaire (= phorische) afwijkingen worden aangebracht, maar waarbij de fusie niet wordt uitgeschakeld. (Bij de vorige methoden werd steeds de fusie uitgeschakeld.) Bij deze „Fixation-Disparity methode” (36. S. 93) wordt gemeten hoeveel de plaats van fixatie op het netvlies zich verplaatst onder diverse extreme omstandigheden. (Disparity ofwel disparaatheid = verplaatsing of verschuiving.) Dit kan zowel gedaan worden door de ogen steeds afwisselend een andere phorische belasting te geven, dan wel door de ogen steeds afwisselend een andere accommodatieve belasting te geven. Phorische belasting, door met behulp van prismatische glazen de orthostand van vergentie steeds te doen veranderen (ruststand van vergentie en orthostand van vergentie komen dan niet meer met elkaar overeen).

Akkommodatieve belasting, door accommodatie-behoefte steeds te wijzigen met behulp van sferische voorzetglazen. Op deze wijze verkrijgt men een ACA-verhouding, welke bestaat uit de vergelijking van twee getallen, die respectievelijk aangeven hoe groot het aantal toegevoegde prisma-dioptrieën (= cm/m) is en hoeveel dioptrieën men moet afwijken van de refractief volledige correctiesterken, om **dezelfde** verschuiving van de plaats van fixatie op het netvlies tot

stand te doen komen. Met andere woorden gezegd:

deze ACA-verhouding bestaat uit de vergelijking van de getallen die respectievelijk aangeven, hoe groot de kunstmatig veroorzaakte behoefte aan vergentie is en hoe groot de kunstmatig veroorzaakte behoefte aan accommodatie is, om **dezelfde** disparaatheid van fixatie op het netvlies te veroorzaken.

Volgens Ogle en andere onderzoekers komt de op deze wijze verkregen ACA-verhouding in de regel overeen met de reeds eerder beschreven (prikkel) ACA-gradiënt (68. S. 131) (Oculus juli 1982). Als men de ACA-quotiënt en de ACA-gradiënt heeft vastgesteld, heeft men twee getallen gekregen. Het verschil tussen deze twee getallen geeft dan aan, hoe groot de psychische vergentie is, bij elke dioptrie waarmee de voorwerpaafstand wordt gewijzigd. Deze „PCD-verhouding” (Proximal convergence/distance ratio) 68. S. 131) geeft aan, hoeveel verandering van vergentie plaatsvindt enkel en alleen als gevolg van de „Gewaarwording van nabijheid”.

Definitie 36:

PCD-verhouding

De psychische vergentie die gekoppeld is aan elke dioptrie, waarmee de voorwerpaafstand wordt gewijzigd.

Formule 4:

PCD-verhouding = ACA-quotiënt
– ACA-gradiënt.

Ook de PCD-verhouding wordt aangegeven in de maateenheid cm.
’n Voorbeeld: de ACA-quotiënt bedraagt 6,8 cm. De ACA-gradiënt is 4 cm. Volgens formule 4 bedraagt de PCD-verhouding: 6,8 – 4 cm = 2,8 cm.

Het is eveneens mogelijk om de PCD-verhouding afzonderlijk, meettechnisch vast te stellen. Men dient dan de ruststand van vergentie voor het zien in de verte (= het oneindige) alsook de ruststand van vergentie voor nabijzien te meten, terwijl tegelijkertijd de accommodatie der ogen wordt uitgeschakeld. Met een testfiguur op 6 meter afstand (b.v. Polakruis) wordt gemeten met refractief volledige correctiesterken voor verafzien. Met ’n testfiguur op „nabije” afstand wordt dan gemeten met een plus-toeslag voor beide ogen, die overeenkomt met het aantal

dioptrieën van de afstand tussen de ogen en de testfiguur.

Het getal dat aangeeft hoeveel cm/m (= prismadioptrieën) beide ruststanden van vergentie met elkaar verschillen, wordt ook weer gedeeld door het aantal dioptrieën dat aangeeft, op welke afstand de meting voor nabij werd verricht. Voorbeeld: de ruststand voor veraf is -3 cm/m (negatief is buitenwaarts). Met een testfiguur op 40 cm afstand vóór de ogen (= 2,5 dpt afstand) en met voor beide ogen een plustoeslag van 2,5 dpt zou dan een mogelijke ruststand van vergentie kunnen worden gemeten van 4 cm/m (= binnenwaarts). Het verschil tussen beide ruststanden van vergentie bedraagt dan $4 \text{ cm/m} - (-3 \text{ cm/m}) = 7 \text{ cm/m}$.

$$\text{PCD-verhouding} = \frac{7 \text{ cm/m}}{2,5 \text{ dpt}} = 2,8 \text{ cm}$$

In de regel is de ACA-quotiënt groter dan de ACA-gradiënt. Hieruit volgt, dat als gevolg daarvan, de PCD-verhouding in de regel eveneens positief is. Ogle stelde echter bij 16 % van zijn 256 proefpersonen negatieve waarden voor de PCD-verhouding vast (68. S. 159).

De getallen lagen verspreid over het gebied tussen -3 cm tot aan +6 cm. Het gemiddelde bedroeg 1,8 cm (gemeten met de „Fixation-Disparity methode”). Ook Fick (66) geeft voor 4 % van zijn 244 proefpersonen een negatieve PCD-verhouding aan. De getallen lagen hier verspreid tussen -3 cm en +7 cm. Het gemiddelde bedroeg hier 2,6 cm (gemeten met de gradiënten- en quotiëntenmethode).

Als de PCD-verhouding negatief is, dan betekent dat, dat door de „gewaarwording van **nabijheid**” een psychische **divergentie** wordt teweeggebracht. Ogle spreekt in zijn geval over een psychische divergentie als gevolg van „de gewaarwording van **afstand**” (!) (68. S. 158).

Wat deze negatieve PCD-verhoudingen te betekenen hebben is moeilijk te verklaren (36. S. 100). Naar aanleiding van deze opmerking vraagt men zich af, wat het eigenlijk voor zin heeft, om dit soort metingen te doen, waarbij zó ver wordt afgeweken van de omstandigheden waaronder het natuurlijke zien plaatsvindt. In dit verband herinnert Ogle eraan, dat het begrip „psychische vergentie” werd ingevoerd om duidelijk te maken, door welk verschijnsel het verschil wordt

veroorzaakt tussen de uitkomsten van de twee door meting vastgestelde ACA-verhoudingen, de ACA-gradiënt en de ACA-quotiënt. Veel auteurs hebben zich bezig gehouden met het onderzoek naar de vraag, in hoeverre de ACA-verhoudingen afhankelijk zouden kunnen zijn van alle mogelijke omstandigheden, die buiten de ogen gelegen zijn. Volgens al die onderzoeken schijnt de ACA-gradiënt in principe onafhankelijk te zijn van de leeftijd van de mensen (68. S. 175). Ofschoon ook gevonden werd, dat de gemiddelde getallen bij het ouder worden van de proefpersonen vaak iets kleiner werden (69). De ACA-getallen blijven dus gedurende een mensenleven ongeveer konstant.

Nauw verbonden met deze vaststelling is zeker de vraag, of de koppeling tussen akkommodatie en vergentie aangeboren dan wel aangeleerd is. Voor beide mogelijkheden heeft men de beschikking over een groot aantal argumenten (36. S. 95; 58. S. 230; 68. S. 180). Verder stelde men vast, dat de ACA-gradiënt in principe lineair is.

Dat wil zeggen, dat ze onafhankelijk is van de afstand waarop wordt gemeten (de afstand tussen de ogen en de testfiguur). Het maakt dus geen verschil of dat nu gebeurt op 50 cm afstand (= -2 dpt) of op 40 cm afstand (= -2,5 dpt), of op 6 meter (= 0 dpt) (70). De ACA-gradiënt is eveneens onafhankelijk van de mate, waarin op kunstmatige wijze de behoefte aan akkommodatie wordt gewijzigd (68. S. 184). Het maakt dus geen verschil, of men de sterkten van de glazen, toegevoegd aan de refractief volledige korrektie sterkten, wijzigt van minus 2 in minus 3, of men wijzigt de toegevoegde sterkten van minus 3 in 4.

Door veelvuldig onderzoek werd vastgesteld, dat sommige chemische middelen een aanmerkelijke invloed op de ACA-verhoudingen kunnen uitoefenen (36. S. 97; 58. S. 236; 68. S. 195). Daar staat duidelijk tegenover, dat de individuele ACA-getallen door orthoptische oefeningen niet **blijvend** kunnen worden veranderd (36. S. 98).

„Het feit, dat aan de phorieën weinig veranderd kan worden, is een van de beperkende factoren bij orthoptische methoden” (68. S. 220). Een samenvattende beschouwing van alle mogelijke onderzoeken op dit gebied

kunt u vinden in het werk van Meredith W. Morgan (71).

In de uiteenzettingen, die wij tot nu toe hebben gehad, ging het steeds om de invloed die de accommodatie uitoefent op de vergentie. In omgekeerde zin kan een verandering in de stand van vergentie eveneens een verandering in de toestand van de accommodatie tot gevolg hebben. De accommodatie, die teweeg wordt gebracht door een convergentie (= beweging) wordt aangeduidt als: „Vergentieve Accommodatie” (1. voetnoot 9 b: 4. S. 57) of ook wel als „Konvergentieve Accommodatie” (8. S. 154; 19. S. 29; 67).

Definitie 37:

Vergentieve Accommodatie

De accommodatie die wordt veroorzaakt door een verandering in de stand van vergentie.

Metingen van de vergentie accommodatie bij proefpersonen uit diverse leeftijdsgroepen, toonden duidelijk aan, dat bij het ouder worden de vergentieve accommodatie steeds zwakker wordt. Blijkbaar wordt de vergentieve accommodatie beperkt door het afnemen van het accommodatievermogen tijdens het ouder worden van de mens. (72. S. 315). Dat deze vergentieve accommodatie bestaat, kan men afleiden uit het feit, dat het accommodatievermogen bij het binokulaire zien in de regel een beetje groter is dan bij het zien met één oog (34. S. 233; 58. S. 174).

3.2 Vergentie-breedten en vergentie-reserven

Stonden in het eerste gedeelte van dit hoofdstuk de accommodatieve- en de psychische vergentie op de voorgrond, in dit tweede gedeelte gaat het om de begrippen behorende tot de fusiebewerkende vergentie bij het kijken in de verte en bij het kijken naar nabij gelegen voorwerpen. Het meten van het vermogen van een ogenpaar, om het binokulair-enkelvoudige zien (de fusie) in stand te kunnen houden, wanneer bij konstant blijvende voorwerpafstand, de ortho-stand van vergentie met behulp van optische middelen (bijv. prisma's) wordt

veranderd, vormt de grondslag van de zo genoemde „Graphisch-Analytische refraktiemethode”. De belangrijkste grootte, die bij deze methode van meten kan worden vastgesteld en in een getal wordt uitgedrukt is de „maximale relatieve vergentie”.

Bij een „relatieve vergentie” (2. Lfd. nr. 35) gaat het om een verandering van de stand van vergentie, waarbij het accommodatie-resultaat (1. Lfd. nr. 31) niet verandert. Dat wil zeggen, dat de stand van vergentie verandert, maar dat de netvliesbeelden onveranderd scherp blijven.

Definitie 38:

Relatieve Vergentie

De door optische hulpmiddelen gedwongen verandering van de stand van vergentie, waarbij de accommodatie-behoefte konstant blijft en het binokulair-enkelvoudige zien onveranderd scherp blijft.

De cm/m (prismadioptrie) is de maateenheid waarin de relatieve vergentie aangegeven wordt.

Om de maximale relatieve vergentie vast te kunnen stellen, laat men beide ogen naar een testfiguur kijken, waarop de accommodatie zich scherp kan instellen (bijv. leesproef voor nabij). Men plaatst nu prismatische glazen met tegengesteld liggende bases vóór de ogen en versterkt deze prisma's net zo lang, totdat de testfiguren onscherp worden gezien, of totdat dubbelbeelden worden gezien (diplopie). Onscherp worden de netvliesbeelden, doordat zich vergentieve accommodatie begint te ontwikkelen. Ontstaat diplopie, dan wil dat zeggen, dat het vermogen tot fusiebewerkende vergentie wordt overschreden (8. S. 451; 36. S. 203; 58. S. 827).

Op deze wijze wordt de maximale binokulaire belasting vastgesteld welke met de nodige inspanning, in elk geval tenminste gedurende een korte tijd, te verdragen is. Men neemt in de regel aan dat in de kunstmatig teweeggebrachte behoefte aan fusiebewerkende vergentie (definitie nr. 23, Oculus maart '82), ook volledig door fusiebewerkende vergentie (definitie 30, Oculus mei '82) wordt voorzien. Dat wil dus zeggen, dat men er binokulaire enkelvoudige zien ook

onder deze extreme omstandigheden de orthostand van vergentie blijven innemen (= de ideale werkstand van vergentie). In het algemeen wordt geen rekening gehouden met de disparaatheid van fixatie (fixation-disparity), die in de meeste gevallen zeker ontstaan zal, met als gevolg waarvan de meetresultaten niet geheel nauwkeurig kunnen zijn. Men gaat ervan uit, dat het verschil, dat veroorzaakt wordt door disparaatheid van fixatie, zeer gering is, in vergelijking met het aantal gemeten cm/m, met andere woorden, de disparaatheid van fixatie wordt verwaarloosd. Wordt nu bij dergelijke metingen de behoefte aan fusiebewerkende vergentie alsmaar vergroot (steeds meer prisma's toevoegen), dan kan het ogenpaar in een stand van vergentie terechtkomen, waarbij op een gegeven moment een onscherp zien op gaat treden, door de ontstane vergentieve akkommodatie. Op dat moment is het zogenoemde „nevelpunt” bereikt (2. Lfd. 38).

Definitie 39:

Het nevelpunt

De stand van vergentie, waarbij onder steeds toenemende behoefte aan fusiebewerkende vergentie maar bij gelijkblijvende behoefte aan akkommodatie, het binokulair-enkelvoudige zien onscherp begint te worden (punt van onscherpte, blur point).

Wordt de behoefte aan fusiewerkende vergentie na het bereiken van het nevelpunt nog groter gemaakt (nog meer prisma's toegevoegd), dan kunnen de ogen tenslotte niet verder meer konvergeren of divergeren. Op dat moment is er geen binokulair enkelvoudig zien meer mogelijk en er ontstaan dubbele beelden (diplopie). Het zogenoemde „punt van afbreking” is bereikt (2. Lfd. nr. 38).

Definitie 40:

Het punt van afbreking

De stand van vergentie waarbij onder steeds toenemende behoefte aan fusiebewerkende vergentie, maar bij gelijkblijvende behoefte aan akkommodatie, diplopie begint te ontstaan (punt van diplopie, break point).

Wanneer er geen vergentieve akkommodatie optreedt, dan komen de ogen direkt in het punt van afbreking terecht. Dat gebeurt onder meer als de ogen gedwongen worden om steeds sterker te divergeren (prisma's met bases binnen toevoegen). Aan divergentie is immers geen akkommodatie verbonden, met als gevolg waarvan er geen vergentieve akkommodatie kan ontstaan. Wanneer de metingen worden uitgevoerd ten behoeve van graphisch-analytische doeleinden, beschouwt men dit punt van afbreking tevens als het nevelpunt. Wanneer het punt van afbreking eenmaal bereikt is en men vermindert geleidelijk aan de behoefte aan fusiebewerkende vergentie (minder prisma's) dan ontstaat op een bepaald moment opnieuw binokulair-enkelvoudig zien. Dit moment wordt „het punt van hereniging” genoemd. („Wiedervereinigungspunkt”, 2. Lfd. 38).

Definitie 41:

Het punt van hereniging

De stand van vergentie, waarbij onder steeds **afnemende** behoefte aan fusiebewerkende vergentie maar bij gelijkblijvende behoefte aan akkommodatie, de binokulaire dubbelbeelden weer beginnen samen te smelten tot 'n binokulair-enkelvoudig beeld (punt van fusie, punt van versmelting, recovery point).

Door de ligging van het punt van hereniging te vergelijken met de ligging van het punt van afbreking, kan men beoordelen hoe groot „de bereidheid tot fusie” van een ogenpaar is (readnes to fuse, 36. S. 204).

Als men met behulp van dit soort metingen vast wil stellen, hoe groot het vermogen der ogen is om fusie-tegenwerkende belasting te kunnen weerstaan, is het zinvol, om de ruststand van vergentie als uitgangspunt te nemen. De stand immers, zonder enige binokulaire belasting (36. S. 206; 43. S. 179).

Het vermogen van een oog, om aan akkommodatieve belasting te kunnen weerstaan, wordt algemeen aangeduid als: „Akkommodatie-breedte” (zie voor de akkommodatie hoofdstuk 1, deel 2, Oculus mei 1981).

Deze akkommodatiebreedte wordt gemeten, uitgaande van de ruststand van de akkommodatie, dat wil zeggen; de instelling van het oog op zijn vertepunt. Indien het oog verziende is en niet door een brilleglas wordt gecorrigeerd, dan moet dat oog voor het zien in de verte (= het oneindige) zijn akkommodatie reeds inspannen. Als men bij dit oog daarna de kleinst mogelijke afstand vaststelt (in dioptrieën) waarop dit oog de voorwerpen nog „scherp” kan zien, dan stelt men de akkommodatie-reserve van dat oog vast. Op dezelfde manier als men bij de akkommodatie spreekt van de akkommodatiebreedte, zo spreekt men bij het vaststellen van de maximaal mogelijke fusiebewerkende konvergentie over: „Convergentie-breedte” en bij een maximaal mogelijke fusiebewerkende divergentie over: „Divergentie-breedte”. Uitgangspunt bij deze metingen is en blijft de ruststand van vergentie (4. S. 80; S. 452; 39. S. 217). Eveneens spreekt men over „Konvergentie-reserve” en „Divergentie-reserve” maar daarover later.

Definitie 42:

De relatieve konvergentiebreedte

Bij gelijkblijvende behoefte aan akkommodatie, het verschil tussen de ruststand van vergentie en de stand van vergentie onder maximale exophore belasting, waarbij nog juist een scherp binokulair-enkelvoudig zien mogelijk is (relative positieve vergentiebreedte).

Als men de relatieve konvergentiebreedte vast wil kunnen stellen, dient men steeds uit te gaan van de toestand van volledige refraktieve en binokulaire korrektie (= de ruststand van de akkommodatie en de ruststand van vergentie). Daarna worden prismatische glazen voor de ogen geplaatst met bases buiten en men maakt deze prisma's alsmat sterker. Daardoor worden de ogen gedwongen om een sterker wordende konvergente stand van vergentie aan te nemen. Men gaat net zo lang op deze wijze voort, tot dat de exophore belasting zó groot wordt, dat het nevelpunt is bereikt (of bij het ontbreken van vergentieve akkommodatie het punt

van afbreking is bereikt). Het verschil tussen de stand van vergentie bij het nevelpunt en de ruststand van vergentie beschouwt men dan als de „relatieve konvergentiebreedte”. Hierbij wordt echter een kleine fout verwaarloosd. Deze fout ontstaat daardoor, dat bij het nevelpunt de stand van vergentie iets sterker konvergent is dan de stand van vergentie, waarbij nog juist wél binokulair-enkelvoudig scherp zien mogelijk is. Is het nevelpunt vastgesteld, dan worden de prisma's met bases buiten net zo lang verder verstrekt, totdat de maximaal mogelijke exophore belasting is bereikt en er twee beelden worden gezien. Dit is het punt van afbreking.

Definitie 43:

De absolute konvergentiebreedte

Bij gelijkblijvende behoefte aan akkommodatie, het verschil tussen de ruststand van vergentie en de stand van vergentie onder maximale exophore belasting, waarbij nog juist binokulair-enkelvoudig zien mogelijk is (absolute positieve vergentiebreedte).

In de praktijk neemt men als de absolute konvergentiebreedte, het verschil tussen de ruststand van vergentie en de stand van vergentie in het punt van afbreking, hetgeen dus niet geheel overeenkomt met definitie 43 (39. S. 217).

Als er geen nevelpunt optreedt, wordt aangenomen, dat de relatieve konvergentiebreedte gelijk is aan de absolute konvergentiebreedte. Het is dus blijkbaar geen wet dat bij konvergentie altijd vergentieve akkommodatie wordt opgewekt.

Wordt vervolgd.

Gebruikte literatuur:

67. WOLFGANG ROOS

„Über den Zusammenhang zwischen Akkommodation und Konvergenz”. 4. Sonderdruk der WVA (1955) 28-41

68. KENNETH N. OGLE, THEODORE G. MARTENS and JOHN A. DYER
„Oculomotor Imbalance in Binocular Vision and Fixation Disparity“. Lea & Febiger, Philadelphia (1967)
69. MATHEW ALPERN and BERTIL F. LARSON
„Vergence and Accommodation. IV. Effect of Luminance Quantity on the AC/A“. Amer. J. Ophthalm. 49 (1960) 1140–1149
70. MATHEW ALPERN
„Testing Distance Effect on Phoria Measurement at Various Accommodative Levels“. Arch. Ophthalm. 54 (1955) 906–915
71. MEREDITH W. MORGAN
„Accommodation and Vergence“. Amer. J. Optom. 45, 7 (1968) 415–457, deutsch. Übersetzung in Optometrie 2 und 3 (1969)
72. ROBERT A. MOSES (Herausgeb.)
„ADLER'S Physiology of the Eye“. The C. V. Mosby Company, Saint Louis (Sixth Edition, 1975)
73. R. SACHSENWEGER
„Funktionsprüfung und Funktionsstörungen“ in Th. Axenfeld/H. Pau „Lehrbuch und Atlas der Augenheilkunde“. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart (1980)
74. THEO GLASER
„Analytische Brillengläserbestimmung“. Augenoptiek '82, 1 (1965) 19–23
75. K. H. WILMS
„Grundzüge moderner Refraktionstechnik“. Verlag Willy Schrickel, Düsseldorf (1977)
76. J. REINER
„Regeln zur Prismenverordnung“. Klin. Mbl. f. Augenheilk. 153 (1968) 715–721
77. G. FORST
„Vergleich der Ergebnisse von Heterophoriekorrekturen nach verschiedenen Methoden“. Der Augenoptiker 9 (1973), nachgedruckt in (39. S. 229–239)

„De grondbeginselen van het binoculaire zien” (11)

(Einführung in das Binokularsehen)

Dr. Helmut Goersch,
plaatsvervangend Directeur van de Staatliche Fachschule für
Optik und Fototechnik Berlin, S.F.O.F., Berlin.
Vertaling: H. Stassar, Optometrist OV

Hoofdstuk 3 (vervolg):
Het onderlinge verband tussen accommodatie en vergentie.

3.2 Vergentie-breedten en vergentie-reserven (vervolg)

Op dezelfde manier waarop de konvergentie-breedten worden gemeten, meet men ook de divergentie-breedten. Hiertoe onderwerpt men de ogenparen aan een alsmatig sterker wordende esophorische belasting met behulp van prismatische glazen met basis binnen.

Definitie 44:

De relatieve divergentie-breedte

Bij gelijkblijvende behoefte aan accommodatie, het verschil tussen de ruststand van vergentie en de stand van vergentie onder maximale esophorische belasting, waarbij nog juist een **scherp** binoculair-enkelvoudig zien mogelijk is (de relatieve negatieve vergentie-breedte).

In de regel komt de relatieve divergentie-breedte voor het zien in de verte (= het oneindige) overeen met de absolute divergentie-breedte, omdat er geen nevelpunt aanwezig is.

Definitie 45:

De absolute divergentie-breedte

Bij gelijkblijvende behoefte aan accommodatie, het verschil tussen de ruststand van vergentie en de stand van vergentie onder maximale esophorische belasting, waarbij nog juist ('n wazig) binoculair-enkelvoudig zien mogelijk is. (De absolute negatieve vergentie-breedte.)

De getallen met betrekking tot convergentie hebben een positief voorteken; de getallen met betrekking tot divergentie hebben een negatief voorteken.

Wanneer men de getallen van de relatieve **convergentie-breedte** en de relatieve **divergentie-breedte** bij elkaar telt, dan verkrijgt men een getal, dat aangeeft, hoe groot de **totale** relatieve vergentie-breedte of relatieve „fusie-breedte” is (2 Lfd. nr. 12, range of fusion; 43, S. 171). In mathematische zin: relatieve convergentie-breedte minus relatieve divergentie-breedte; $+X - (-Y) = X + Y(!)$.

Definitie 46:

De relatieve fusie-breedte

Bij gelijkblijvende behoefte aan accommodatie, het verschil tussen de stand van vergentie onder maximale exophorische belasting en de stand van vergentie onder maximale esophorische belasting, waarbij in beide standen nog juist een **scherp** binoculair-enkelvoudig zien mogelijk is. (De relatieve vergentie-breedte.)

Om de totale absolute vergentie-breedte (= absolute fusie-breedte) vast te kunnen stellen, telt men eveneens de getallen van de absolute convergentie-breedte en de absolute divergentie-breedte bij elkaar.

Definitie 47:

De absolute fusie-breedte

Bij gelijkblijvende behoefte aan accommodatie, het verschil tussen de stand van vergentie onder maximale exophorische belasting en de stand van vergentie onder maximale esophorische belasting, waarbij in beide standen nog juist (**'n wazig**) binoculair-enkelvoudig zien mogelijk is. (De absolute vergentie-breedte.)

Wanneer men metingen verricht met fusie-
tegenwerkende belasting, dan gaat men in de praktijk meestal uit van de orthostand van vergentie, welke bepaald wordt door de afstand tussen het ogenpaar en de testfiguur. Men heeft de ogen vooraf refractief volledig gecorrigeerd voor het zien in de verte (= het oneindige) en men corrigeerde eventuele verticale phorieën (73, S.26).

Horizontale phorieën laat men vooraf dus buiten beschouwing.

Voor metingen in de verte (=het oneindige) is de orthostand van vergentie de parallele stand van vergentie. In alle andere gevallen, waarbij de afstand tussen het ogenpaar en de testfiguur kleiner is, is de orthostand van vergentie afhankelijk

van de pupilafstand en de afstand tussen het ogenpaar en de testfiguur. Men kan deze orthostand uitrekenen met behulp van formule 1 (Oculus september 1981). Bijvoorbeeld: is de pupilafstand 6 cm en de afstand tussen het ogenpaar en de testfiguur is 6 meter, dan is de orthostand van vergentie voor dit ogenpaar en deze afstand $6 \text{ (cm)} \times 1/6 \text{ (dpt)} = 1 \text{ cm/m}$. Voor een werkafstand van 40 cm is de orthostand $K = 6 \times 2,5 = 15 \text{ cm/m}$. Is een ogenpaar orthopoor, dan komt de ruststand van vergentie overeen met de betreffende orthostand van vergentie. Het verschil tussen deze orthostand van vergentie en de stand van vergentie bij het nevelpunt (respektievelijk het punt van afbreking) levert ons telkens de vergentie-breedten welke hierboven werden omschreven en gedefinieerd. Heterophore ogenparen daarentegen, moeten reeds een fusiebewerkende vergentie uitvoeren, om de orthostand van vergentie in te kunnen nemen, die steeds bepaald wordt door de afstand tussen het ogenpaar en de testfiguur. Wanneer er nu sprake is van een heterophorie, dan geeft het verschil tussen de orthostand van vergentie en de stand van vergentie bij het nevelpunt (respektievelijk punt van afbreking) niet de „ware” vergentie-breedte aan. Laat men de omvang van de heterophorie buiten beschouwing, dan meet men hier uitsluitend de „Vergentie-reserve (4,S.80; -,S.452; 34,S.192; 36,S.206; 58,S.878; 75,S.122)

Definitie 48

De relatieve convergentie-reserve

Bij gelijkblijvende behoefte aan accommodatie, het verschil tussen de orthostand van vergentie, die door de voorwerpsafstand wordt bepaald, en de stand van vergentie onder maximale exophorische belasting, waarbij nog juist een **scherp** binoculair-enkelvoudig zien mogelijk is. (De relatieve positieve vergentie-reserve.)

Voor het zien in de verte (= het oneindige) is de relatieve convergentie-reserve gelijk aan de gemeten convergente stand van vergentie bij het nevelpunt. Dit geldt voor

alle reserves behorende tot het zien in de verte (= het oneindige). Immers, hierbij gaat men, net als bij alle andere metingen van vergentie-reserves, uit van de orthostand van vergentie, doch deze is altijd 0 cm/m: de parallele stand. Bij metingen op kortere afstanden dient men steeds het aantal cm/m van de afstand tussen het ogenpaar en de testfiguur in de berekening te betrekken.

Definitie 50:

De relatieve divergentie-reserve

Bij gelijkblijvende behoefte aan akkommodatie, het verschil tussen de orthostand van vergentie, die door de voorwerpsafstand wordt bepaald, en de stand van vergentie onder maximale esophorische belasting, waarbij nog juist een **scherp** binoculair-enkelvoudig zien mogelijk is. (De relatieve negatieve vergentie-reserve.)

Definitie 49:

De absolute convergentie-reserve

Bij gelijkblijvende behoefte aan akkommodatie, het verschil tussen de orthostand van vergentie, die door de voorwerpsafstand wordt bepaald, en de stand van vergentie onder maximale exophorische belasting, waarbij nog juist (**'n wazig**) binoculair-enkelvoudig zien mogelijk is. (De absolute positieve vergentie-reserve.)

Definitie 51:

De absolute divergentie-reserve

Bij gelijkblijvende behoefte aan akkommodatie, het verschil tussen de orthostand van vergentie, die door de voorwerpsafstand wordt bepaald, en de stand van vergentie onder maximale esophorische belasting, waarbij nog juist (**'n wazig**) binoculair-enkelvoudig zien mogelijk is. (De absolute negatieve vergentie-reserve.)

Tabel 10

Het Verschil en tussen	de Ruststand van vergentie	de orthostand van vergentie die bepaald wordt door de voorwerpsafstand
	het nevelpunt	
	de relatieve vergentie-breedte	de relatieve vergentie-reserve
	de absolute vergentie-breedte	de absolute vergentie-reserve

Overzicht van de praktische meting der diverse fusiebewerkende vergentie-breedten en vergentie-reserven.

Tabel 10 geeft een samenvattend overzicht van de diverse te meten vaardigheden van vergentie van een ogenpaar.

De vergentie die een (heterophoor) ogenpaar uit moet voeren, om vanuit zijn ruststand van vergentie over te gaan naar de orthostand van vergentie, noemt men ook wel „compensatorische vergentie”. (De orthostand van vergentie wordt steeds bepaald door de voorwerpsafstand, zoals u weet.) Bij esophorie is dat het aantal cm/m fusiebewerkende divergentie die het ogenpaar uit moet voeren vanuit zijn ruststand van vergentie naar de orthostand van vergentie. Bij exophorie is dat het aantal cm/m fusiebewerkende convergentie vanuit de ruststand naar de

orthostand van vergentie (39, S.219). Men spreekt bijvoorbeeld ook van „kompensatorische fusie-breedte” (76). In het Engelse spraakgebruik wordt de relatieve convergentie-reserve aangeduid als: „Positive relative convergence”, de relatieve divergentie-reserve noemt men: „Negative relative convergence”. (U kunt dit vinden bij de auteurs: 8, S.151; 35, S.101; 64; 66; 76.)

De absolute convergentie-reserve wordt in het Engels aangeduid als „Positive fusional reserve” en de absolute divergentie-reserve noemt men „Negative fusional reserve”. Iedere vergentie-breedte noemt men een „Binocular duction” (adduction en abduction, maar ook

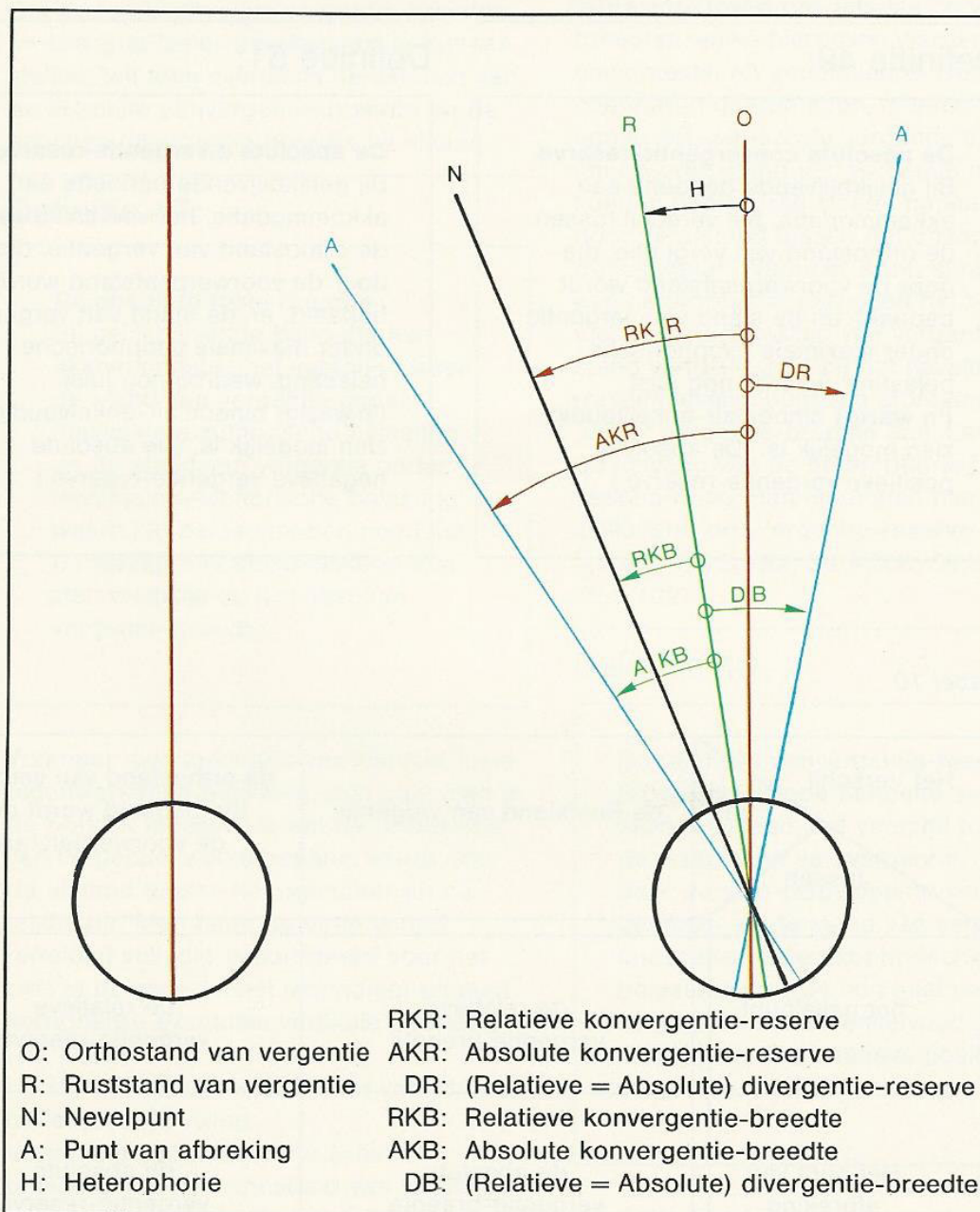


Fig. 23. Een voorbeeld van een esophoor ogenpaar. Schematisch worden de belangrijkste begrippen met betrekking tot fusie-tegen-werkende belasting weergegeven. Het ogenpaar kijkt hierbij naar een voorwerp in de verte (het oneindige).

advergence en abvergence). (34,S.189; 58,S.227 en S.824.)

De begrippen die in dit boek als „Vergentie-reserven” zijn gedefinieerd, worden in de ophtalmologische literatuur heel vaak aangeduid als „Vergentie-breedtes”. (Helaas is dit ook het geval in 2. Lfd. nr. 12.) Zo vindt u bijvoorbeeld bij W. Doden (41,S.77) de uitdrukking: „Relatieve konvergentie-breedte”. Deze omschrijvingen komen uitsluitend overeen met de in dit boek gebruikte benamingen, wanneer er bij de metingen sprake is van orthophorie. Wanneer de omvang van een eventuele heterophorie bekend is, kan men de afzonderlijke vergentie-reserven en vergentie-breedten gemakkelijk in elkaar omrekenen.

Formule 5:

$$\text{Vergentie-breedte} = \text{Vergentie-reserve} - \text{Heterophorie}$$

Hierbij worden de esophorieën met een positief voorteken en de exophorieën met een negatief voorteken in de formule gebracht.

Een voorbeeld: exophorie van -3 cm/m . De convergentie-reserve = 12 cm/m . De divergentie-reserve = -5 cm/m . Volgens formule 5 bedraagt de konvergentie-breedte: $12 \text{ cm/m} - (-3 \text{ cm/m}) = 12 \text{ cm/m} + 3 \text{ cm/m} = 15 \text{ cm/m}$. De divergentie-breedte = $-5 \text{ cm/m} - (-3 \text{ cm/m}) = -5 \text{ cm/m} + 3 \text{ cm/m} = -2 \text{ cm/m}$. De som van de getallen van de convergentie-reserve en de divergentie-reserve levert de totale vergentie-reserve of „Fusie-reserve” op. Aangezien de ligging van de nevelpunten (respektievelijk de punten van afbreking) onafhankelijk is van het punt van uitgang, kan men op even nauwkeurige wijze de fusie-reserve vaststellen uit de som van de convergentie-breedte en de divergentie-breedte!

Formule 6:

De totale (relatieve respektievelijk absolute) fusie-reserve = de totale (relatieve respektievelijk absolute) fusie-breedte.

Ofwel: de totale fusie-reserve = de totale fusie-breedte.

Omvang der grootheden in cm/m (gerekend vanuit de orthostand van vergentie, die bepaald wordt door de voorwerpafstand)					
Bij het zien		Het nevelpunt	Het punt van afbreking	Het punt van hereniging	Vertikale vergentie-reserve ($\frac{R}{L}$ of $\frac{L}{R}$)
In de verte (= het oneindige)	convergent divergent	7 tot 11 -	15 tot 23 -7 tot -9	8 tot 12 -3 tot -5	2 tot 4
In de nabijheid	convergent divergent	14 tot 20 -11 tot -15	18 tot 24 -19 tot -23	7 tot 15 -10 tot -16	

Tabel 11: Gemiddelde getallen van de afzonderlijke fusie-reserven en de punten van hereniging, volgens Theo Glaser en Burian-von Noordens (35, S. 103 en 36, S. 205)

In figuur 23 ziet u een schematische voorstelling van de diverse horizontale vergentie-begrippen.

Ook in verticale richting kunnen een vergentie-reserve en een vergentie-breedte worden gemeten. Dat kan zowel

$\frac{R}{L}$ als ook $\frac{L}{R}$ gebeuren. Bij $\frac{R}{L}$ wordt de

orthostand van vergentie veranderd met behulp van een prisma met basis beneden, vóór het rechteroog.

Om nu toch bifoveolair-enkelvoudig te kunnen zien, wordt het rechteroog gedwongen om een hogere stand van vergentie aan te nemen als het linkeroog. Men kan ditzelfde effect bereiken door middel van een prisma voor het linkeroog, maar dan met basis boven.

Bij $\frac{L}{R}$ plaatst men voor het linkeroog een

prisma met basis beneden, en dan wordt het linkeroog gedwongen om een hogere stand van vergentie in te nemen.

Enzovoorts. (Zie eventueel tabel 7, Oculus juli '81.)

Er dient nog 'n keer de nadruk te worden gelegd op het feit, dat de totale vergentie-breedten en vergentie-reserven van een ogenpaar laten zien, hoe groot het vermogen van dat ogenpaar is, om tenminste gedurende een korte tijd, met uiterste inspanning, de maximaal-mogelijke fusiebewerkende vergentie uit te voeren.

In tabel 11 zijn enkele gemiddelde getallen van de diverse vaardigheden van vergentie samengebracht.

In de literatuur echter treft men voor al deze in getallen uitdrukbare vaardigheden, zeer sterke onderlinge verschillen aan.

De oorzaak van deze verschillen ligt beslist in het feit, dat naast de individuele verscheidenheid van de te meten vergentieve vaardigheden, ook de meetmethoden van de onderzoekers onderling verschillend zijn en dat de toestand waarin de proefpersonen zich tijdens de metingen bevinden, eveneens kan verschillen.

Wat betreft de methoden van meten kunnen de verschillen zich uiten in de soort van optische middelen welke worden

gebruikt, om de orthostand van vergentie te doen veranderen. Daarnaast speelt het tempo waarin de veranderingen worden aangebracht een grote rol. Tot slot zijn er dan nog de onderlinge verschillen in de vorm van het voorwerp van fusie (de testfiguren) alsmede de lichtsterkte waaronder wordt gewerkt.

Wat betreft de proefpersonen kunnen de verschillen zich uiten in de soort van metingen die aan de vergentie-metingen zijn voorafgegaan, de eventuele vermoeidheid en de motivatie van de proefpersonen. Al deze dingen kunnen een zeer belangrijke rol spelen.

(36,S.106)

Al deze meettechnische problemen vormen waarschijnlijk de voornaamste oorzaak ten gevolge waarvan, de zogeheten „Analytische methode” tot nu toe weinig ingang heeft gevonden in de optometrische praktijk hier te lande (Duitsland).

Waarschijnlijk treft men om dezelfde redenen hoofdzakelijk theoretische beschouwingen aan omtrent de analytische methode, en komt men nauwelijks enige mededelingen tegen omtrent praktische ervaringen. (77)

Alle begrippen omtrent fusiebewerkende vergentie, welke tot nu toe in dit deel van hoofdstuk 3 (3.2) werden behandeld, hebben betrekking op metingen, waarbij de behoefte aan akkommodatie konstant werd gehouden. Dat wil zeggen, dat er steeds gewerkt werd met een konstante afstand tussen het ogenpaar en het voorwerp van fusie (= de testfiguur). Men kan echter ook het absolute konvergentie-vermogen van een ogenpaar onderzoeken en meten. Hiertoe wordt het reële voorwerp van fusie alsmaar dichterbij de ogen toe gebracht. Tenslotte bereikt het ogenpaar normaal gesproken een afstand van ongeveer 10 tot 8 cm. Volgens formule 1 komt dit, al naar gelang van de pupilafstand, overeen met een konvergente stand van vergentie van ongeveer 60 tot 90 cm/m. Dit punt noemt men het „Nabijheidspunt van konvergentie”. (Near point of convergence (36,S.209) of absolute Konvergenz (8,S.151)).

Definitie 52

Het nabijheidspunt van konvergentie

Bij 'n willekeurige toestand van de akkommodatie, de kleinste afstand waarop een voorwerp zich vóór de ogen kan bevinden, terwijl dit voorwerp (of een gedeelte daarvan) juist nog binoculair-enkelvoudig kan worden gezien.

In tegenstelling tot het nabijheidspunt van akkommodatie, is het nabijheidspunt van konvergentie **onafhankelijk** van de leeftijd van de mens. (35, S. 52) (zie ook tabel 3, Oculus mei 1981).

Wordt vervolgd.

Gebruikte literatuur:

67. WOLFGANG ROOS
„Über den Zusammenhang zwischen Akkommodation und Konvergenz“. 4. Sonderdruck der WVA (1955) 28-41
68. KENNETH N. OGLE, THEODORE G. MARTENS and JOHN A. DYER
„Oculomotor Imbalance in Binocular Vision and Fixation Disparity“. Lea & Febiger, Philadelphia (1967)
69. MATHEW ALPERN and BERTIL F. LARSON
„Vergence and Accommodation. IV. Effect of Luminance Quantity on the AC/A“. Amer. J. Ophthalm. 49 (1960) 1140-1149
70. MATHEW ALPERN
„Testing Distance Effect on Phoria Measurement at Various Accommodative Levels“. Arch. Ophthalm. 54 (1955) 906-915
71. MEREDITH W. MORGAN
„Accommodation and Vergence“. Amer. J. Optom. 45, 7 (1968) 415-457, dtsch. Übersetzung in Optometrie 2 und 3 (1969)
72. ROBERT A. MOSES (Herausgeb.)
„ADLER'S Physiology of the Eye“. The C. V. Mosby Company, Saint Louis (Sixth Edition, 1975)
73. R. SACHSENWEGER
„Funktionsprüfung und Funktionsstörungen“ in Th. Axenfeld/H. Pau „Lehrbuch und Atlas der Augenheilkunde“. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart (1980)
74. THEO GLASER
„Analytische Brillengläserbestimmung“. Augenoptiek '82, 1 (1965) 19-23
75. K. H. WILMS
„Grundzüge moderner Refraktionstechnik“. Verlag Willy Schrickel, Düsseldorf (1977)
76. J. REINER
„Regeln zur Prismenverordnung“. Klin. Mbl. f. Augenheilk. 153 (1968) 715-721
77. G. FORST
„Vergleich der Ergebnisse von Heterophoriekorrekturen nach verschiedenen Methoden“. Der Augenoptiker 9 (1973), nachgedruckt in (39. S. 229-239)

nieuwe **600 m² winkel- interieur-ideeën voor uw zaak.**

600 m² toonzaal, vol winkelinterieur-ideeën voor uw branche, staat voor u open.

Een instructief informatiecentrum, compleet met ingerichte winkels.

Hier kunt u inspiratie en informatie op doen voor uw zaak.

Overigens zijn onze eerste ideeën-schetsen en kostenbegrotingen, indien u die wenst, kosteloos.

U bent van harte welkom in Den Haag/Loosduinen bij Benschop.

Benschop Winkelinterieurs
Betere tijden
met een betere zaak.

benschop
interieurbouw bv

Oude Haagweg 30, 2552 EP 's-Gravenhage (Loosduinen)
Postbus 53015, 2505 AA 's-Gravenhage. Telefoon 070-971071

„De grondbeginselen van het binoculaire zien” (12)

(Einführung in das Binokularsehen)

Dr. Helmut Goersch,

plaatsvervangend Directeur van de Staatliche Fachschule für Optik und Fototechnik Berlin, S.F.O.F., Berlin.

Vertaling: H. Stassar, Optometrist OV

Hoofdstuk 3 (vervolg):

3.3. Het diagram van accommodatie en vergentie.

Hebben beide partners, accommodatie en vergentie, hun taak optimaal vervuld, dan wordt het voorwerp waar men met beide ogen tegelijk (= binoculair) naar kijkt, scherp en bifoveolair op de netvliezen van beide ogen afgebeeld.

Bij een emmetroop (tevens orthophoor) ogenpaar, nemen de ogen de orthostand van vergentie in en komt het accommodatieresultaat overeen met de behoefte aan accommodatie. Dit laatste wil zeggen, dat het aantal dioptrieën dat het oog aan accommodatie op moet brengen overeen komt met de in dioptrieën gemeten afstand tussen het voorwerp en het voorste hoofdpunt van het oog.

Bij het kijken naar voorwerpen in de verte (= het oneindige) is **voor alle** ogenparen de orthostand van vergentie de parallelle stand. Voor het kijken naar voorwerpen die meer in de nabijheid gelegen zijn, is voor elke voorwerpsafstand een andere convergente stand van vergentie nodig, waarvan de hoek (het aantal cm/m) van convergente ook nog afhankelijk is van de pupilafstand tussen de ogen. Deze hoeken van de convergente standen der ogen zijn dus voor ieder ogenpaar verschillend en kunnen met behulp van formule 1 worden berekend (zie hoofdstuk 2.4, Oculus september '81).

Bij het binoculaire zien van een emmetroop en orthophoor ogenpaar bepalen de bij elkaar behorende getallen van de „behoefte aan accommodatie” en de „behoefte aan convergentie” de plaats

van een z.g. „Donderspunt” of ook wel „Orthopunt, vrij van nevenwerking” in een coördinatensysteem.

(Vrij van nevenwerking = vrij van optisch-refractieve- en/of binoculair-prismatische nevenwerking door een of ander optisch systeem).

Definitie 53:

Het Donderspunt

Bij Emmetropie (of refractief volledig gecorrigeerde Ametropie) de bij elkaar behorende getallen van **de behoefte aan accommodatie** en de **behoefte aan convergentie van een orthophoor ogenpaar**, voor het scherpe zien in een orthostand van vergentie (ook wel: Orthopunt, vrij van nevenwerking).

In deze definitie beschouwt men een gecorrigeerd ametroop ogenpaar als zijnde emmetroop en wordt de binoculair-prismatische nevenwerking van correctieglazen buiten beschouwing gelaten. Verderop wordt uiteengezet waarom men dit doet.

In de optometrie is het gebruikelijk om de orthopunten grafisch weer te geven in een „Diagram van accommodatie en vergentie”. Men gebruikt hiervoor een coördinatensysteem met lijnen die onder een hoek van 90 graden staan. De behoefte aan accommodatie wordt op de (vertikale) ordinaten aangebracht (ook wel y-as genoemd). De behoefte aan vergentie brengt men steeds aan op de horizontale ordinaten of abscissen (ook wel x-as genoemd).

Verbinden wij alle Donderspunten (of

Orthopunten, vrij van nevenwerking) van een ogenpaar met elkaar, dan vormen deze punten tezamen de zogenoemde „Donderslijn” (Lfd. Nr. 9) ofwel de „Reizlinie” (78) of „Demand line” (79) of ook wel de „Ortholijn, vrij van nevenwerking”.

Bij elke pupilafstand behoort een andere Donderslijn.

Definitie 54:

De Donderslijn

De verbindingslijn tussen alle berekende orthopunten – vrij van nevenwerking – van een ogenpaar, waarvan de pupilafstand bekend is. (Ortholijn, vrij van nevenwerking).

De Donderslijn zal steeds dan een rechte lijn zijn, wanneer de voorwerpafstand gerekend wordt vanaf de verbindingslijn tussen de optische draaipunten der ogen (zie fig. 15, Oculus sept. '81).

De rechte lijnstukken waardoor de accommodatieafstand van een oog wordt bepaald, rekent men echter vanuit het voorste hoofdpunt van het optische stelsel van het oog (zie tabel 3, Oculus mei '81). Aangezien het hier hoofdzakelijk gaat om de uitleg van de begrippen, kan dit verschil tussen accommodatieafstand en voorwerpsafstand worden verwaarloosd. Temeer, omdat dit verschil eerst bij een voorwerpafstand van meer dan ongeveer 3 dpt. merkbaar wordt. Zou men met bovengenoemde verschillen wel rekening houden, dan zou de verbinding tussen alle orthopunten vrij van nevenwerking een licht gebogen lijn vormen (8. S, 460). Zoals reeds werd gezegd, is het bij phoriemetingen gebruikelijk om de gegevens in een diagram onder te brengen. Daardoor kan men verschillende zaken aanschouwelijk voorstelbaar maken. Het diagram van Accommodatie en Vergentie van figuur 24 laat zien, dat een grotere pupilafstand een „vlakker” Donderslijn tot gevolg heeft. Formule 1 (zie Oculus sept. '81) luidt immers: $K \text{ (cm/m)} = p \text{ (pupilafstand in cm)} \times A \text{ (voorwerpsafstand in dioptrieën)}$.

Als p nu groter wordt, dan wordt de convergentiebehoefte K eveneens in

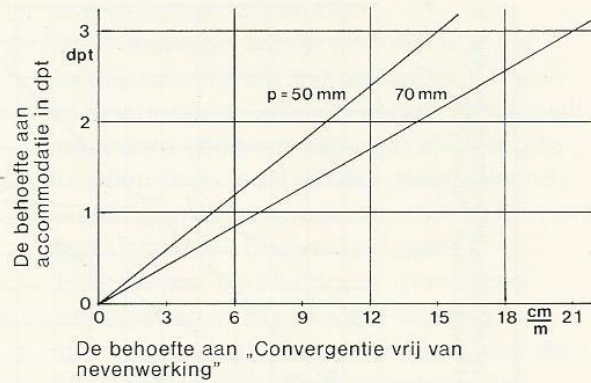


Fig. 24

Een diagram van vergentie en accommodatie, met daarin de Donderslijnen behorende bij twee verschillende pupilafstanden.

dezelfde verhouding groter. Met andere woorden: ogenparen met grotere pupilafstand moeten sterker convergeren dan ogenparen met kleinere pupilafstanden. Hoe groter de pupilafstand, hoe kleiner de stijging van de Donderslijn.

Het is Donders geweest, die reeds in zijn tijd de coördinaten op een heel andere manier gebruikte (78; 80).

Figuur 25 toont ons een origineel diagram van Donders (49, S, 9). De lijn kk' is de Donderslijn. Als tijdens het natuurlijk zien de omstandigheden ideaal zijn, stellen de ogen zich telkens in op een orthopunt van deze ortholijn. Het vertepunt r (links onderaan in fig. 25) van het emmetrope ogenpaar, vormt het beginpunt van het coördinatensysteem.

Het betreffende orthopunt dat overeenkomt met het nabijheidspunt van het binoculaire zien is als p_2 in het diagram aangetekend. Wanneer een reëel voorwerp zich vanuit de verte (= het oneindige) steeds dichterbij de ogen toe beweegt, betekent dat, dat de Donderslijn wordt doorlopen van r naar p_2 .

De ogen kunnen echter ook gedwongen worden om bij een gelijkblijvende voorwerpafstand (= gelijkblijvende behoefte aan convergentie) hun accommodatie-inspanning te veranderen, wanneer met behulp van het voorzetten van sferische brillenglazen de behoefte aan accommodatie wordt gewijzigd. Dit gebeuren noemt men „relatieve accommodatie” (2. Lfd. nr. 1).

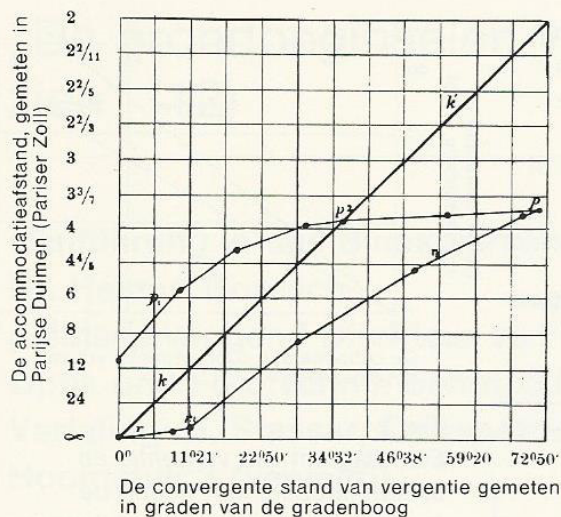


Fig. 25

Een origineel diagram van Donders (49, S. 9) voor een emmetroop ogenpaar met een pupilafstand van $28\frac{1}{2}$ "" (= 64,3 mm)
 1 Parijse Voet = 0,325 m, 1 Voet (') = 12 Duim (") = 144 Streep (""') (81, S. 428)
 KK' is de ortholijn, vrij van nevenwerking.
 rr, p is de lijn der vertepunten.
 p₁p₂p is de lijn der nabijheidspunten.

Definitie 55:

De relatieve accommodatie

Bij gelijkblijvende behoefte aan vergentie en gelijkblijvend scherp binoculair-enkelvoudig zien, de verandering van de accommodatie-inspanning die onder dwang van sferische voorzetglazen tot stand komt.

Als men voor beide ogen minusglazen plaatst, die dezelfde sterkte hebben, dan verplaatst zich in het diagram het orthopunt naar boven ten opzichte van het Donderspunt. Door het voorzetten van plusglazen verplaatst het orthopunt zich naar beneden.

Door minusglazen wordt de behoefte aan accommodatie groter gemaakt ten opzichte van de behoefte aan accommodatie zoals deze is vastgelegd in het orthopunt, vrij van nevenwerking (= het Donderspunt).

Door het voorzetten van plusglazen, wordt de behoefte aan accommodatie kleiner gemaakt ten opzichte van de behoefte aan accommodatie in het Donderspunt (= orthopunt, vrij van nevenwerking).

Wanneer een ogenpaar reageert op deze

veranderingen in de behoefte aan accommodatie, dan spreekt Donders reeds over positieve- en negatieve RELATIEVE ACCOMMODATIE (49, S. 96).

Definitie 56:

De positieve relatieve accommodatie

De relatieve accommodatie die onder dwang van sferische minusglazen tot stand komt.

Definitie 57:

De negatieve relatieve accommodatie

De relatieve accommodatie die onder dwang van sferische plusglazen tot stand komt.

De accommodatie-afstanden die bij de maximale positieve- en de maximale negatieve accommodatie bereikt konden worden, zijn in figuur 25 getekend als de lijn der relatieve (binoculaire) nabijheidspunten; p₁p₂p, respectievelijk als lijn der relatieve (binoculaire) vertepunten rr₁r₂. Let op: de accommodatieafstand, **niet** in dioptrieën! (in figuur 25)

De lengte der verticale lijnen die men telkens tussen de relatieve vertepunten en de relatieve nabijheidspunten zou kunnen trekken geeft in ieder punt aan hoe groot de omvang is van de „relatieve accommodatiebreedte” in dit punt (49, S. 96; 82, S. 444).

Zoals uit figuur 25 valt af te lezen, is de relatieve accommodatiebreedte afhankelijk van de stand van vergentie. Dat wil in figuur 25 zeggen: hoe sterker convergent de stand van vergentie wordt, des te kleiner wordt de relatieve accommodatiebreedte.

Definitie 58:

De relatieve accommodatiebreedte.

De som van de maximale positieve en de maximale negatieve relatieve accommodatie behorend bij een bepaalde stand van vergentie.

Deze (binoculaire) relatieve accommodatiebreedte is **kleiner** dan de (absolute) accommodatiebreedte van het zien van het enkelvoudige oog. (Voor het maximale accommodatieresultaat, zie tabel 3, Oculus mei '81).

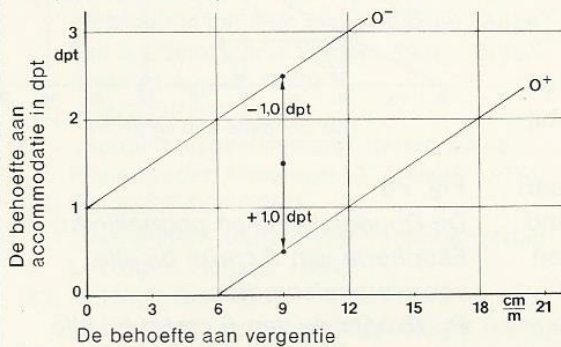


Fig. 26

In een diagram van accommodatie en vergentie verplaatsen zich de orthopunten als gevolg van het voortzetten van sferische glazen. D is de Donderslijn bij een pupilafstand van $p = 60$ mm. O^- is de ortholijn na het voortzetten van $S-1.00$.

O^+ is de ortholijn na het voortzetten van $S+1.00$.

Zoals reeds werd gezegd, is de Donderslijn eveneens geldig voor refractief volledig gecorrigeerde ogen. (Ortholijn, vrij van nevenwerking).

Worden bij ametropie geen refractief volledig corrigerende correctiesterkten opgegeven voor het zien in de verte, dan wijken de gemeten orthopunten af ten opzichte van de Donderslijn en vormen deze een nieuwe ortholijn. Figuur 26 laat twee voorbeelden zien van de nieuwe ligging der orthopunten wanneer naast refractief volledig corrigerende glazen nog eens extra sferische sterkten voor de ogen worden geplaatst. De bovenste ortholijn zou bijvoorbeeld kunnen horen bij een hyperoep ogenpaar, met een ondercorrectie van 1 dpt. (de ogen moeten steeds 1 dpt. extra accommoderen). De onderste ortholijn behoort bij een nabijbril met een leestoeslag van 1 dpt. (de ogen behoeven steeds 1 dpt. minder te accommoderen). Als je het nauwkeurig wil doen, dan is de Donderslijn van een diagram, zoals wij tot nu toe hebben getekend, waarbij de voorwerpsafstand eveneens steeds werd gemeten vanuit de verbindingslijn tussen de oogdraaipunten, slechts in die gevallen een rechte lijn, wanneer de ogenparen geen enkele correctie nodig hebben

(ametroop en orthophoor).

Want wanneer wij de ortholijn van een ogenpaar met bril geheel correct in een diagram onder willen brengen, dienen wij bij iedere voorwerpsafstand rekening te houden met de binoculaire-prismatische werking in de snijpunten van brilleglas en gezichtslijn (= Durchblickpunkte).

Hoe **sterker** de sferische- of torische brilleglazen in **horizontale richting** zijn, des te **groter** zal ook de omvang van de **binoculaire-prismatische werking** zijn.

Aangezien de centrering van de brilleglazen ten opzichte van de ogen eveneens invloed heeft op de behoefte aan vergentie, dient men er van uit te gaan, dat de glazen (met hun optische centra) op de pupilafstand der ogen zijn gecentreerd.

Dan is bij het rechtvooruitkijken in de verte (= het oneindige), wanneer de gezichtslijnen der ogen een parallelle stand hebben, geen enkele binoculaire-prismatische nevenwerking aanwezig. De ortholijn loopt hier dus precies door het nulpunt van het diagram van accommodatie en vergentie.

Bij het kijken naar voorwerpen in de nabijheid gelegen, is de omvang van de binoculaire-prismatische nevenwerking bij elke voorwerpsafstand afhankelijk van drie dingen. Te weten: 1 de sterkten der glazen, 2 de pupilafstand, 3 de hoornvliesafstand der glazen (33).

Figuur 27 laat zien, hoe bij sferische plus- en minusglazen de ortholijnen cc van de Donderslijn afwijken.

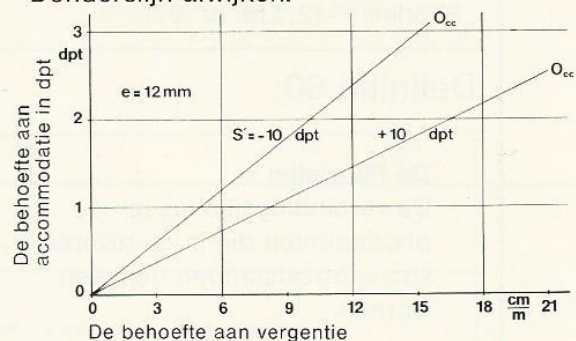


Fig. 27

De Donderslijn en twee ortholijnen O_{cc} . De ortholijnen O_{cc} behoren bij twee ogenparen, die refractief volledig zijn gecorrigeerd. Een ogenpaar met glazen van $S-10.00$ ($S' = -10$ dpt.) en een ogenpaar met glazen van $S+10.00$ ($S' = +10$ dpt.)

De pupilafstand $p = 65$ mm. De hoornvliesafstand $e = 12$ mm. De glazen zijn op de pupilafstand gecentreerd.

De invloed die brilleglazen uitoefenen op de behoefte aan vergentie, zal echter bij alle volgende uiteenzettingen en diagrammen buiten beschouwing worden gelaten.

Hetgeen wij tot nu hebben behandeld, geldt uitsluitend voor orthophore ogenparen. Vandaar dat het bij heterophore ogenparen gebruikelijk is, om telkens de ruststand van vergentie, die bij een bepaalde toestand van de accommodatie behoort in het diagram aan te brengen als „Phoriepunt” (de ruststand van vergentie telkens zonder dat de ogen een fusiebewerkende vergentie hebben uitgevoerd. Heterophore ogenparen, die hun heterophorie motorisch kunnen compenseren dienen immers steeds een fusiebewerkende vergentie uit te voeren om telkens vanuit hun ruststand van vergentie, die bij iedere accommodatieafstand behoort, de ogen over te brengen naar de orthostand van vergentie).

Definitie 59:

Het Phoriepunt

De bij elkaar behorende getallen van de behoefte aan accommodatie (bij emmetropie of volledig gekorrigeerde ametropie) en de ruststand van vergentie.

Alle phoriepunten te zamen vormen de „Phorielijijn” (2. Lfd. nr. 27).

Definitie 60:

De Phorielijijn

De verbindingslijn tussen de phoriepunten die in de diverse voorwerpsafstanden gemeten worden.

Deze phorielijijn wordt in „Das Sehen” van H. Schober Band 2, bladzijde 28, (19) ten onrechte aangeduid als „Donderslijn”. Beide lijnen, de Donderslijn en de Phorielijijn vallen echter uitsluitend samen bij **orthophorie**.

Figuur 28 laat drie voorbeelden zien van rechte phorielijijnen in vergelijking met de bijbehorende Donderslijn. Wanneer de voorwerpsafstand kleiner wordt gemaakt

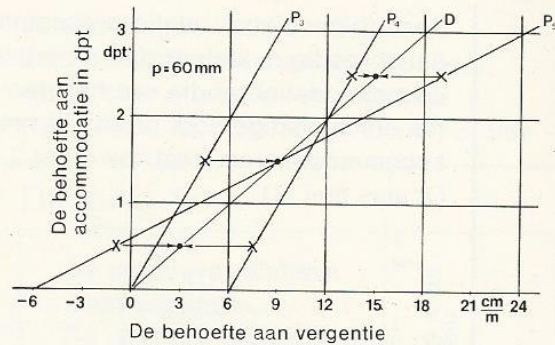


Fig. 28

De Donderslijn D en phorielijijnen. *P₁*: Esophorie van 6 cm/m bij alle voorwerpsafstanden.

P₂: Exophorie van 6 cm/m bij alle voorwerpsafstanden.

P₃: Orthophorie bij het zien in de verte (= het oneindige) met een steeds sterker wordende nabij-exophorie wanneer de voorwerpsafstand steeds kleiner wordt.

en de phorie wijzigt zich hierbij op onregelmatige wijze, dan verkrijgt men een gebogen phorielijijn.

Voor elke accommodatieafstand (= voor iedere andere behoefte aan accommodatie) geeft de horizontale pijl vanaf het phoriepunt, wijzend naar het orthopunt aan, hoe groot de behoefte is aan fusiebewerkende vergentie en in welke richting deze moet gaan (binnenwaarts of buitenwaarts). Met andere woorden; de pijl geeft telkens aan of er sterker dient te worden geconvergeerd (bij exophorie) of zwakker (bij esophorie). Hoeveel cm/m het moet zijn, ziet men aan de lengte van de pijlen. Bij esophorie wijst de pijl naar links, bij exophorie wijst de pijl naar rechts. Bij esophorie dus de behoefte aan fusiebewerkende divergentie en bij exophorie dus de behoefte aan fusieverwerkende convergentie. De vertikale phorieën kunnen in deze diagrammen **niet** zichtbaar worden gemaakt. Daardoor wordt de praktische bruikbaarheid van deze diagrammen in zekere mate beperkt. Het merendeel van alle heterophorieën bezit immers een vertikale component (zie deel 7 van hoofdstuk 2, Oculus maart 1982). Niettegenstaande hebben de diagrammen een grote waarde voor de studie der optometrie, omdat het verband tussen accommodatie en vergentie in een tekening aanschouwelijk kan worden gemaakt.

(wordt vervolgd)

Gebruiikte literatuur:

- [2] DIN 58 208
„Begriffe und Zeichen bei Brillengläsern in Verbindung mit dem menschlichen „Auge“
Teil 5, „Binokulares System Auge - Brille“
(Entwurf August 1978)
- [8] HEINZ DIEPES
„Refraktionsbestimmung“ Verlag Heinz Postenrieder, Pforzheim (2. Auflage 1975)
- [19] HERBERT SCHÖBER
„Das Sehen“ Band II VEB Fachbuchverlag Leipzig (3. Auflage 1964)
- [33] HELMUT GOERSCH
„Zentrierung von Nahbrillen“ NOJ 7 (1975) 509-516
- [36] BURIAN - VON NOORDEN'S
„Binocular vision and ocular motility“ The C. V. Mosby Company, St. Louis
(Second Edition, 1980)
- [39] H.-J. HAASE/G. FORST/D. PESTALOZZI/H. GOERSCH
„Binokulare Korrektur“ (Eine Sammlung von zehn Arbeiten aus den Jahren 1957-1978). Verlag Willy Schrickel, Düsseldorf (1980)
- [43] STEWART DUKE-ELDER (Heruitgave)
„System of Ophthalmology“ Vol VI „Ocular Motility and Strabismus“ Henry Kimpton, London (1973)
- [49] F. C. DONDERS
„Die Anomalien der Refraction und Braumüller, Wien (1966)
- [58] IRVIN M. BORISH
„Clinical Refraction“
The Professional Press, Inc., Chicago
(Third Edition 1975)
- [78] H. W. HOFSTETTER
„Verbessertes Schema für die grafische Analyse des Akkommodations-Konvergenz-Verhältnisses“
- [79] DONALD G. PITTS and H. W. HOFSTETTER
„Demand-line graphing of the zone of clear single binocular vision“
J. Amer. Optom. Assoc. 31 (1959) 51-55
- [80] H. W. HOFSTETTER
„A Revised Schematic for the Graphic Analysis of the Accommodation-Convergence Relationship“
Canad. J. Optom. 30 (1968) 49-52
- [81] Brockhaus' Conversations-Lexikon
Siebenter Band, Verlag F. A. Brockhaus Leipzig (1884)
- [82] ABC der Optik (Herausgeb. KARL MÜTZE)
VEB F. A. Brockhaus Verlag Leipzig (1961)
J. REINER
- [83] J. REINER
„Bestimmung der Heterophorie nach der graphisch-analytischen Methode“ 119.
Versammlung des Rheinisch-Westfälischer Augenärzte (Düsseldorf 1969) 31-41
- [84] WOLFGANG ROOS
„Über den Zusammenhang zwischen Akkommodation und Konvergenz“ (Versuch einer Abgrenzung der Zone des komfortablen Sehens). 4. Sonderdruck der WVA (1955) 28-41
- [85] H. W. HOFSTETTER
„The Zone of Clear Single Binocular Vision“
Amer. J. Optom. 22 (1945) 301-333 und 361-384

„De grondbeginnselen van het binoculaire zien” (13)

(Einführung in das Binokularsehen)

Dr. Helmut Goersch,

plaatsvervangend directeur van de Staatliche Fachschule für Optik und Fototechnik Berlin, S.F.O.F., Berlin.

Vertaling: H. Stassar, Optometrist OV

Hoofdstuk 3 (vervolg)

3.4. De phorielij n en de ACA-Quotiënt

Omdat een ogenpaar door de accommodatieve- en de psychische vergentie naar de diverse ruststanden van vergentie voor het zien in de nabijheid worden overgebracht, bestaat er een direkt verband tussen de phorielij n en de ACA-Quotiënt (vergelijk gedeelte 8 van hoofdstuk 2, Oculus mei 1982). Zoals bekend worden de phoriepunten, zowel voor het zien in de verte alsook voor het zien in de nabijheid, gemeten onder omstandigheden, waarbij de fusie-inwerkingen (= fusieprikkels) zijn uitgeschakeld (tenminste voor zover dit mogelijk is).

Dat zijn echter tegelijkertijd de metingen, die dienen om de ACA-Quotiënt vast te kunnen stellen (zie gedeelte 1 van dit hoofdstuk, Oculus september 1982). Dit heeft tot gevolg, dat de ACA-Quotiënt direkt uit de ligging van de phorielij n kan worden vastgesteld. Aan de hand van enkele voorbeelden zal dit worden aangetoond.

Voorbeeld 1: In het gehele accommodatiegebied is er orthophorie aanwezig. Dat houdt in dat de phorielij n samenvalt met de Donderslij n. Wanneer nu een reël voorwerp vanuit de verte (= het oneindige) steeds dichtër naar de ogen toekomt, wordt de Donderslij n dus doorlopen zonder dat er enige fusiebewerkende vergentie moet worden uitgevoerd (zie definitie nr. 23, Oculus maart 1982). De mate waarin de phorielij n omhoog loopt (mathematisch exact: de reciproke

van haar stijging) is derhalve een maatstaf voor de som de accommodatieve- en de psychische vergentie. Zie hiervoor een van de diagrammen. Als bij een behoefte aan accommodatie van 2 dpt, de accommodatieve- en de psychische vergentie 18 cm/m groot is in plaats van 12 cm/m, dan zal de phorielij n minder steil omhoog lopen.

Wat betreft voorbeeld 1: de pupilafstand nemen wij aan op $p=60$ mm. Bij een voorwerpsafstand van 3 dpt zou volgens figuur 28 (eigenlijk Oculus februari 1983, maar helaas verwisseld) de som van de accommodatieve- en de psychische vergentie 18 cm/m bedragen. Dat levert een ACA-Quotiënt op van $\frac{18 \text{ cm/m}}{3 \text{ dpt}} = 6 \text{ cm}$

Uit voorbeeld 1 wordt dus duidelijk: Wanneer er in het gehele accommodatiegebied orthophorie aanwezig is, is **de ACA-Quotiënt gelijk aan de in centimeters aangegeven pupilafstand**. De phorielij n is identiek aan de Donderslij n, d.w.z.: beide lijnen vallen op elkaar.

Voorbeeld 2: In het gehele accommodatiegebied is er een constante esophorie voorhanden van bijv. 6 cm/m. Hierbij dient men uit te gaan van de phorielij n, omdat bij het vaststellen van de ACA-Quotiënt geen fusiebewerkende vergentie plaatsvindt (er is geen fusie-inwerking aanwezig omdat de beeldfusie is uitgeschakeld).

Uit P_1 in figuur 28 blijkt nu, dat bij een voorwerpsafstand van 3 dpt het phoriepunt op 24 cm/m ligt. Het phoriepunt voor het zien in de verte (= het

oneindige) ligt op 6 cm/m.
Daaruit volgt, dat de ACA-Quotiënt

$$\frac{24 \text{ cm/m} - 6 \text{ cm/m}}{3 \text{ dpt}} = 6 \text{ cm.}$$

Wanneer in het gehele accommodatie-gebied een constante exophorie aanwezig is van bijvoorbeeld - 6 cm/m, verkrijgt men eveneens hetzelfde resultaat. Zie P_2 in figuur 28. Hier ligt bij een accommodatie-afstand van 3 dpt het phoriepunt op + 12 cm/m. Voor het zien in de verte (= het oneindige) ligt het phoriepunt op - 6 cm/m. (Exophorie is negatief, zie divergente standen fig. 12, Oculus september 1981).

De ACA-Quotiënt =

$$\frac{12 \text{ cm/m} - (-6 \text{ cm/m})}{3 \text{ dpt}} = \frac{18 \text{ cm/m}}{3 \text{ dpt}} = 6 \text{ cm.}$$

Uit voorbeeld 2 wordt duidelijk: wanneer in het gehele accommodatiegebied een constante horizontale heterophorie aanwezig is, **dan komt de ACA-Quotiënt eveneens overeen met de in centimeters aangegeven pupilafstand.** (De phorielijnen loopt parallel aan de Donderslijn.)

Voorbeeld 3: Orthophorie bij het zien in de verte (= het oneindige).

Bij het zien in de nabijheid is er nabij-exophorie. Deze nabij-exophorie wordt gelijkmatig groter als de voorwerpsafstand kleiner wordt.

Uit figuur 28 en 29 valt af te lezen, dat bij

een voorwerpsafstand van 3 dpt het phoriepunt op 9 cm/m ligt. Voor het zien in de verte ligt het phoriepunt op 0. Men kan nu de ACA-Quotiënt bepalen.

$$\text{ACA-Quotiënt} = \frac{9 \text{ cm/m}}{3 \text{ dpt}} = 3 \text{ cm.}$$

Voorbeeld 4: Esophorie bij het zien in de verte (= het oneindige) die, wanneer het voorwerp dichterbij komt, gelijkmatig kleiner wordt tot nul en die, wanneer het voorwerp nóg dichterbij komt, omslaat in een gelijkmatig groter wordende **exophorie**.

De lijn P_4 in figuur 29 levert de volgende gegevens op: bij een voorwerpsafstand van 3 dpt ligt het phoriepunt op 15 cm/m (een exophorie van (-) 3 cm/m). Bij een voorwerpsafstand van 2 dpt ligt het phoriepunt op 12 cm/m (orthophorie, immers $p=6 \text{ cm}$, de voorwerpsafstand is 2 dpt. Het Donderspunt ligt hier ook op $6 \times 2 = 12 \text{ cm/m}$).

Voor het zien in de verte (= het oneindige) ligt het phoriepunt op + 6 cm/m (=esophorie van 6 cm/m). Dit levert een ACA-Quotiënt op van:

$$\text{ACA-Quotiënt} = \frac{15 \text{ cm/m} - 6 \text{ cm/m}}{3 \text{ dpt}} = 3 \text{ cm.}$$

Uit de voorbeelden 3 en 4 valt af te leiden: een horizontale phorie die in mathematische zin kleiner wordt wanneer

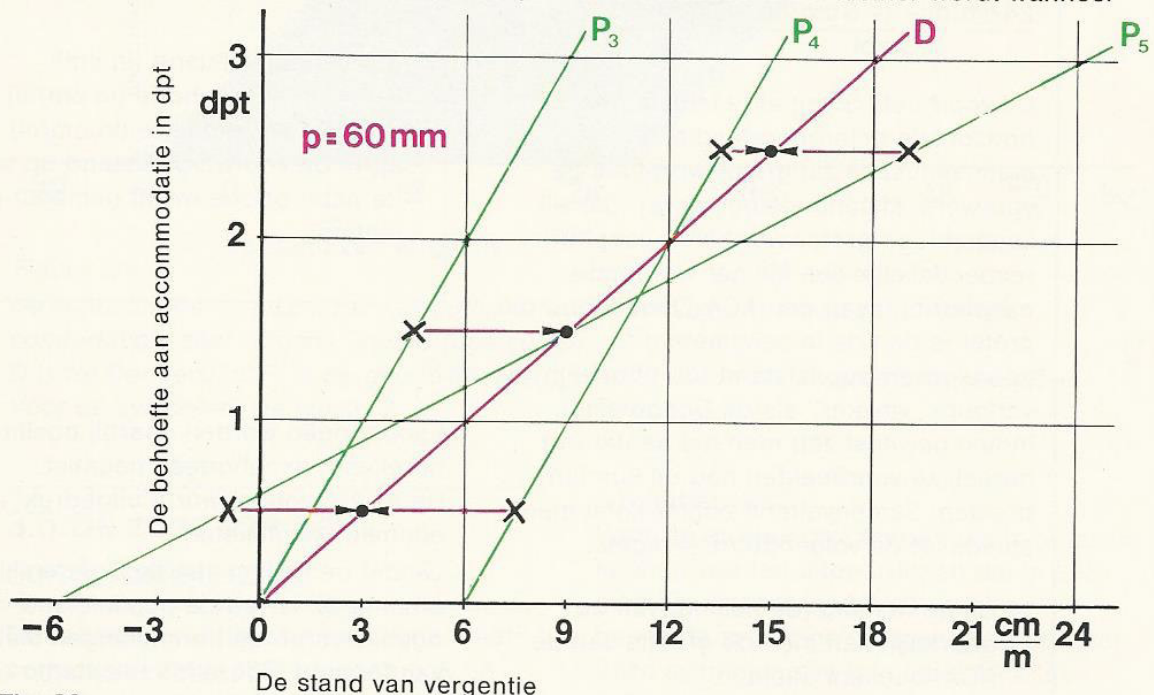


Fig. 29

De phorielijnen en de ACA-Quotiënt. D is de Donderslijn. De pijlen naar rechts geven de omvang aan van de behoefte aan fusiebewerkende convergentie. De pijlen naar links geven de omvang aan van de behoefte aan fusiebewerkende divergentie (verdere uitleg in de tekst).

de voorwerpsafstand kleiner wordt (dat wil zeggen: een kleiner wordende esophorie, respectievelijk een groter wordende exophorie) levert een ACA-Quotiënt op, die kleiner is dan de in centimeters opgegeven pupilafstand. (De phorielijijn verloopt „steiler” dan de Donderslijijn.)

Voorbeeld 5: Exophorie voor het zien in de verte (= het oneindige). Deze exophorie wordt gelijkmatig kleiner als de voorwerpsafstand kleiner wordt, totdat op een bepaalde voorwerpsafstand orthophorie aanwezig is. Wordt de voorwerpsafstand dan weer kleiner, dan gaat deze orthophorie over in een esophorie, die ook weer gelijkmatig groter wordt bij het kleiner worden van de voorwerpsafstand.

P_5 in figuur 29 levert de volgende gegevens op: voor het zien in de verte (= het oneindige) ligt het phoriepunt op -6 cm/m .

Bij een voorwerpsafstand van $1,5 \text{ dpt}$ ligt het phoriepunt op 9 cm/m (orthophorie; immers $p = 6 \text{ cm}$. Het Donderspunt ligt op $6 \times 1,5 = 9 \text{ cm/m}$).

Phoriepunt en Donderspunt vallen hier samen. Bij een voorwerpsafstand van 3 dpt ligt het phoriepunt op 24 cm/m (esophorie van 6 cm/m).

Nu kunnen wij weer uitrekenen:

$$\text{ACA-Quotiënt} = \frac{24 \text{ cm/m} - (-6 \text{ cm/m})}{3 \text{ dpt}} = \frac{30 \text{ cm/m}}{3 \text{ dpt}} = 10 \text{ cm.}$$

Uit voorbeeld 5 valt af te leiden: een horizontale heterophorie, die in mathematische zin groter wordt als de voorwerpsafstand kleiner wordt (dat wil zeggen: een groter wordende esophorie, respectievelijk een kleiner wordende exophorie) levert een ACA-Quotiënt op die groter is dan de in centimeters aangegeven pupilafstand (de phorielijijn verloopt „vlakker” als de Donderslijijn). Indien gewenst zou men het aantal van dergelijke voorbeelden nog uit kunnen breiden. Samenvattend echter komt men steeds tot de volgende ACA-regels:

1. Uit de richting (de helling) van de phorielijijn kan men de grootte van de ACA-Quotiënt afleiden.
2. Heeft de phorielijijn dezelfde schuine stand als de Donderslijijn (lopen beide lijnen evenwijdig aan elkaar) dan komt de ACA-Quotiënt overeen met de in centimeters gemeten pupilafstand.

3. Verloopt de phorielijijn „steiler” als de Donderslijijn, dan is de ACA-Quotiënt kleiner dan de in centimeters gemeten pupilafstand.
4. Verloopt de phorielijijn „vlakker” als de Donderslijijn, dan is de ACA-Quotiënt groter dan de in centimeters gemeten pupilafstand.
5. De ACA-Quotiënt is slechts dan constant, wanneer de phorielijijn een rechte lijn is.

De zojuist behandelde samenhang tussen de ACA-Quotiënt enerzijds en de pupilafstand alsmede de horizontale phorie, wisselend afhankelijk van de voorwerpsafstand anderzijds, wordt in „Binocular Vision and ocular Motility” (36.S.91) en in „System of Ophtalmology” (43.S.202) in een formule weergegeven:

Formule 7:

$$\text{ACA-Quotiënt} = p + (P_N - P_F) \cdot a_N$$

Daarin is:

p = De pupilafstand (in cm!)

P_N = De nabij-phorie (in cm/m)

P_F = De verte-phorie (in cm/m)

a_N = De voorwerpsafstand op welke de nabij-phorie wordt gemeten (in meters!)

Esophorieën worden daarbij positief gerekend, exophorieën negatief.

De ACA-Quotiënt wordt uitgedrukt in de eenheid „centimeter”.

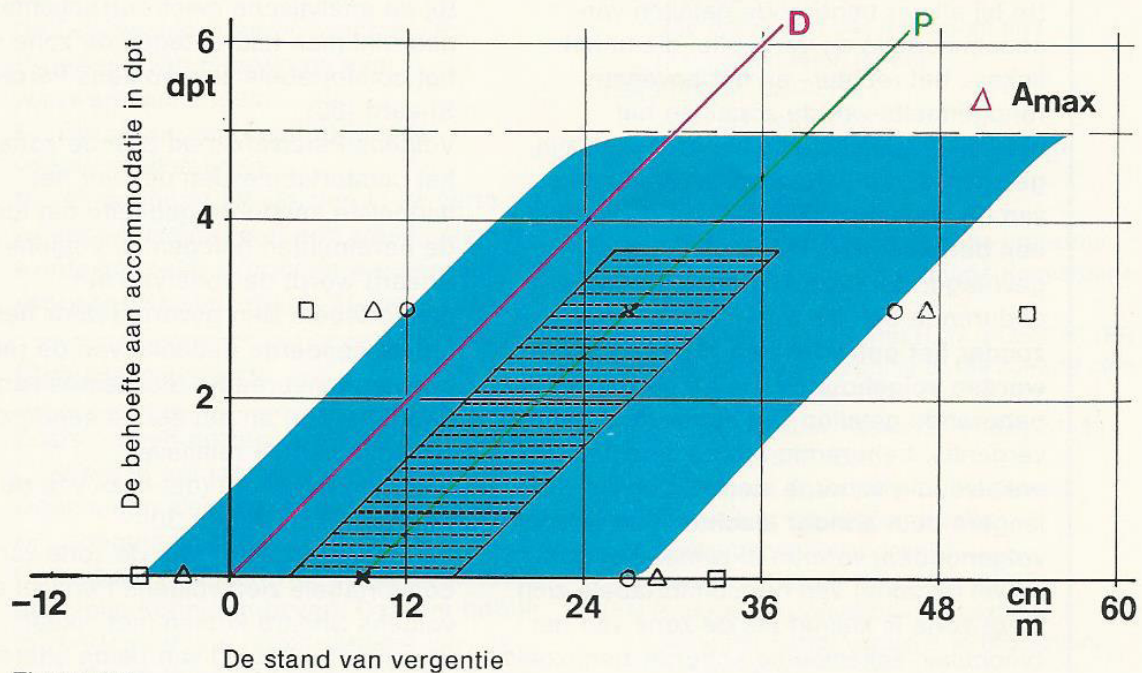
Omdat de helling van de Donderslijijn afhankelijk is van de pupilafstand der ogen, leveren de berekeningen met behulp van formule 7 dezelfde resultaten op als bovenstaande ACA-regels.

Volgens Burian-Von Noorden's (36.S.92) zijn de verhoudingen theoretisch ideaal te noemen, wanneer de ACA-Quotiënt gelijk is aan p in centimeters (ACA-Quotiënt = p .)

De stand van vergentie (bij een gegeven (= bekende) behoefte aan accommodatie)	Symbool	Definitie
Het phoriepunt (ruststand van vergentie)	×	59
Het nevelpunt (het punt van onscherpte)	○	39
Het punt van afbreking (het diplopiepunt)	□	40
Het punt van hereniging (het punt van fusie)	△	41

Tabel 12:

De symbolen die in een diagram van accommodatie en vergentie bepaalde standen van vergentie kenmerken.



Figuur 30:

De zone van het binoculair-enkelvoudig scherpe zien (blauw) en de zone van het comfortabele zien volgens Sheard (gearceerd).

D is de Donderslijn. P is de phorielijijn. ΔA_{max} is het maximale accommodatieresultaat. Voor de symbolen, zie tabel 12.

3.5 De zone van het comfortabele zien.

De aanhangers van de analytische meet/correctiemethode (83) brengen ook de diverse andere „punten” (nevelpunt e.d.) in het diagram van accommodatie en vergentie onder. Deze andere punten worden in gedeelte 2 van dit hoofdstuk besproken (zie Oculus, september en

november 1982).

Voor de diverse grootheden die in getallen kunnen worden uitgedrukt en die in een diagram worden ondergebracht, zijn bepaalde symbolen vastgelegd (2.Lfd. 38). Deze symbolen ziet u in tabel 12 bijeen gebracht.

In figuur 30 ziet u een voorbeeld van deze werkwijze.

Het gebied tussen de nevelpunten is de

„zone van het binoculair-enkelvoudig **duidelijke** (= scherpe) zien”. Dit gebied wordt aan de bovenkant begrensd door het maximale accommodatievermogen.

Definitie 61:

De zone van het binoculair-enkelvoudig scherpe zien

In een diagram, het totaal van alle bij elkaar behorende getallen van accommodatie en vergentie, die behoren bij het binoculair-enkelvoudig scherpe zien, dat ten minste gedurende een korte tijd kan worden volgehouden.

De bij elkaar behorende getallen van accommodatie en vergentie, die in het linker-, het rechter- en het bovenste randgedeelte van de zone van het binoculair-enkelvoudig scherpe zien zijn gelegen, zijn die getallen, waarbij zowel van de accommodatie als van de vergentie een dermate hoge inspanning wordt gevraagd, dat deze inspanning zeker gedurende een langere tijdsduur **niet zonder het optreden van klachten kan worden volgehouden**. De bij elkaar behorende getallen van accommodatie en vergentie, behorende bij het binoculair-enkelvoudig scherpe zien, dat op de langere duur **zonder klachten kan worden volgehouden**, vormen te zamen het gebied (ofwel de zone) van het comfortabele zien. Deze zone is kleiner als de zone van het binoculair-enkelvoudig scherpe zien, zoals in figuur 30 te zien is.

Definitie 62:

De zone van het comfortabele zien

In een diagram, het totaal van alle bij elkaar behorende getallen van accommodatie en vergentie, die behoren bij het binoculair-enkelvoudig scherpe zien, dat zonder klachten langdurig kan worden volgehouden.

Naar boven wordt deze zone van het comfortabele zien ongeveer begrensd

door de getallen die tweederde van het accommodatievermogen omvatten. Over de horizontale begrenzing van de zone van het comfortabele zien is al veel gespeculeerd. Volgens de theorie van Hans Joachim Haase, de grote pionier van de „Polatest-methode”, is volledige binoculaire correctie de enige juiste en afdoende oplossing omdat de zone van het comfortabele zien volgens Haase slechts een minimaal horizontaal gebied omvat van ongeveer 0,5 cm/m aan beide zijden van de phorielij. Als men met prismatische glazen gaat corrigeren, dan gebeurt er iets in het diagram van accommodatie en vergentie. Prisma's met basis buiten (= temporaal) verschuiven de orthopunten naar rechts; door prisma's met basis binnen (= nasaal) worden de orthopunten naar links verschoven (zie de diagrammen 28 en 29).

Bij de analytische meet/correctiemethode gebruikt men daarentegen de zone van het comfortabele zien volgens Percival en Sheard (83).

Volgens Percival strekt zich de zone van het comfortabele zien uit over het middelste éénderde gedeelte dat tussen de nevelpunten gelegen is. Volgens Sheard wordt de zone van het comfortabele zien gevormd door het eerste éénderde gedeelte van de relatieve convergentiebreedte (dat rechts van de phorielij ligt) en het eerste éénderde gedeelte van de relatieve divergentiebreedte (dat links van de phorielij ligt) (figuur 30).

De totale „breedte” van de zone van het comfortabele zien volgens Percival en volgens Sheard komen met elkaar overeen. De ligging van beide uiterste grenzen van de zone van het comfortabele zien, kan al naar gelang de werkwijze bij het meten nogal eens flinke verschillen te zien geven.

Een samenvattende discussie over de problemen van accommodatie en vergentie kunt u vinden bij de auteur Wolfgang Roos (84). Hier wordt tevens de vraag behandeld, wat de leidende rol heeft: de accommodatie of de vergentie.

Een uitvoerige uiteenzetting over de historische ontwikkeling van het wetenschappelijk onderzoek omtrent het samenspel tussen accommodatie en vergentie treft u aan bij de auteurs Irvin M. Borish (58) en H. W. Hofstetter (85). (wordt vervolgd)

Rectificatie

Bij aflevering nr. 12 (februari 1983) werd per abuis de verkeerde figuur geplaatst als zijnde figuur 28.

Dit is de juiste figuur 28 met de juiste tekst erin.

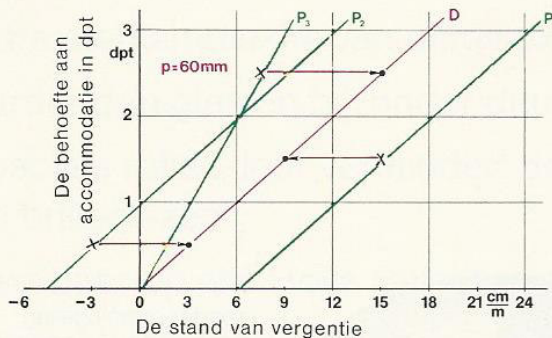


Fig. 28

De Donderslijn D en phorielijnen. P₁:

Esophorie van 6 cm/m bij alle voorwerpsafstanden.

P₂: Exophorie van 6 cm/m bij alle voorwerpsafstanden.

P₃: Orthophorie bij het zien in de verte (= het oneindige) met een steeds sterker wordende nabij-exophorie wanneer de voorwerpsafstand steeds kleiner wordt.

Geachte lezers,

Zoals u heeft gezien, heeft de heer Henri Obstfeld in het januari-nummer van Oculus een weerwoord geschreven aan Dr. Goersch.

De stof die in deze brief wordt behandeld gaat mijn kennis te boven. Daarom heb ik in overleg met de hoofdredactie aan de heer Obstfeld gevraagd om zijn brief voor mij in de Engelse taal weer te willen geven. De heer Obstfeld was daartoe gaarne bereid, maar het kan wel even duren. Mag ik een beroep doen op uw geduld?

Bij voorbaat dank.

Hoogachtend,

H. Stassar

Gebruikte literatuur:

[2] DIN 58 208

„Begriffe und Zeichen bei Brillengläsern in Verbindung mit dem menschlichen „Auge“ Teil 5, „Binokulares System Auge - Brille“ (Entwurf August 1978)

[8] HEINZ DIEPES

„Refraktionsbestimmung“ Verlag Heinz Postenrieder, Pforzheim (2. Auflage 1975)

[19] HERBERT SCHÖBER

„Das Sehen“ Band II VEB Fachbuchverlag Leipzig (3. Auflage 1964)

[33] HELMUT GOERSCH

„Zentrierung von Nahbrillen“ NOJ 7 (1975) 509-516

[36] BURIAN - VON NOORDEN'S

„Binocular vision and ocular motility“ The C. V. Mosby Company, St. Louis (Second Edition, 1980)

[39] H.-J. HAASE/G. FORST/D. PESTALOZZI/H. GOERSCH

„Binokulare Korrektur“ (Eine Sammlung von zehn Arbeiten aus den Jahren 1957-1978). Verlag Willy Schrickel, Düsseldorf (1980)

[43] STEWART DUKE-ELDER (Heruitgave)

„System of Ophthalmology“ Vol VI „Ocular Motility and Strabismus“ Henry Kimpton, London (1973)

[49] F. C. DONDERS

„Die Anomalien der Refraction und Braumüller, Wien (1966)

[58] IRVIN M. BORISH

„Clinical Refraction“ The Professional Press, Inc., Chicago (Third Edition 1975)

[78] H. W. HOFSTETTER

„Verbessertes Schema für die grafische Analyse des Akkommodations-Konvergenz-Verhältnisses“

[79] DONALD G. PITTS and H. W. HOFSTETTER

„Demand-line graphing of the zone of clear single binocular vision“ J. Amer. Optom. Assoc. 31 (1959) 51-55

[80] H. W. HOFSTETTER

„A Revised Schematic for the Graphic Analysis of the Accommodation-Convergence Relationship“ Canad. J. Optom. 30 (1968) 49-52

[81] Brockhaus' Conversations-Lexikon

Siebenter Band, Verlag F. A. Brockhaus Leipzig (1884)

[82] ABC der Optik (Herausgeb. KARL MÜTZE)

VEB F. A. Brockhaus Verlag Leipzig (1961) J. REINER

[83] J. REINER

„Bestimmung der Heterophorie nach der graphisch-analytischen Methode“ 119. Versammlung des Rheinisch-Westfälischer Augenärzte (Düsseldorf 1969) 31-41

[84] WOLFGANG ROOS

„Über den Zusammenhang zwischen Akkommodation und Konvergenz“ (Versuch einer Abgrenzung der Zone des komfortablen Sehens). 4. Sonderdruck der WVA (1955) 28-41

[85] H. W. HOFSTETTER

„The Zone of Clear Single Binocular Vision“ Amer. J. Optom. 22 (1945) 301-333 und 361-384

De grondbeginselen van het binoculaire zien ⁽¹⁴⁾

(Einführung in das Binokularsehen)

Dr. Helmut Goersch, plaatsvervangend directeur van de Staatliche Fachschule für Optik und Fototechnik Berlin.

S.F.O.F. Berlin.

Vertaling: H. Stassar, Optometrist OV.

Hoofdstuk 4

Woord vooraf

In overleg met dr. Goersch is het gelukt om een juiste vertaling te geven van het begrip „Richtungswert”, dat zo vaak in de artikelen van dr. Goersch en andere Duitse auteurs wordt gebruikt.

„Richtungswert” komt overeen met: „hoek van richtingsgewaarwording”. Dit zal van nu af aan in de artikelen worden gebruikt, in plaats van „Richting en Richtingshoek”, zoals ik het voorheen vertaalde. H.S.

4. Het sensorische van het binoculaire zien

Onder het sensorische van het binoculaire zien verstaat men al datgene, dat door de hersenen en het zenuwstelsel wordt verricht als wij met twee ogen tegelijk aan het kijken zijn. Het sensorische verzorgt de besturing van de oogbewegingen (het sensomotorische) maar tevens maakt het sensorische de visuele gewaarwording, waarneming en herkenning mogelijk.

Men maakt bij het binoculaire zien een onderscheid tussen een motorisch- en een sensorisch gedeelte. Dit doet men uitsluitend om het binoculaire zien beter uit te kunnen leggen en het te kunnen begrijpen.

Bij het natuurlijke zien zijn de motorische- en de sensorische werkingen nauwelijks van elkaar te onderscheiden, omdat ze als een soort raderwerk in elkaar grijpen.

Sachsenweger gebruikt de begrippen „het oculomotorische” en „het visussensorische”: „Het oculomotorische en het visussensorische systeem dient men... als een eenheid te

beschouwen, waarbij het sensorische het oculomotorische reguleert en controleert”. (86) In dit hoofdstuk zullen de belangrijkste begrippen van het sensorische van het binoculaire zien worden behandeld.

4.1 Netvliescorrespondentie

In deel 3 van hoofdstuk 1 (Oculus mei 1982) werden de richtingsgewaarwordingen beschreven, zoals deze door de diverse netvliesplaatsen van het (enkelvoudige) oog aan de hersenen worden doorgegeven.

Iedere plaats (ieder punt) op het netvlies van het stilstaande enkelvoudige oog, heeft zijn eigen hoek van richtingsgewaarwording (Richtungswert). Met behulp van deze beeldplaatsen is het mogelijk om de relatieve ligging van voorwerpen binnen het gezichtsveld visueel door te geven aan de hersenen. Met relatieve ligging wordt hier bedoeld de ligging die de voorwerpen hebben ten opzichte van dat stilstaande oog.

Men dient daarbij in ogenschouw te nemen, dat de hoeken van richtingsgewaarwording eigenlijk niet bij de netvliesplaatsen behoren, maar bij de „ontvangende cellen” in het visuele centrum der hersenen (36.S 11). De netvliescellen zijn slechts „Zender-cellen”.

De impulsen van die zendercellen worden aan ontvangende cellen in de hersenen doorgegeven, die **altijd dezelfde** richtingsgewaarwording bezitten.

In tegenstelling hiermede is het zó, dat onder bepaalde omstandigheden van elke plaats op het netvlies de hoek van richtingsgewaarwording **anders kan worden**. (Elke plaats op het netvlies kan een andere hoek van richtingsge-

waarwording krijgen bij het binoculaire zien). Tijdens het binoculaire zien, dat wil zeggen: wanneer beide ogen tegelijkertijd samenwerkend aan het kijken zijn, zijn in principe de hoeken van richtingsgewaarwording van de netvliesplaatsen van het ene oog onafhankelijk ten opzichte van de hoeken van richtingsgewaarwording van de netvliesplaatsen van het andere oog.

In de visuele hersenschors worden de respectievelijke richtingsgewaarwordingen van beide ogen met elkaar vergeleken en tot één gezamenlijke richtingsgewaarwording verwerkt.

Het wezenlijke verschil dat er bestaat tussen de richtingsgewaarwording van het enkelvoudige zien ten opzichte van de gezamenlijke richtingsgewaarwording van het binoculaire zien, werd destijds reeds bijzonder duidelijk door Helmholtz beschreven. (87)

Tijdens het zien met het enkelvoudige oog hebben de hoeken van richtingsgewaarwording betrekking op de plaats waar zich dat oog bevindt. Als men echter met twee ogen kijkt, ontstaat er een binoculaire richtingsgewaarwording die betrekking heeft op een plaats die midden tussen beide ogen ligt. Helmholtz schrijft hier: „Men zou zich een denkbeeldig oog voor kunnen stellen, dat midden tussen beide ogen gelegen is en dat gericht staat naar het gemeenschappelijke punt van fixatie van beide ogen. (87.S.756).

De richtingsgewaarwording van dit „cyclo-penoog” is bij een normaal ontwikkeld binoculair zien van buitengewoon grote betekenis.

Zo oriënteert zich bijvoorbeeld de beweging van onze ledematen volgens de bekende, vertrouwde binoculaire richtingsgewaarwording, ook in die gevallen waarbij men slechts met één oog kijkt.

Om dit aan te kunnen tonen beschrijft Helmholtz de volgende indrukwekkende proef:



De proef van Helmholtz zoals beschreven in de tekst (foto aan de tekst toegevoegd met toestemming van dr. Goersch)

Men kijkt met één oog naar een ver verwijderd voorwerp en houdt daarbij een blad papier of karton zodanig voor het onderste deel van het gezicht, dat men zijn eigen armen en handen niet zien kan (zie figuur 30 a). Nu beweegt men de wijsvinger van de rechterhand onder het papier zó naar voren alsof men wil-

de wijzen naar het monoculair gefixeerde voorwerp. De vinger dient het papier niet aan te raken. Als de vinger achter het papier vandaan komt, blijkt hij niet precies naar het voorwerp te wijzen!

Als men met het rechteroog kijkt, komt de vinger links van het voorwerp onder het papier te voorschijn. Kijkt men met het linkeroog, dan komt de vinger rechts van het gefixeerde voorwerp onder het papier uit (87.S.757). Wanneer wij het in de volgende hoofdstukken zullen hebben over „de hoek van richtingsgewaarwording” (= der Richtungswert) dan heeft deze hoek van richtingsgewaarwording uitsluitend betrekking op de richtingsgewaarwording van het cyclo-penoog.

Als wij afwisselend met het rechter- of het linkeroog kijken, dan blijkt elk oog zijn eigen richtingsgewaarwording te hebben. Wanneer nu de ogen gaan samenwerken, en er ontstaat binoculair zien, dan ontstaat er tegelijkertijd een samenwerking op het gebied van de richtingsgewaarwordingen.

Van uitzonderlijk belang hierbij zijn die afbeeldingsplaatsen op het netvlies van zowel het rechter- alsook van het linkeroog, die een gelijke hoek van richtingsgewaarwording hebben.

Men dient hierbij echter twee mogelijkheden te onderscheiden:

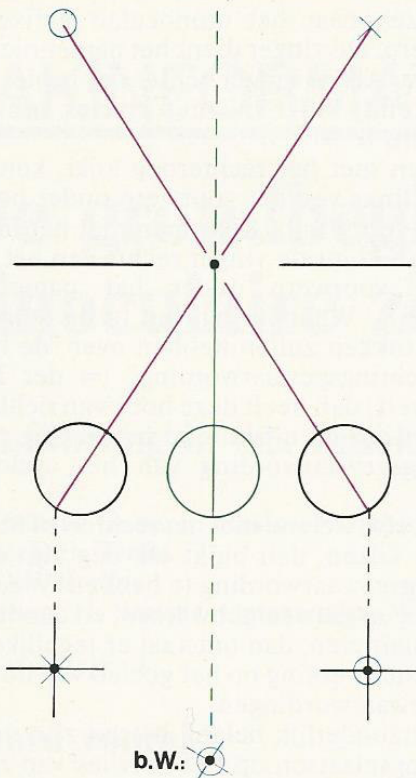
a. Twee netvliesplaatsen, de ene in het rechteroog en de andere in het linkeroog, hebben uitsluitend dezelfde hoek van richtingsgewaarwording wanneer op beide netvliezen beelden worden geprojecteerd, die tot fusie kunnen komen.

b. Twee netvliesplaatsen in het rechter- en het linkeroog hebben **ook nog** dezelfde hoek van richtingsgewaarwording indien op beide netvliezen beelden worden geprojecteerd, die **niet** tot fusie kunnen komen. (twee volledig verschillende beelden). Beelden die tot fusie kunnen komen zijn gelijke- of nagenoeg gelijke beelden: dan is aan de objectieve fusievoorwaarde voldaan (zie 2.5 Oculus nov. 1981).

De vensterproef van Hering (9.S.20) is wellicht de bekendste proef om gelijkheid van de hoeken van richtingsgewaarwording anschouwelijk te maken. Figuur 31 laat het principe van deze proef zien.

Op enige afstand vóór de ogen wordt een plaat gezet met een ronde opening erin. Het middelpunt van deze opening ligt in het mediane vlak (zie 2.1 Oculus juli 1981).

In het midden van deze opening bevindt zich een kleine stip of punt van fixatie. Men laat nu beide ogen fixeren op deze punt in het midden van de opening, zodat als alles goed is, deze punt in beide ogen centraal wordt afgebeeld. Wanneer beide ogen nu deze ortho-stand van vergentie hebben ingenomen, wor-



De gemeenschappelijke richtingsgeoorwaaording, schematisch voorgesteld. (groen: het cyclopienoog. b.W.: de binoculaire waarneming. De netvliezen, schematisch, zie evt. hoofdstuk 1.3 Oculus mei 1981)

den achter de opening twee figuren geplaatst, telkens precies op de fixeerlijn van elk der ogen. Ieder oog ziet dus slechts één der beide figuren achter de plaat. In het geval van figuur 31 is de cirkel uitsluitend voor het rechteroog zichtbaar, terwijl het linkeroog uitsluitend het andreaskruis ziet. Daarbij kijkt men telkens met één oog naar de betreffende figuur. Als nu binoculair naar deze figuren wordt gekeken, dan worden deze zodanig door de ogen waargenomen, alsof ze alle drie „recht vooruit” in dezelfde richting in het mediane vlak zouden liggen (= de blikrichting van het cyclopienoog). Al deze beelden immers liggen op netvliesplaatsen die dezelfde hoek van richtingsgeoorwaaording hebben, terwijl cirkel en andreaskruis niet tot fusie kunnen komen.

Deze „gemeenschappelijke richtingsgeoorwaaording”, ook voor netvliesbeelden die niet tot fusie kunnen komen, noemt men „netvliescorrespondentie” ofwel „correspondentie” (Sehrichtungsgemeinschaft 88.S.101) (Korrespondenz 2, Lfd. nr. 18).

Definitie 63:

Correspondentie

Onafhankelijk van de aard der beide netvliesbeelden, het voorhanden zijn van gelijke hoeken van richtingsgeoorwaaording op netvliesplaatsen van beide ogen tijdens het binoculaire zien.

„Deze correspondentie is de alles overtreffende eigenschap die bij het binoculaire zien behoort. De correspondentie verenigt beide ogen tot een ondeelbaar visueel systeem. Het met elkaar vergelijken van corresponderende richtingswaarnemingen is een aangeboren eigenschap. Dit vindt geheel automatisch plaats, werkt ononderbroken door, en is onafhankelijk van de relatieve stand van het ene oog ten opzichte van het andere” (89). Zulke netvliesplaatsen van het ene oog staan in correspondentie met netvliesplaatsen van het andere oog. In het binoculaire zien betekent dit, dat plaatsen op het netvlies van het ene oog dezelfde hoek van richtingsgeoorwaaording hebben als plaatsen op het netvlies van het andere oog, onder die voorwaarde, dat deze hoeken van richtingsgeoorwaaording even groot zijn voor beelden die **niet** fuseerbaar zijn als voor beelden die fuseerbaar zijn. Deze netvliesplaatsen noemt men „Corresponderende netvliesplaatsen” (2.Lfd.nr. 21).

Definitie 64:

Corresponderende netvliesplaatsen

Netvliesplaatsen in beide ogen die zowel voor fuseerbare- als voor niet fuseerbare beelden **gelijke** hoeken van richtingsgeoorwaaording bezitten.

De meest belangrijke corresponderende netvliesplaatsen zijn natuurlijk de plaatsen, die de richtingsgeoorwaaording „recht vooruit” bezitten (de hoek van richtingsgeoorwaaording is op deze plaatsen nul graden). Deze netvliesplaatsen zijn zo belangrijk, omdat alle andere richtingsgeoorwaaordingen ontstaan in relatie met en ten opzichte van deze richtingsgeoorwaaording „recht vooruit”. Deze netvliesplaatsen in beide ogen vormen de z.g. „nulpunten” of „centra” der richtingsgeoorwaaordingen en worden derhalve „Correspondentie-centra” genoemd.

Definitie 65:

Correspondentiecentra

Corresponderende netvliesplaatsen die de richtingsgeoorwaaording „recht vooruit” bezitten, en waarvan de hoek van richtingsgeoorwaaording nul graden bedraagt.

„De ideale situatie voor de binoculaire waarneming is dan aanwezig, wanneer de ogen bi-fixeren...” (89).

Dit betekent, dat in het ideale geval de middens der beide foveolae de correspondentiecentra vormen, zoals in het voorbeeld van figuur 31. In deze situatie spreekt men van „Bicentrale correspondentie”

Definitie 66:

Bicentrale correspondentie

Correspondentie, waarbij de correspondentie-centra van beide ogen in het midden van de foveolae liggen.

Heel vaak wordt deze bicentrale correspondentie". Deze uitdrukking kan echter tot misverstand en aanleiding zijn (72.S.562). Immers als men deze uitdrukking letterlijk neemt, betekent bifeveolair dat de correspondentie-centra binnen de foveolae liggen, wat nog niet betekent, dat deze centra zich ook beiden **in het midden** der foveolae zouden bevinden.

Omdat men monoculair spreekt van „centrale fixatie” is het logisch, om over binoculair te spreken als „bi-centrale fixatie” wanneer men aan wil geven, dat beide ogen centraal fixeren.

Als men bij het binoculaire zien wil weten op welke plaats in beide ogen de correspondentie-centra op het netvlies liggen, dient men een correspondentiemeting uit te voeren.

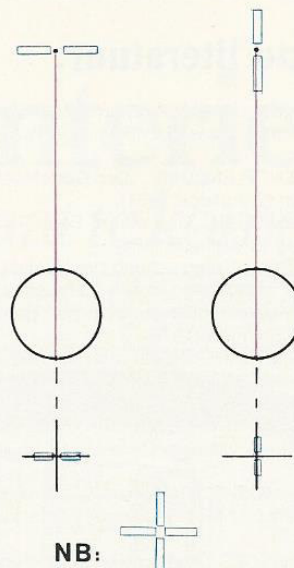
Het meest kenmerkende van de netvliescorrespondentie ligt, zoals wij hiervoor reeds zagen, in de gelijkheid van de hoeken van richtingsgewaarwording in beide ogen, of de netvliesbeelden fuseerbaar zijn of niet. Als beide netvliesbeelden echter fuseerbaar zijn, dan kunnen zij binoculair door fusie toch enkelvoudig en in de juiste richting worden waargenomen, ook al ligt een der netvliesbeelden **niet** centraal. In dat geval komt men de afwijking van een plaats van correspondentie niet te weten. Daarom kan een correspondentieonderzoek uitsluitend worden uitgevoerd met behulp van niet fuseerbare netvliesbeelden.

Een dergelijk onderzoek van de netvliescorrespondentie vereist een subjectieve- alsook een objectieve uitspraak of kennis.

Subjectief moet vaststaan dat elk der beide ogen, onafhankelijk van elkaar een der beide (niet fuseerbare) figuren ziet, en dat in beide ogen deze respectievelijke beelden afgebeeld worden op de netvliesplaats die de richtingsgewaarwording „recht vooruit” bezit. Objectief dient men vast te stellen, zonder dat de proefpersoon daarover een uitspraak doet, op welke plaatsen der netvliesen de respectievelijke beelden worden afgebeeld.

Een voorbeeld van een methode om de correspondentie te onderzoeken ziet u in figuur 32 afgebeeld.

Het gaat hierbij om de nabeeld-test volgens Hering (27.S.96). Men gaat hierbij als volgt te werk: in de opening van een blitsapparaat wordt een plaatje aangebracht waarin twee rechthoekige gaten gemaakt zijn, volgens de



De nabeeldtest volgens Hering. (NB: binoculaire waarneming der beide nabeelden wanneer bi-centrale correspondentie voorhanden is)

tekening. Midden tussen deze gaten is op het plaatje een stip of punt aangebracht, waarop de proefpersoon dient te fixeren. Men laat nu de proefpersoon zijn rechteroog dicht houden en met zijn of haar rechteroog naar het fixatiepunt kijken. De beide openingen in het plaatje liggen nu in horizontale stand.

Deze horizontale streep wordt nu in het linkeroog geflitst, en veroorzaakt daar een stevig nabeeld. Door de proefpersoon de fixatiepunt goed te laten fixeren weten wij nu objectief zeker, dat de ingeflitste testfiguren op een lijn liggen met het midden van foveolae.

Nu laat men de proefpersoon naar de fixatiepunt kijken terwijl het linkeroog gesloten is. Beide openingen van het plaatje in het flitsapparaat staan nu in verticale stand. Deze verticale, onderbroken streep wordt nu in het rechteroog geflitst en veroorzaakt ook daarin een stevig nabeeld.

Als de proefpersoon nu naar een voorwerp in de verte kijkt met zijn beide ogen, dan verenigt het nabeeld van het rechteroog zich met het nabeeld van het linkeroog (onafhankelijk van de blikrichting).

Wanneer nu beide nabeelden een mooi symmetrisch kruis vormen, zoals de proefpersoon ons (=subjectief) vertelt, dan is er sprake van bi-centrale correspondentie der beide netvliesen (zie figuur 32).

Wanneer aan de voorwaarde voldaan is, dat elk der ogen centraal heeft gefixeerd, en beide netvliesbeelden vormen geen mooi symmetrisch kruis, dan geeft deze nabeeldwaarneming aan, dat er een afwijking in bicentrale correspondentie voorhanden is. Ondanks het feit dat elk der ogen op zich **wel** centraal fixeerd.

Dit soort afwijkingen zullen later worden besproken.

wordt vervolgd

Gebrauchte literatuur:

- (2) DIN 58 208: „Begriffe und Zeichen bei Brillengläsern in Verbindung mit dem menschlichen Auge“ Teil 5 „Binokulares System“
- (9) Wilhelm TRENDELENBURG: „Der Gesichtssinn“ Springer-Verlag, Berlin (2. Auflage 1961).
- (19) HERBERT SCHÖBER: „Das sehen“ Band II VEB Fachbuchverlag Leipzig (3. Auflage 1964).
- (26) G. MACKENSEN: „Untersuchung der Motilität und der Binokularfunktion“ in Wolfgang Straub (Herausgeb.) „Die ophthalmologischen Untersuchungsmethoden“ Band II Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart (1976).
- (27) GUNTER K. VON NOORDEN und A. EDWARD MAUMENEE: „Atlas der Schiel Diagnostik“ F. K. Schattauer Verlag, Stuttgart - New York (2. Auflage 1979).
- (36) BURIAN - VON NOORDEN'S: „Binocular vision and ocular motility“ The C. V. Mosby Company St. Louis (Second Edition, 1980).
- (72) ROBERT A. MOSES (Herausgeb.): „ADLER'S Physiology of the eye“ The C.V. Mosby Company Saint Louis (Sixth Edition, 1975).
- (86) R. SACHSENWEGER: „Klinische und pathologische Aspekte des menschlichen Augenbewegungssystems“ in Hans Drischel und Wolfgang Kirmse (Herausgeb.) „Das okulomotorische System, physiologische und klinische Aspekte“ VEB Georg Thieme Leipzig (1979) 44-60.
- (87) H. VON HELMHOLTZ: „Handbuch der Physiologischen Optik“, Verlag von Leopold Voss, Hamburg und Leipzig, 2. Auflage (1896).
- (88) ARMIN VON TSCHERMAK - SEYSENEGG: „Einführung in die physiologische Optik“, Springer-Verlag Wien, 2. Auflage (1947).
- (89) PAUL BOEDER und RONALD M. BURDE: „Die Verschiebung der Sehrichtungsantwort“, Augenärztliche Fortbildung. Band 6, Teil 1 (1980) 37-58.
- (90) HUGH DAVSON: „Physiology of the Eye“, Verlag Churchill Livingstone, Edinburgh, London and New York, Fourth Edition (1980).
- (91) ARMIN TSCHERMAK - SEYSENEGG: „Methodik des optischen Raumsinnes und der Augenbewegungen“ in Emil Abderhalden (Herausgeb.). „Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden“ Abt. V, Teil 6, Verlag Urban & Schwarzenberg, Berlin, Wien (1937) 1427-1782.