

Dekompensierte Heterophorien und ihre Auswirkungen auf das Sehen

1. Einige Grundbegriffe

Da es noch immer keine Norm für die Begriffe des Binokularsehens gibt und auch noch nicht alle monokularen Begriffe genormt sind, sollen zuerst einige Ausdrücke definiert und erläutert werden, um Mißverständnisse beim Gebrauch dieser Vokabeln zu vermeiden. Zusätzlich wird auf die DIN 58 208¹⁾ hingewiesen und auf das Kapitel „Das Augenpaar“ im Zeiss-Handbuch für Augenoptik²⁾.

a. Fixation

Der monokulare Begriff „Fixation“ (bzw. „Fixieren“) bezeichnet den Zustand, in welchem der interessierende Objektpunkt in der Mitte der Netzhautgrube abgebildet wird (foveale Abbildung des Fixationspunktes). Dementsprechend ist in DIN 58 208 der Begriff „Fixierlinie“ festgelegt, und zwar für ein freies Auge. Geometrisch-optisch ist die Fixierlinie der objektseitige Hauptstrahl desjenigen Strahlenbündels, welches den fixierten Objektpunkt in die Mitte der Foveola abbildet.

Befindet sich ein Brillenglas vor dem Auge und wird durch dessen optische Mitte geblickt, dann erleidet dieser Hauptstrahl an dem Brillenglas keine Brechung und ist somit vor dem Auge weiterhin mit der Fixierlinie identisch. Herrscht jedoch in dem benutzten Durchblickpunkt des Glases eine prismatische Wirkung, so wird der Hauptstrahl dort gebrochen. Seine Richtung vor dem Brillenglas stimmt dann nicht mehr mit der Richtung der Fixierlinie überein. Deshalb kann die normmäßige Definition der Fixierlinie für diesen Fall folgendermaßen ergänzt werden:

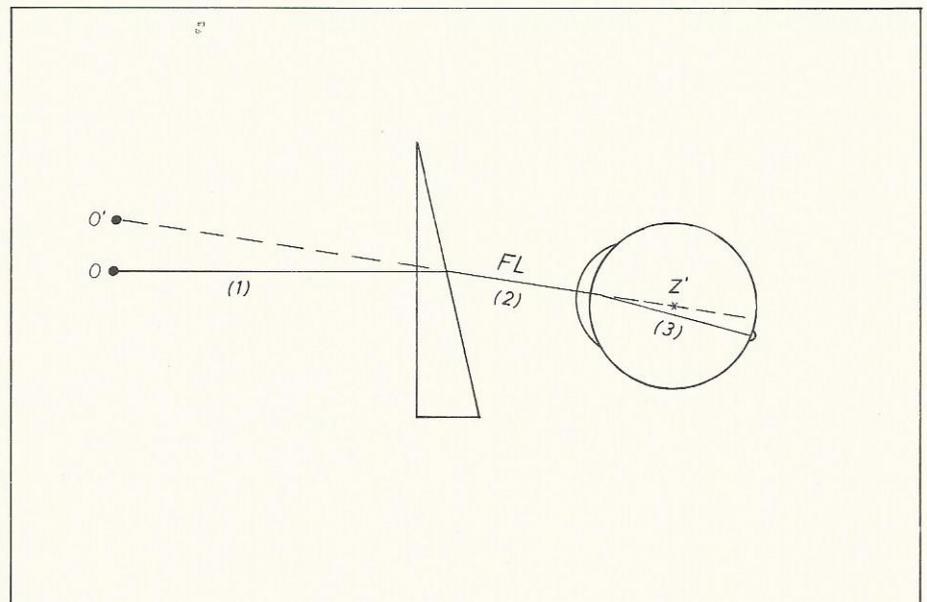


Abb. 1: Zur Definition der Fixierlinie FL (Erläuterung im Text)

Befindet sich ein Brillenglas vor dem Auge, so übernimmt das von diesem Glas entworfene Bild des fixierten Objektpunktes für das Auge die Rolle des Fixationspunktes. Die Fixierlinie ist dann die Verbindungsgerade zwischen diesem Bildpunkt und der Mitte der Eintrittspupille des Auges.

Geometrisch – optisch ergibt sich für die Abbildung des fixierten Objektpunktes die in Abb. 1 dargestellte Reihenfolge der einzelnen Teile des Hauptstrahles (in Lichtrichtung):

- 1) Objektseitiger Hauptstrahl bezüglich des Brillenglases,
- 2) Bildseitiger Hauptstrahl bezüglich des

Brillenglases, ist gleichzeitig objektseitiger Hauptstrahl bezüglich des Auges und damit identisch mit der Fixierlinie,

- 3) Bildseitiger Hauptstrahl bezüglich des Auges (dieser endet in der Mitte der Netzhautgrube im reellen Bild des Fixationspunktes).

Nur der Teil (2) des Hauptstrahles liefert also die Richtung der Fixierlinie. Diese Festlegung ist wichtig im Zusammenhang mit der Vergenz eines Augenpaares hinter prismatischen Brillengläsern.

Sollte der Fixationspunkt bei monokularer Betrachtung nicht in der Mitte der Netzhautgrube abgebildet werden, so liegt „exzentrische Fixation“ vor. Dieser pathologische Zustand wird für alle weiteren Erläuterungen ausdrücklich ausgeschlossen.

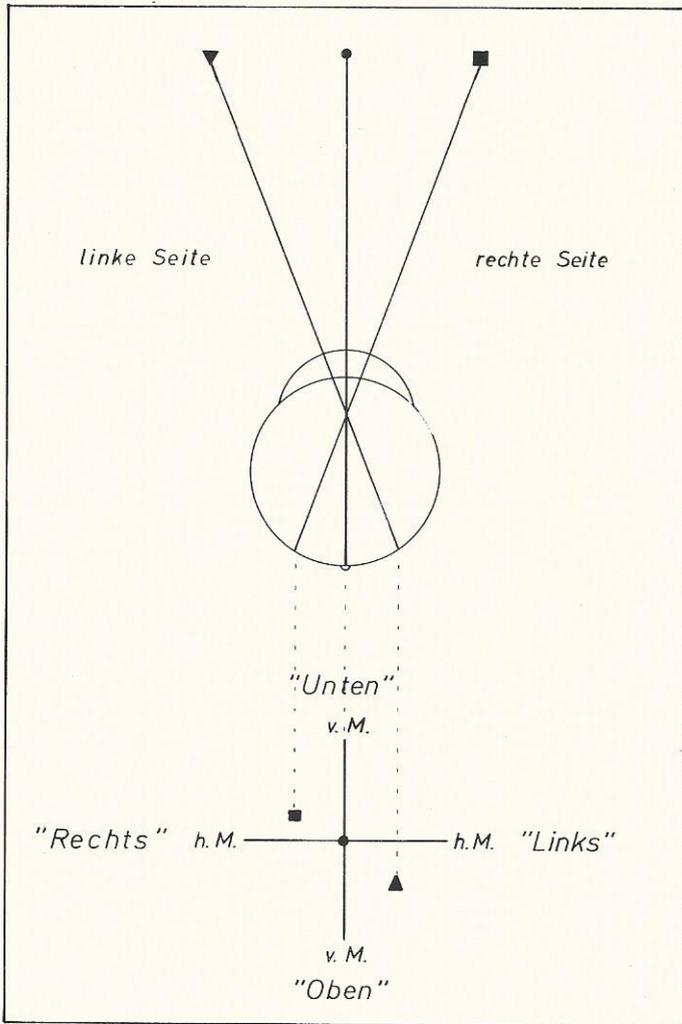


Abb. 2: Richtungswerte im Monokularsehen (h. M. und v. M.: horizontaler und vertikaler Netzhautmeridian)

b. Richtungswerte im Monokularsehen

Jedem Netzhautelement ist ein in der Entwicklung des Sehens⁹ erlernter Richtungswert (auch Lokalzeichen genannt) zugeordnet, der die Richtungsempfindung im Raum für den auf dem betreffenden Netzhautelement abgebildeten Objektpunkt vermittelt. Bei normaler (zentrischer) Fixation besitzt die Mitte der Netzhautgrube den Richtungswert „Geradeaus“. Der hier abgebildete Fixationspunkt wird als geradeaus vor dem Auge im Raum liegend empfunden. Auf dieses Zentrum der Lokalzeichen beziehen sich alle übrigen Richtungswerte, es ist sozusagen der Nullpunkt des Koordinatensystems für die Richtungsempfindungen.

In Abb. 2 ist dieser Sachverhalt schematisch dargestellt. Im unteren Teil der Darstellung ist die Netzhaut von hinten gesehen (also nicht mit dem Taboschema verwechseln!), und alle diejenigen Netzhautelemente, deren Richtungswerte die gleiche Höhenempfindung wie das Zentrum vermitteln, bilden den „horizontalen Netzhautmeridian“. Entsprechend wird der „vertikale Netzhautmeridian“ definiert. Alle Netzhautelemente oberhalb des horizontalen Netzhautmeridians besitzen die Richtungswerte „Unten“ und umgekehrt; alle Netzhautelemente rechts vom vertikalen Netzhautmeridian besitzen die Richtungswerte „Links“ und umgekehrt⁶).

c. Netzhautkorrespondenz

Der binokulare Begriff „Netzhautkorrespondenz“ (oder „Korrespondenz“) bezeichnet die richtungswertmäßige Zusammenarbeit beider Augen im Binokularsehen unabhängig von den auf

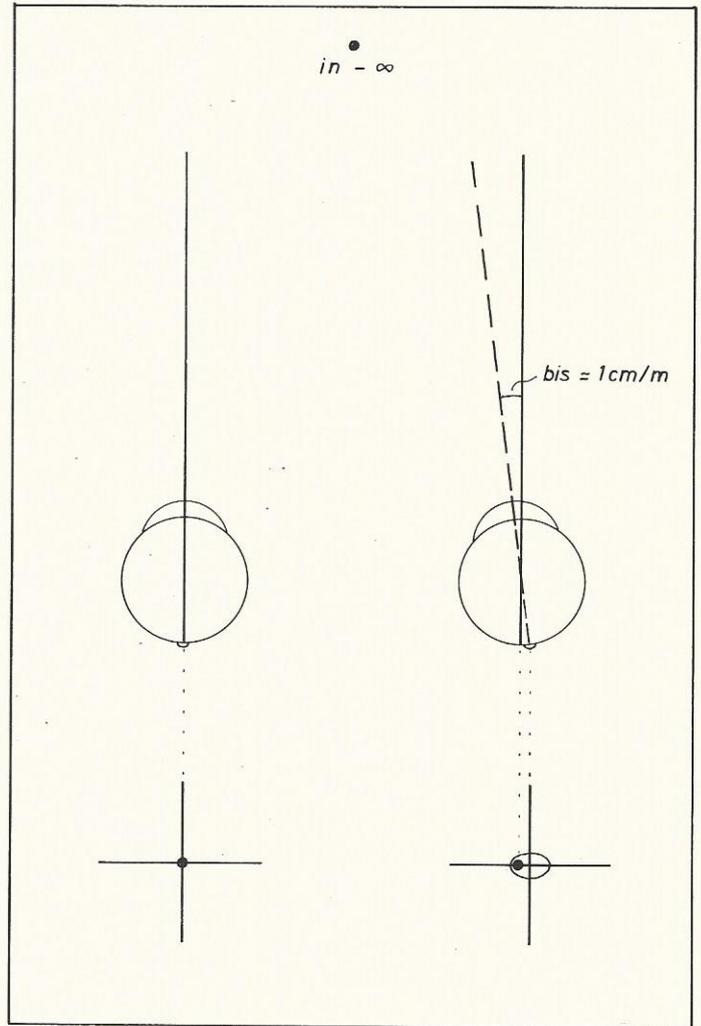


Abb. 3: Dekompensierte Esophorie mit disparater Fusion im normalen fovealen Panumgebiet

beiden Netzhäuten abgebildeten Objekten. Eine Prüfung der Korrespondenz muß mit für beide Augen unterschiedlichen Objekten durchgeführt werden¹⁰). Netzhautelemente beider Augen, welche im Binokularsehen unabhängig von den auf beiden Netzhäuten abgebildeten Objekten gleiche Richtungswerte besitzen, heißen „korrespondierende Netzhautstellen“; Netzhautelemente beider Augen mit unterschiedlichen Richtungswerten heißen „disparate Netzhautstellen“.

Diejenigen Stellen beider Netzhäute, die im Binokularsehen gleichzeitig die Richtungswerte „Geradeaus“ besitzen, heißen „Korrespondenzzentren“. Solange die beiden Netzhautgrubenmitten die Korrespondenzzentren darstellen oder ihre erlernte Fähigkeit dazu nur vorübergehend aufgegeben, aber nicht verloren haben, handelt es sich um „normale Korrespondenz“. Bei normaler Korrespondenz wird der binokular einfach gesehene Fixationspunkt in beiden Augen im fovealen Panumgebiet abgebildet. Bei dieser normalen Korrespondenz soll zwischen der bifoveolären (idealen) und der disparaten (nicht mehr idealen) Korrespondenz unterschieden werden. Im Fall der „bifoveolären Korrespondenz“ sind die beiden Netzhautgrubenmitten die Korrespondenzzentren. Hat sich dagegen ein Korrespondenzzentrum aus der Netzhautgrubenmitte eines Auges heraus verschoben, liegt aber noch im Bereich des fovealen Panumgebietes, dann handelt es sich um „disparate Korrespondenz“.

Sollte der binokulare Fixationspunkt in einem Auge außerhalb des fovealen Panumgebietes abgebildet werden, so liegt „anomale Korrespondenz“ vor. Dieser pathologische Zustand wird für alle weiteren Erörterungen ausgeschlossen.

d. Fusion

Der Begriff „Fusion“ faßt alle Vorgänge zusammen, die zur Verschmelzung der beiden monokularen Seheindrücke, also zum binokularen Einfachsehen führen. Hierbei wird zwischen motorischer und sensorischer Fusion unterschieden.

Die „motorische Fusion“ sorgt mit Hilfe der Augenbewegungsmuskeln in der Regel dafür, daß ein binokular dargebotener Fixationspunkt in den Korrespondenzzentren beider Augen abgebildet wird. Dann sind alle auf dem Horopter liegenden Objektpunkte (korrespondierend abgebildete Punkte) ebenfalls motorisch fusioniert.

Durch „sensorische Fusion“ werden auch disparat abgebildete Objekteinheiten zum binokularen Einfachsehen verschmolzen, sofern die Disparation nicht zu groß ist (Panumsehen). Wenn also die Richtungswerte zweier Stellen der beiden Netzhäute, auf denen der gleiche Objektpunkt abgebildet wird, nicht zu sehr voneinander abweichen, dann wird dieser Objektpunkt durch sensorische Fusion binokular einfach gesehen. Die sensorische Fusion von in Panumgebieten disparat abgebildeten Objekteinheiten ist die notwendige Voraussetzung für eine stereoskopische Tiefenwahrnehmung⁹⁾¹³⁾. Voraussetzung für jegliche Fusion ist eine hinreichende Gleichheit beider Netzhautbilder (Fusionsreiz). Die Fusion geschieht unbewußt (Fusionszwang).

e. Heterophorie

Ein Augenpaar befindet sich in der „Ruhelage der Vergenz“, wenn die Fixierlinien beider Augen denjenigen Winkel miteinander bilden, bei welchem die Augen im Muskelgleichgewicht sind. Bei einem Stellungsfehler der Augen stimmt diese Ruhelage der Vergenz nicht mit der „Arbeitslage“ (auch Ortho-Lage genannt) überein, bei welcher beide Fixierlinien auf den binokular dargebotenen Fixationspunkt gerichtet sein müssen. Wird ein Stellungsfehler bei vorhandenen Fusionsreizen, wie sie im natürlichen Sehen stets vorliegen, durch Fusion überwunden, so handelt es sich um eine „Heterophorie“ (latenter Stellungsfehler). Bei „Orthophorie“ sind Ruhelage und Arbeitslage der Vergenz identisch.

2. Motorisch vollkompensierte Heterophorien

Bei jeder Heterophorie sind ihre Größe und Richtung maßgebend für den fusionalen Vergenzbedarf, also für die aus der Ruhelage der Vergenz heraus notwendige Vergenzänderung, um ideale Korrespondenz mit bifoveolärer Abbildung des Fixationspunktes zu erreichen (Arbeitslage). Liegt zum Beispiel eine Esophorie von 8 cm/m vor, so besteht ein fusionaler Divergenzbedarf von 8 cm/m, usw.

Jede Heterophorie ist anfänglich motorisch vollkompensiert; durch die Augenbewegungsmuskeln werden die Augen aus ihrer Ruhelage der Vergenz heraus in die Arbeitslage gezwungen. Diese motorische Vollfusion des binokular dargebotenen Fixationspunktes ist die Voraussetzung für die bei der Entwicklung des Binokularsehens zu erlernende ideale Korrespondenz mit bifoveolärer Fusion. Bei jeder motorisch vollkompensierten Heterophorie wird also der fusionale Vergenzbedarf vollständig durch fusionale Vergenz gedeckt, und das stellt eine immer in die gleiche Richtung gehende Dauerbelastung des Vergenzsystems dar⁸⁾¹²⁾. Diese Dauerbelastung wird so lange wie möglich aufrechterhalten, weil nur dadurch eine der Orthophorie gleichwertige sensorische Beziehung zwischen beiden Augen gewährleistet ist.

3. Dekompensierte Heterophorien

Bei vielen bislang motorisch vollkompensierten Heterophorien wird irgendwann aus irgendeiner Ursache heraus (z. B. Krankheit, erhöhter Streß, Alter) die motorische Dauerbelastung nicht mehr aufrechterhalten; die Heterophorie beginnt zu dekomensieren⁸⁾¹²⁾. Dabei weicht die Vergenz der Augen etwas von der Arbeitslage in Richtung Ruhelage ab. In der Regel bleibt eine der beiden Fixierlinien auf das binokulare Fixationsobjekt gerichtet (stellungs-

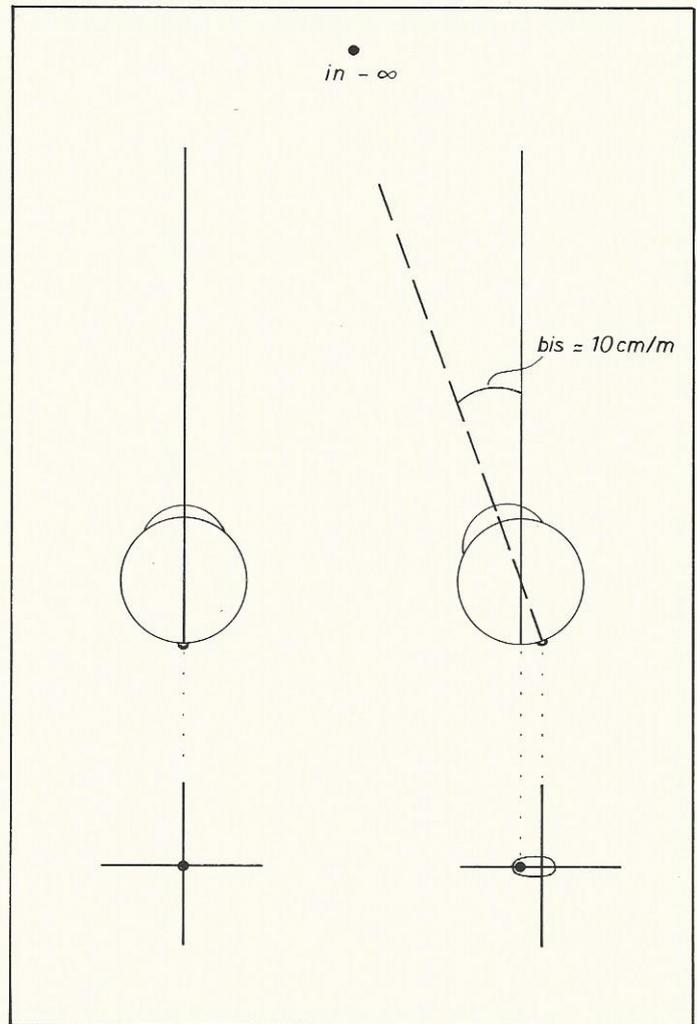


Abb. 4: Dekompensierte Esophorie mit disparater Fusion im nasal erweiterten fovealen Panumgebiet

mäßiges Führungsaug), aber im anderen Auge wird dieses Objekt nicht mehr in der Netzhautgrubenmitte (ideales Korrespondenzzentrum), sondern irgendwo im fovealen Panumgebiet bis hin zu seinem Rande abgebildet (nicht mit exzentrischer Fixation verwechseln!). Die Richtung dieser Abweichung ist durch die Art der Heterophorie gegeben, bei einer Esophorie wie im Beispiel von Abb. 3 nach nasal, usw. Beide Augen können sich in der stellungsmaßige Führung abwechseln (alternierende Führung).

Bei beginnender Dekompensation einer Heterophorie wird also der binokulare Fixationspunkt nicht mehr korrespondierend abgebildet, sondern disparat innerhalb des fovealen Panumgebietes des abweichenden Auges, obwohl die bifoveoläre Korrespondenz zunächst erhalten bleibt.

Und nun setzt die Fähigkeit der sensorischen Fusion für in Panumgebieten disparat abgebildete Objektpunkte auch für den Fixationspunkt ein, wodurch er weiterhin binokular einfach gesehen wird. Dieser erste Zustand der sensorischen Anpassung an eine dekomensierte Heterophorie (erste Art der Fixationsdisparation) heißt nach H.-J. Haase „disparate Fusion“, da es sich um eine (sensorische) Fusion des disparat abgebildeten Fixationspunktes handelt. Voraussetzung für die disparate Fusion ist wie für jede Fusion eine hinreichende Gleichheit der Netzhautbilder in beiden Augen. Nur für binokulare fusionierbare Fixationsobjekte nimmt die entsprechende disparate Netzhautstelle des abweichenden Auges den gleichen Richtungswert an wie die Netzhautgrubenmitte des Führungsauges (im abweichenden Auge ist das

Fusionszentrum gegenüber der Netzhautgrubenmitte verschoben, nicht das Korrespondenzzentrum!).

Zunächst geht die Dekompensation einer Heterophorie nur bis an den Rand des normalen fovealen Panumgebietes, über dessen Größe in der Literatur sehr unterschiedliche Angaben zu finden sind. Bei dieser „Dekompensation im normalen Panumgebiet“ wird etwa 1 cm/m an Vergenzabweichung aus der Arbeitslage möglich sein¹¹⁾. Ist die Heterophorie jedoch größer, so folgt das foveale Panumgebiet gewissermaßen dem Drang zur weiteren Dekompensation; es erweitert sich in Richtung der Ruhelage der Vergenz, bei einer Esophorie wie im Beispiel von *Abb. 4* also nach nasal, usw. Diese Erweiterung des fovealen Panumgebietes ist bis zu erstaunlich hohen Beträgen möglich. Wie jahrelange Messungen mit dem Zeiss-Polatest an mehr als tausend Augenpaaren gezeigt haben, finden sich zur Anpassung an dekompensierte Fern-Heterophorien Erweiterungen des fovealen Panumgebietes oft bis zu reichlich 4 cm/m in der durch die Heterophorie bestimmten Richtung, in Einzelfällen sogar bis zu etwa 10 cm/m! Das bedeutet mit anderen Worten, daß Heterophorien bis zur Größe von 10 cm/m möglicherweise vollständig dekompensieren können; sie sind dann sensorisch vollkompensiert, ohne daß noch eine *motorische* Fusionsleistung aufzubringen ist. Bei einer „Dekompensation im erweiterten Panumgebiet“ kann demnach das Bild des binokularen Fixationspunktes im abweichenden Auge (unter Aufrechterhaltung des binokularen Einfachsehens) bis an einen Ort in der Perifovea gelangt sein, an dem der Visus nur noch ungefähr 30% des Maximalvisus (Mitte der Netzhautgrube) beträgt.

Wird eine dekompensierte Heterophorie genügend lange (es gibt keine Antwort auf die Frage: „Wie lange ist das?“) im Zustand der disparaten Fusion belassen, also nicht prismatisch korrigiert, so verwandelt sich im Laufe der Zeit das im abweichenden Auge disparat liegende Fusionszentrum (Bildort des binokularen Fixationspunktes) in ein Korrespondenzzentrum. Dieser zweite Zustand der sensorischen Anpassung an eine dekompensierte Heterophorie (zweite Art der Fixationsdisparation) heißt nach *H.-J. Haase* „disparate Korrespondenz“, weil hierbei der im abweichenden Auge bezüglich der Netzhautgrubenmitte disparat abgebildete Fixationspunkt zu einer echten Korrespondenzverschiebung geführt hat.

Das neu erworbene Korrespondenzzentrum liegt innerhalb des normalen oder erweiterten fovealen Panumgebietes und wird als „disparates Korrespondenzzentrum“ bezeichnet (nicht mit *anomalem* Korrespondenzzentrum verwechseln, ein solches liegt *außerhalb* des fovealen Panumgebietes!). Bei einer Korrespondenzprüfung (mit unterschiedlichen Objekten für beide Augen) zeigt sich, daß dieser bezüglich der Netzhautgrubenmitte disparate Bildort im abweichenden Auge beim Binokularsehen (aber nicht im Monokularsehen!) den Richtungswert „Geradeaus“ unabhängig vom abgebildeten Objekt angenommen hat; er ist tatsächlich zum Korrespondenzzentrum geworden. Die Umschaltung der übrigen Richtungswerte erfolgt erst im Laufe der Zeit. Je länger die disparate Korrespondenz besteht, desto weiter hat sich vom Korrespondenzzentrum ausgehend die Richtungsumschaltung durchgesetzt; periphere Netzhautorte schalten später um als dem Zentrum unmittelbar benachbarte.

Wird einem solchen heterophorischen Augenpaar mit disparater Korrespondenz durch prismatische Vollkorrektur gestattet, seine Ruhelage der Vergenz bei bifoveolärer Abbildung des Fixationspunktes einzunehmen, dann liegen in den Netzhautgrubenmitten auch wieder (wie ursprünglich einmal erlernt) die Zentren der Korrespondenz; es wird wieder auf ideale Korrespondenz mit bifoveolärer Fusion zurückgeschaltet. Bei „junger disparater Korrespondenz“ geht dieses Zurückschalten auf bifoveoläre Korrespondenz spontan vonstatten, bei „alter disparater Korrespondenz“ unter Umständen nicht mehr spontan. Je älter eine disparate Korrespondenz geworden ist, desto langsamer setzt sich die Rückschaltung auf die ursprünglich einmal erlernten binokularen Richtungswerte der idealen Korrespondenz mit bifoveolärer Fusion wieder durch.

4. Sehstörungen und Anstrengungsbeschwerden

Im Gefolge einer unkorrigierten Heterophorie können Auswirkungen auf das Sehen und auf das Allgemeinbefinden auftreten. Für die weiteren Erörterungen wird zwischen Sehstörungen und Anstrengungsbeschwerden unterschieden.

Bei den Leistungsverminderungen des Sehvorganges kann es sich um folgende nachweisbare Sehstörungen handeln:

1. Verringerter oder nur mit zeitlicher Verzögerung erreichbarer binokularer Maximalvisus
2. Verringerter monokularer Visus einseitig oder beiderseits
3. Monokulare Fixationsschwierigkeiten einseitig oder beiderseits
4. Verzögerte Stereowahrnehmung von vor oder/und hinter dem Fixationspunkt auftauchenden Objekten (Stereo-Verzögerung)
5. Falsche stereoskopische Richtungswahrnehmung von vor oder/und hinter dem Fixationspunkt liegenden Objekten (Stereo-Prävalenz)
6. Verringerte Tiefensehschärfe
7. Fehlende Stereopsis
8. Verringerte fusionale Vergenzbreiten
9. Zeitweilige Ansätze zu Doppelbildern (transitorische Diplopie)

Manche dieser Sehstörungen werden dem Heterophoriker in irgendeiner Situation des freien Sehens bewußt und veranlassen ihn, den Rat eines erfahrenen Brillenbestimmers zu suchen. Häufig jedoch werden vorliegende Sehstörungen nicht bemerkt, wenn sie sich verhältnismäßig langsam entwickelt haben, und deshalb wird das vorhandene nicht optimale Sehen oft für *normal* gehalten.

Die meisten das subjektive Wohlbefinden beeinträchtigenden Anstrengungsbeschwerden, die als Folge einer motorischen Dauerbelastung des Vergenzsystems auftreten können (Kopfschmerzen, Augenbrennen, usw.), sind in der Literatur ausführlich beschrieben worden³⁾⁵⁾.

5. Auswirkungen dekompensierter Heterophorien

Solange eine Heterophorie motorisch vollkompensiert ist, können die zuvor aufgeführten Sehstörungen nicht auftreten, da die Augen in diesem Zustand sensorisch ideal zusammenarbeiten. Erst die Dekompensation einer Heterophorie kann zu verschiedenen Sehstörungen führen.

a. Disparate Fusion im normalen Panumgebiet

Bei einer disparaten Fusion im normalen Panumgebiet liegt das Bild des binokularen Fixationspunktes im abweichenden Auge ein wenig außerhalb der Netzhautgrubenmitte und damit nicht mehr am Ort des größten Auflösungsvermögens. Der binokulare Maximalvisus, der bei idealer sensorischer Zusammenarbeit beider Augen *merklich* höher ist als der monokulare Maximalvisus, wird bei einer Abweichung der Vergenz von der Arbeitslage nicht mehr erreicht. Der binokulare Visus ist in diesem Zustand allenfalls *wenig* höher als der monokulare Visus des Führungsauges; nur wenn die Augen bis zur bifoveolären Abbildung des Fixationspunktes „motorisch nachfusionieren“, kann der binokulare Maximalvisus wieder erreicht werden:

Sehstörung (1).

Liegt das Bild des binokularen Fixationspunktes im abweichenden Auge am Rand des fovealen Panumbereiches, so sind Schwierigkeiten bei der stereoskopischen Erkennung von vor oder/und hinter dem Fixationspunkt liegenden Objekten die Folge. Bei temporaler Lage des Fixationspunktes wie im Beispiel der dekompensierten Exophorie von *Abb. 5* werden diese Erkennungsschwierigkeiten für Objekte mit temporaler Querdissipation entstehen und umgekehrt. Zur einwandfreien stereoskopischen Wahrnehmung solcher Objekte muß ebenfalls auf bifoveoläre Abbildung des Fixationspunktes „motorisch nachfusioniert“ werden. Diese Nachfusion findet bei entsprechenden Sehaufgaben statt und benötigt eine gewisse Zeit: Sehstörung (4).

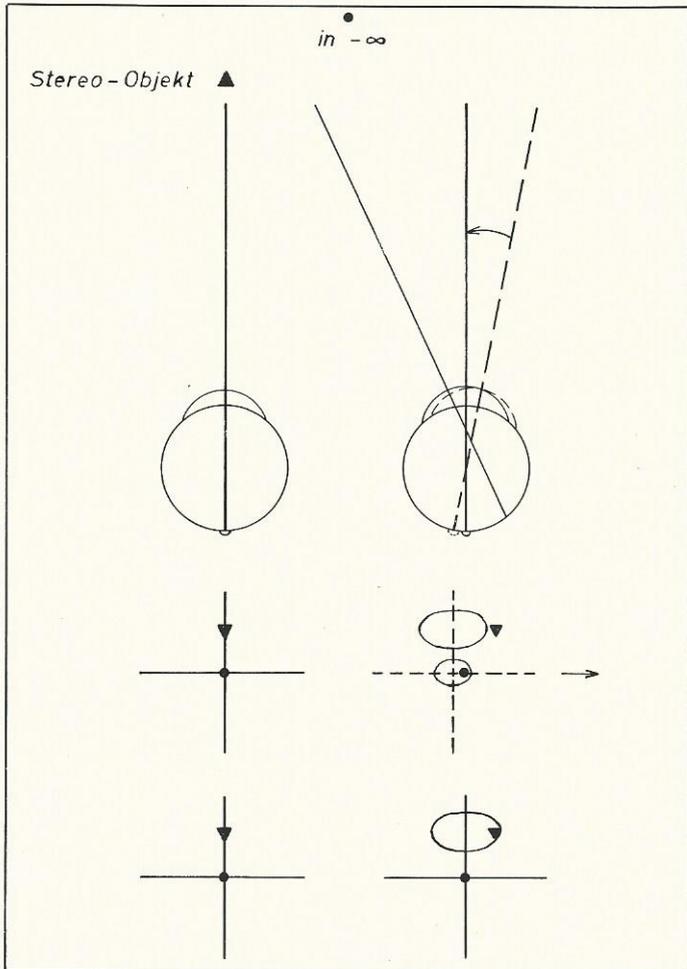


Abb. 5: Motorische Nachfusion bei dekompenzierter Exophorie zur stereoskopischen Erkennung von Objekten vor dem Fixationspunkt.

Bei Exophorie kann also eine Stereo-Verzögerung für Objekte vor dem Fixationspunkt auftreten, bei Esophorie für Objekte hinter dem Fixationspunkt, und bei einer Höhenphorie für Objekte vor und hinter dem Fixationspunkt.

Besonders ungünstig wirken sich die Sehstörungen (1) und (4) im Zusammenhang mit Blickbewegungen und bei der Geschwindigkeitsschätzung aus.

Ist von einer vorliegenden Heterophorie nur ein Teil sensorisch kompensiert, so muß zum binokularen Einfachsehen der Restbetrag motorisch kompensiert werden. Wird bei starker Ermüdung (besonders beim Sehen in die Nähe) diese motorische Kompensation zeitweise zu schwierig, so werden Ansätze zu Doppelbildern beobachtet: Sehstörung (9).

b. Disparate Fusion im erweiterten Panumgebiet

Bei disparater Fusion im erweiterten Panumgebiet treten die unter a. geschilderten Sehstörungen noch ausgeprägter in Erscheinung, besonders beim Sehen in die Nähe. Darüber hinaus können sich Hemmungszonen im abweichenden Auge (bei alternierender Führung also in beiden Augen) entwickeln, und zwar in der Netzhautgrubenmitte und im Fusionszentrum. Durch diese im Binokularsehen vorliegenden Hemmungen werden die Fusionsreize geschwächt; die motorische Nachfusion, die jetzt ohnehin eine größere Vergenzänderung bewirken muß, fällt dem Vergenzsystem schwerer. Außerdem zeigt sich eine Verringerung der fusionalen Vergenzbreiten: Sehstörung (8).

c. Junge disparate Korrespondenz

Hat sich aus einer disparaten Fusion eine disparate Korrespondenz entwickelt, so treten die unter a. bzw. b. geschilderten Sehstörungen in weiter verstärktem Maße auf. Das wird insbesondere bei der Stereo-Verzögerung deutlich; bei einer jungen disparaten Korrespondenz kann nämlich bei besonders diffizilen Sehaufgaben immer noch auf bifoveoläre Abbildung des Fixationspunktes motorisch nachfusioniert werden (fakultative bifoveoläre Korrespondenz). Es kann dann länger als 30 Sekunden dauern, bis ein plötzlich dargebotenes Stereo-Objekt räumlich richtig lokalisiert wird. Häufig werden Stereo-Objekte sogar dauernd in einem zu geringen räumlichen Abstand vom binokularen Fixationspunkt wahrgenommen: Sehstörung (6).

d. Alte disparate Korrespondenz

Bei einer älter werdenden disparaten Korrespondenz geht die Fähigkeit zur motorischen Nachfusion auf bifoveoläre Abbildung des Fixationspunktes mehr und mehr verloren. Dadurch besteht schließlich die Sehstörung (1) in einem ständig verringerten binokularen Visus und die Sehstörung (4) ist nicht mehr vorhanden. Entweder liegt noch Stereopsis mit falscher Richtungswahrnehmung und verringerter Tiefensehschärfe vor: Sehstörungen (5) und (6), oder die Fähigkeit zur binokular räumlichen Wahrnehmung aufgrund querdissparater Abbildungen ist verlernt worden: Sehstörung (7).

Liegt alte disparate Korrespondenz im erweiterten Panumgebiet vor, dann verfestigen sich die Hemmungen im abweichenden Auge allmählich so sehr, daß sie sich nun auch im Monokularsehen

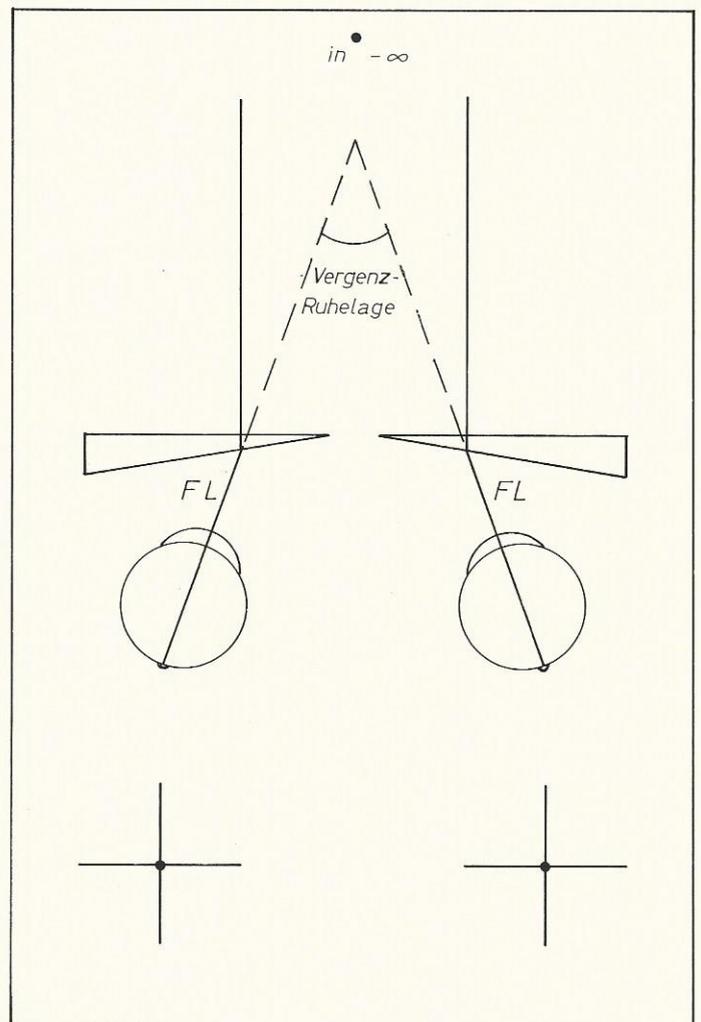


Abb. 6: Prismatisch vollkorrigierte Esophorie

mehr und mehr auswirken. Schon bei der Refraktionsbestimmung werden dann ein verringerter Visus und zögerndes, ruckweises Lesen der einzelnen Optotypen auffallen: Sehstörungen (2) und (3).

Sensorisch vollkompensierte Heterophorien mit alter disparater Korrespondenz sind mit keinen Anstrengungsbeschwerden für die Ferne mehr verbunden, da in diesem Zustand die Augen beim Sehen in die Ferne ständig in ihrer Ruhelage der Vergenz stehen, während zumindest beim Vorliegen von Hemmungen erhebliche Nahstörungen aufzutreten pflegen. Eine prismatische Vollkorrektur beseitigt in der Regel alle durch die Dekompensation entstandenen Sehstörungen.

6. Auswirkungen prismatischer Korrektionsgläser

Genau wie sphärische und zylindrische Brillengläser die Fernpunktlagen der Augen nicht beeinflussen, ändern prismatische Brillengläser nichts an der Ruhelage der Vergenz eines Augenpaares. Genau wie refraktiv vollkorrigierende Brillengläser einen fernen Fixationspunkt lediglich in die Fernpunkte der Augen abbilden, sorgen binokular vollkorrigierende Prismen durch Brechung der (vom Fixationspunkt ausgehenden) Hauptstrahlen lediglich dafür, daß die Augen in ihrer Vergenzruhelage diesen Fixationspunkt bei bifoveolärer Abbildung binokular einfach sehen.

Allgemein ausgedrückt bewirken prismatische Brillengläser eine gegenüber dem freien Sehen veränderte *Arbeitslage cc* für die Vergenz der Augen. Binokular vollkorrigierende prismatische Brillengläser schaffen diejenige *Arbeitslage cc*, bei der sich die Augen im Muskelgleichgewicht befinden.

Diese Tatsache wird durch *Abb. 6* für das Beispiel einer Esophorie veranschaulicht. Die Auswirkung prismatischer Brillengläser zur Vollkorrektur einer Heterophorie besteht also in der Herstellung von „Orthophorie cc“ (genau wie refraktiv vollkorrigierende Gläser „Emmetropie cc“ herstellen); beim Blick auf ein fernes Objekt befinden sich die Augen dann (akkommodationslos) in ihrer Fernruhelage der Vergenz. Damit ist der natürliche Zusammenhang zwischen Konvergenz und Akkommodation aus der jeweiligen Ruhelage heraus für den Blick in die Nähe wiederhergestellt. Deshalb ist die prismatische Vollkorrektur von Fern-Heterophorien empfehlenswert.

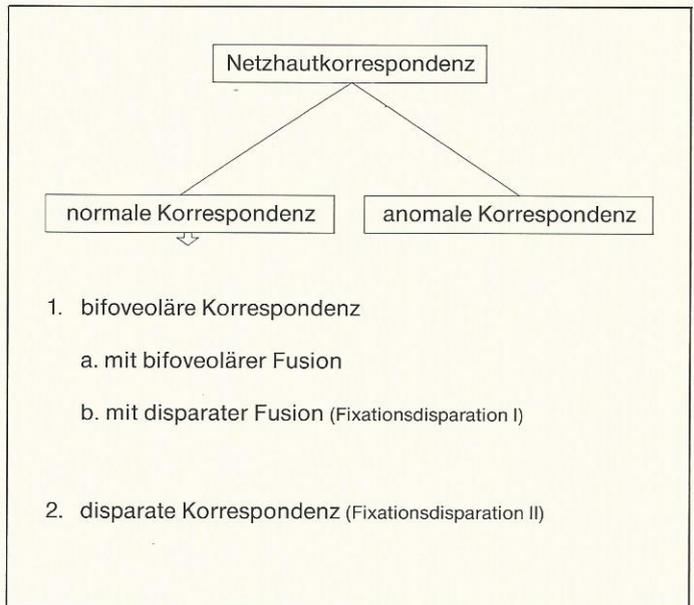


Abb. 7: Arten der Netzhautkorrespondenz

7. Zusammenfassung

Einleitend wurden einige Begriffe aus der Optometrie erläutert; die wichtigsten Ausdrücke zur Netzhautkorrespondenz sind in *Abb. 7* noch einmal zusammengestellt. Dann wurden die Grundzüge der von *H.-J. Haase* entwickelten Theorie der dekompenzierten Heterophorien dargestellt⁸⁾. Diese Theorie hat sich im Laufe von zwanzig Jahren nicht nur an der Staatlichen Fachschule für Optik und Fototechnik Berlin praktisch bewährt⁴⁾⁷⁾¹²⁾. Auf der Grundlage dieser praktischen Erfahrungen wurden die mit den einzelnen Stadien der sensorischen Anpassung an dekompenzierte Heterophorien verbundenen Sehstörungen geschildert. Aus der erwiesenen Korrektionsfähigkeit dekompenzierter Heterophorien wird schließlich die Empfehlung abgeleitet, zumindest jede dekompenzierte Fern-Heterophorie prismatisch in vollem Betrage zu korrigieren.

A

Anschrift des Verfassers:
Dr. Helmut Goersch
Westhofener Weg 30
1 Berlin 38

Literaturhinweise:

- 1) DIN 58 208
„Begriffe und Zeichen bei Brillengläsern in Verbindung mit dem menschlichen Auge“ Beuth Verlag Berlin (April 1972)
- 2) „Handbuch für Augenoptik“ Herausg. Carl Zeiss Oberkochen (1977)
- 3) *Baumann, Heinz E.*
„Die Bedeutung der binokularen Anomalien für die Genese des Kopfschmerzes“ *Optometrie* 6 (1965) 154–176; „Muskuläre Asthenopie und Kopfschmerz bei manifesten und latenten Störungen des Binokularsehens“ *Zeiss-Mitt.* 4 (1966) 133–182; „Zum Problem der optischen Korrektur bei asthenopischen Beschwerden“ *Augenärztl. Fortbild.* 3,1 (1975) 72–77
- 4) *Bosshard, Eduard*
„Ergebnisse einer Erprobung des Polatest-Gerätes“ *SOZ* 2 (1960); „Über den optischen Ausgleich von Heterophorien“ *SOZ* 8 (1964)
- 5) *Brückner, Roland*
„Prismenbehandlung von Heterophoriebeschwerden“ *Augenärztl. Fortbild.* 3,1 (1975) 78–94
- 6) *Diepes, Heinz*
„Beidäugiges Sehen“ *ZVA-Inform-Diaserie* (1976)
- 7) *Forst, Günter*
„Vergleich der Ergebnisse von Heterophorie-Korrekturen nach verschiedenen Methoden“ *Der Augenoptiker* 9 (1973)
- 8) *Haase, Hans-Joachim*
„Über binokulare Prüfverfahren, das binokulare Sehen, seine nicht krankhaften Anomalien und ihren optischen Ausgleich“ 16 Folgen in *Der Augenoptiker* 10 (1957) bis 1 (1961); „Binokulare Korrektur“ *Optometrie* 2, 3 und 4 (1959); „Grenzfälle der Heterophorie-Korrektur“ *Optometrie* 1 und 2 (1960); „Latente Heterophorien“ *Vorträge und Referate vom Internat. Augenoptikerkongreß Berlin (1962)* Energie Verlag Heidelberg; „Methoden der Heterophorie-Korrektur“ *Der Augenoptiker* 9 (1973); „Zur Fixationsdisparation: Eine erweiterte Theorie und praktische Folgerungen“ Vortrag auf dem 28. Jahreskongreß der WVAO in Karlsruhe (noch nicht gedruckt)
- 9) *Haberich, F. J.*
„Physiologie des Binokularsehens mit besonderer Berücksichtigung des räumlichen Sehens“ *SOZ* 12 (1973) 866–874; „Die Entwicklung des Sehens beim Menschen“ *SOZ* 5 (1975) 308–316
- 10) *Mackensen, G.*
„Untersuchung der Motilität und der Binokularfunktion“ (in „Die ophthalmologischen Untersuchungsmethoden“) Ferdinand Enke Verlag Stuttgart (1976)
- 11) *Monjé, M.; Stingl, H. und de Decker, W.*
„Fixationsdisparität bei peripherem und zentralem Binokularsehen unter phorischer Belastung“ *Albr. v. Graefes Arch. klin. exp. Ophthalm.* 194 (1975) 95–107
- 12) *Pestalozzi, D.*
„Probleme des beidäugigen Sehens aus augenärztlicher Sicht“ *NOJ* 6 (1975) 429–436
- 13) *Ueberschaar, G.*
„Das binokulare Sehen“ 7 Folgen in *Augenoptik* 1 (1975) bis 1 (1976)