

Dr. Helmut Goersch, Berlin

Einführung in das Binokularsehen

Teil VIII (Fortsetzung aus Heft 5/1984)

Die Serie „Einführung in das Binokularsehen“ wurde nach dem Teil VII unterbrochen, um die Festlegung einiger Begriffe zur Sensorik des Binokularsehens (insbesondere zur Stereopsis und Fixationsdisparation) durch den DIN-Arbeitsausschuß „Begriffe der physiologischen Optik“ (Leitung: Frau Prof.E.Aulhorn, Tübingen) abzuwarten. Diese Festlegungen sind inzwischen erfolgt, die DIN 5340 „Begriffe der physiologischen Optik“ (3) ist im Oktober 1986 erschienen, und die Serie soll nun mit drei weiteren Teilen zu Ende geführt werden.

4.5 Fusionsreize

Im Abschnitt 2.5 finden sich bereits die Erklärungen für die Begriffe *Fusion* (Definition 10), *motorische Fusion* (Definition 11) und *sensorische Fusion* (Definition 12). Hier soll nun auf weitere Begriffe zur Fusion und ihre Bedeutung für das sensomotorische Zusammenspiel der Augen eingegangen werden. Da bei dieser Erörterung die häufig mit den Begriffen Konvergenzstellung und Divergenzstellung verwechselten Begriffe *Esostellung* und *Exostellung* verwendet werden, sollen diese Begriffe zuerst beschrieben und mit den Begriffen Konvergenzstellung, Divergenzstellung und Parallelstellung für alle vorkommenden Fälle verglichen werden.

Die in Tabelle 7 (Abschnitt 2.2) erklärten Begriffe Konvergenzstellung und Divergenzstellung haben die Parallelstellung der Fixierlinien als Bezugsgröße, sie geben also eine absolute Horizontal-Vergenzstellung an (das heißt nach innen oder außen gerichtete Fixierlinien). Davon begrifflich zu unterscheiden sind die horizontalen Vergenzstellungen *Esostellung* und *Exostellung*, die sich als relative Horizontal-Vergenzstellungen auf die jeweilige Orthostellung (Definition 5) beziehen. Weichen die Augen von der Orthostellung nach innen ab, so nehmen sie eine „Esostellung“ ein.

Definition 78 Esostellung
Vergenzstellung, bei der sich die Fixierlinien beider Augen vor dem dargebotenen Fixationspunkt schneiden.

Bei einer Esostellung liegt der Bildort des Fixationspunktes im abweichenden Auge immer nasal vom vertikalen Netzhautmeridian. Im freien Sehen ist eine Esostellung bei jeder Entfernung des Fixationspunktes eine Konvergenzstellung (Abb. 40). Auch wenn in den Durchblickpunkten einer Brille ei-

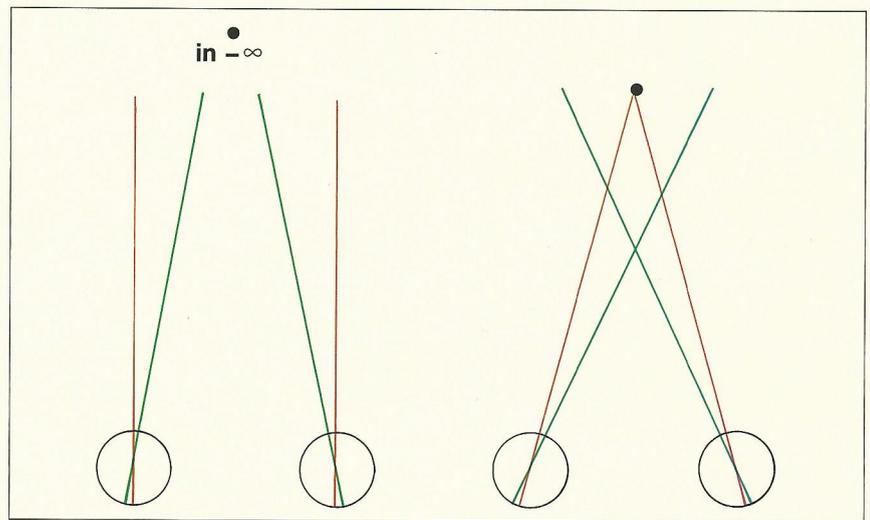


Abb. 40

ne binokular-prismatische Wirkung mit Basis außen herrscht (was für jede Entfernung des Fixationspunktes zu einer konvergenten Orthostellung cc führt), ist eine Esostellung der Augen immer eine Konvergenzstellung. Wenn aber in den Durchblickpunkten einer Brille eine binokular-prismatische Wirkung mit Basis innen herrscht, gibt es mehrere Möglichkeiten:

Für einen (unendlich) fernen Fixationspunkt ergibt sich eine divergente Orthostellung cc, und dann kann eine Esostellung außer einer Konvergenzstellung auch eine (im Vergleich zur

Orthostellung geringere) Divergenzstellung oder die Parallelstellung sein (Abb. 41). Für einen nahen Fixationspunkt kommt es darauf an, wie groß der nach Formel 1 (Abschnitt 2.4) zu bestimmende freie Konvergenzbedarf im Vergleich zum Betrag der binokular-prismatischen Wirkung ist. Wenn der freie Konvergenzbedarf kleiner ist als der Betrag der Basis-innen-Wirkung, dann ergibt sich eine divergente Orthostellung cc mit den oben aufgeführten Möglichkeiten für eine Esostellung. Ist jedoch der freie Konvergenzbedarf entweder gleich der Prismenwirkung (Orthostellung cc ist dabei die Parallelstellung), oder größer als der Betrag der Basis-innen-Wirkung (Orthostellung cc ist dabei eine Konvergenzstellung), dann ist eine Esostellung der Augen immer eine Konvergenzstellung. Weichen die Augen von der Orthostellung nach außen ab, so nehmen sie eine „Exostellung“ ein.

Definition 79 Exostellung
Vergenzstellung, bei der sich die Fixierlinien beider Augen hinter dem dargebotenen Fixationspunkt schneiden.

Bei der Exostellung liegt der Bildort des Fixationspunktes im abweichenden Auge immer temporal vom vertikalen Netzhautmeridian. Im freien Sehen ist eine Exostellung nur bei (unendlich) fernem Fixationspunkt immer eine Divergenzstellung, bei nahem Fixationspunkt kann eine Exostellung außer einer Divergenzstellung auch eine (im Vergleich zur Orthostellung

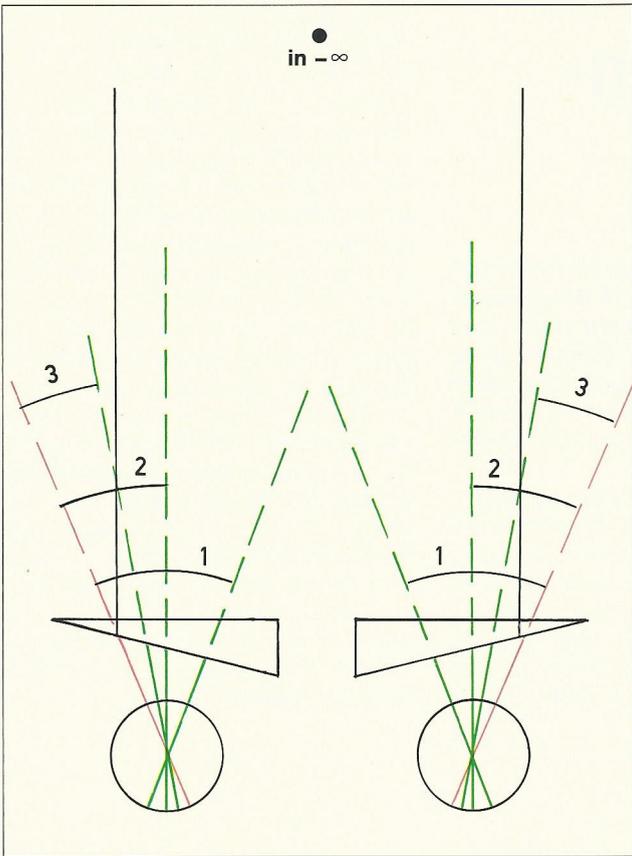


Abb. 41

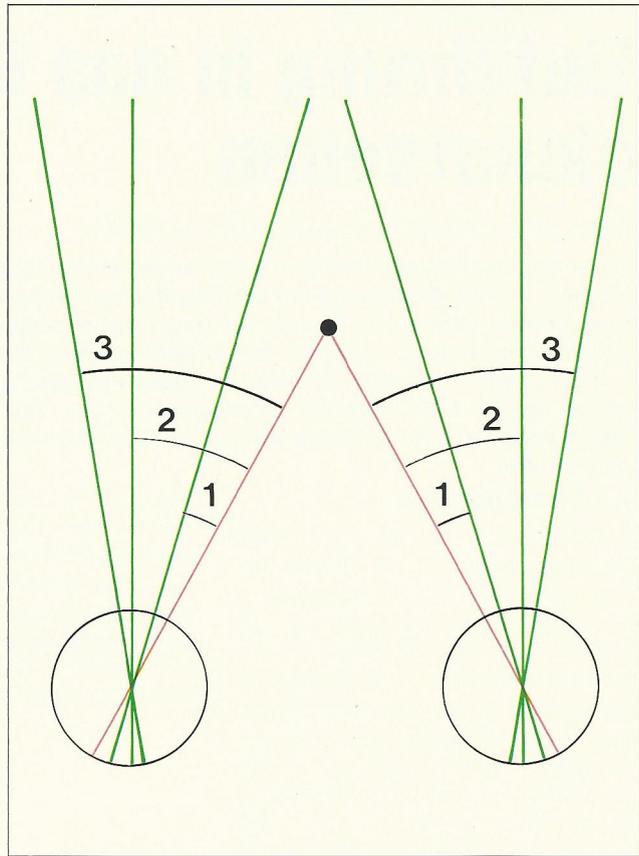


Abb. 42

geringere) Konvergenzstellung oder die Parallelstellung sein (Abb. 42). Eine in den Durchblickpunkten einer Brille vorhandene binokular-prismatische Wirkung mit Basis außen führt bei jeder Entfernung des Fixationspunktes zu einer konvergenten Orthostellung cc und damit zu den gleichen Möglichkeiten für eine Exostellung der Augen wie bei nahem Fixationspunkt im freien Sehen. Wenn aber in den Durchblickpunkten einer Brille eine binokular-prismatische Wirkung mit Basis innen herrscht, gibt es wieder mehrere Möglichkeiten:

Führt die Basis-innen-Wirkung entweder zu einer divergenten Orthostellung cc (was bei fernem Fixationspunkt immer zutrifft, aber bei nahem Fixationspunkt nur dann, wenn die binokular-prismatische Basis-innen-Wirkung dem Betrag nach größer ist als der freie Konvergenzbedarf) oder zur parallelen Orthostellung cc (was nur bei nahem Fixationspunkt möglich ist, wenn nämlich der Betrag der Basis-innen-Wirkung gleich dem freien Konvergenzbedarf ist), dann ist eine Exostellung der Augen immer ei-

ne Divergenzstellung. Ergibt bei nahem Fixationspunkt die Basis-innen-Wirkung dagegen eine konvergente Orthostellung cc (was zutrifft, wenn die Basis-innen-Wirkung dem Betrag nach kleiner ist als der freie Konvergenzbedarf), dann sind wieder die gleichen Möglichkeiten für eine Exostellung der Augen vorhanden wie bei nahem Fixationspunkt im freien Sehen.

Die einzelnen Möglichkeiten für Eso- und Exostellungen hängen also immer davon ab, ob die Orthostellung eine Konvergenzstellung, eine Divergenzstellung oder die Parallelstellung ist; in Tabelle 13 sind alle Möglichkeiten noch einmal zusammengefaßt. Den beiden Augen eines Augenpaares möge nun ein binokular sichtbarer Fixationspunkt dargeboten werden. Dieses „Objekt des Interesses“

Möglichkeiten für die Art der Orthostellung	Esostellung	Exostellung
Konvergenzstellung	Konvergenzstellung	Konvergenzstellung Parallelstellung Divergenzstellung
Parallelstellung	Konvergenzstellung	Divergenzstellung
Divergenzstellung	Konvergenzstellung Parallelstellung Divergenzstellung	Divergenzstellung

Tabelle 13: Übersicht über die möglichen Eso- und Exostellungen in Abhängigkeit von der Art der Orthostellung

(engl.: object of regard, (36, S.4) übt einen starken Fusionsreiz aus, der die Augen im Idealfall durch motorische Fusion in die Orthostellung bringt. Der Fixationspunkt wird dadurch in den Zentren der beiden Foveolae abgebildet. Bei diesem „Sehen mit bizertraler Fixation“ ist der Horopter (Definition 67) durch den Fixationspunkt bestimmt. Alle Objektpunkte auf dem Horopter werden gleichzeitig mit dem Fixationspunkt auf jeweils korrespondierende Netzhautstellen beider Augen abgebildet und liefern einen gleichgearteten Fusionsreiz. Ein solcher Fusionsreiz, der die Augen in die Orthostellung zu ziehen versucht (und sie im Idealfall in der Orthostellung festhält), wird als „orthopetaler“ Fusionsreiz bezeichnet (92).

Definition 80 Orthopetaler Fusionsreiz

Vom Objekt des Interesses und allen anderen auf dem durch dieses Objekt bestimmten Horopter ausgehender Fusionsreiz zur Einnahme und Aufrechterhaltung der Orthostellung.

Genau genommen geht von Bildern auf korrespondierenden Netzhautstellen gar kein Fusionsreiz im Sinne eines Anreizes zu einer Vergenz (motorische Fusion, Definition 11) aus, denn ein solcher Fusionsreiz kommt immer dadurch zustande, daß sich die Richtungswerte der abbildungsgleichen Netzhautstellen (Definition 70) voneinander unterscheiden. Ziel eines jeden Fusionsreizes (im Sinne einer motorischen Fusion) ist es nämlich, die Disparation der Netzhautbilder des Objektes, welche diesen Fusionsreiz auslösen, zu beseitigen. Jeder Anreiz zur motorischen Fusion hört deshalb in demjenigen Moment auf, in dem die auslösenden Netzhautbilder auf korrespondierenden Netzhautstellen angelangt sind. Orthopetale Fusionsreize zur Aufrechterhaltung einer einmal erreichten Orthostellung sind also im Grunde bedingt durch die kleinen unregelmäßigen (das heißt in Richtung und Größe wechselnden) Disparationen, mit denen der Fixationspunkt und die anderen auf dem Horopter befindlichen Objektpunkte infolge des physiologischen Mikro-Nystagmus abgebildet werden.

Befindet sich ein Augenpaar in der

Orthostellung, so liefern Objekte vor und hinter dem Horopter disparate Netzhautbilder (siehe Abb. 37). Da disparate fusionierbare Netzhautbilder immer auch einen motorischen Fusionsreiz ausüben, gehen von allen nicht auf dem Horopter liegenden Objektpunkten Fusionsreize aus, welche die Augen aus der Orthostellung wegzuziehen versuchen. Solche Fusionsreize werden deshalb „orthofugale“ Fusionsreize genannt.

Definition 81 Orthofugaler Fusionsreiz

Fusionsreiz, der das Augenpaar aus der Orthostellung wegzuziehen versucht.

Orthofugale Fusionsreize wirken unterschiedlich, je nachdem ob sie von Objekten vor oder hinter dem Horopter ausgehen. Da Objekte vor dem Horopter temporal querdisparate Netzhautbilder liefern, versucht der dadurch bedingte Fusionsreiz das Augenpaar in eine Esostellung (Definition 78) zu bringen. Diese Art eines orthofugalen Fusionsreizes heißt deshalb „esopetaler“ Fusionsreiz.

Definition 82 Esopetaler Fusionsreiz

Orthofugaler Fusionsreiz, der die Augen in eine Esostellung zu ziehen versucht.

Objekte hinter dem Horopter liefern dagegen durch ihre nasal querdisparaten Netzhautbilder orthofugale Fusionsreize, die das Augenpaar in eine Exostellung (Definition 79) zu bringen suchen. Ein solcher Fusionsreiz wird daher „exopetal“ genannt (92).

Definition 83 Exopetaler Fusionsreiz

Orthofugaler Fusionsreiz, der die Augen in eine Exostellung zu ziehen versucht.

Im natürlichen Sehen ergeben sich durch die ständig vorhandenen esopetalen und exopetalen Fusionsreize aber (zumindest für orthophorische Augen) keinerlei Probleme, denn die Aufmerksamkeit gilt dem „Objekt des Interesses“, und die Wirksamkeit der orthopetalen Fusionsreize überwiegt. Sind dagegen in einer Binokular-Prüfeinrichtung orthofugale Fusionsreize vorhanden, so muß durch diese (un-

gewollten) Fusionsreize mit falschen Meßergebnissen gerechnet werden (39, S.27). Solche Verfälschungen sind insbesondere dann zu befürchten, wenn orthofugale Fusionsreize in vertikaler Richtung wirken (wie das zum Beispiel beim Gleichgewichtsverfahren nach v. Graefe der Fall ist).

Abweichungen von der Orthostellung in vertikaler Richtung sollen in „Hyperstellung“ und „Hypostellung“ unterschieden werden, wobei sich diese Benennungen auf das rechte Auge beziehen.

Definition 84 Hyperstellung

Vergenzstellung, bei der die Fixierlinie des rechten Auges nach oben bzw. diejenige des linken nach unten von der Orthostellung abweicht.

Definition 85 Hypostellung

Vergenzstellung, bei der die Fixierlinie des rechten Auges nach unten bzw. diejenige des linken nach oben von der Orthostellung abweicht.

Dementsprechend sind vertikal wirkende orthofugale Fusionsreize in „hyperpetal“ und „hypopetal“ zu unterteilen.

Definition 86 Hyperpetaler Fusionsreiz

Orthofugaler Fusionsreiz, der die Augen in eine Hyperstellung zu ziehen versucht.

Definition 87 Hypopetaler Fusionsreiz

Orthofugaler Fusionsreiz, der die Augen in eine Hypostellung zu ziehen versucht.

Die orthopetalen und orthofugalen Fusionsreize sind in Abb. 43 noch einmal zusammengestellt.

Da sich alle diesbezüglichen Erörterungen auf ein kopffestes Koordinatensystem beziehen (siehe Abschnitt 2.2), kann es im natürlichen Sehen nur für in normaler Kopfhaltung ungleich hoch liegende Augen vertikal wirkende Fusionsreize geben. Die Orthostellung selbst enthält in diesem Fall für nahe Objekte eine vertikale Komponente, und zwar eine positive Vertikalvergenzstellung (siehe Tabelle 7), wenn das rechte Auge tiefer liegt als das linke, und eine negative Verti-

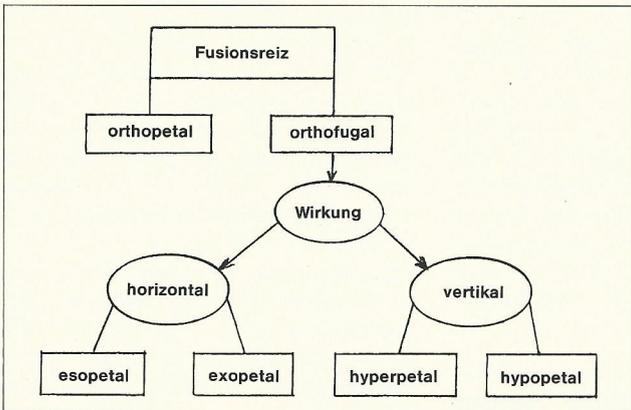


Abb. 43

kalvergenzstellung, wenn das rechte Auge höher liegt. (Dabei müßte sinnvollerweise in Tabelle 7 bei der Erklärung für die Vertikalvergenzstellungen das Wort „steht“ durch die Wörter „gerichtet ist“ ersetzt werden.) Liegt das rechte Auge höher als das linke, dann üben Objekte hinter dem Horopter hyperpetale Fusionsreize aus und Objekte vor dem Horopter hypopetale. Wenn das rechte Auge tiefer liegt als das linke, ist es umgekehrt. Für die Relation zwischen Hyperstellung und Hypostellung einerseits sowie positiver und negativer Vertikalvergenzstellung andererseits gilt das für die Möglichkeiten der Eso- und Exostellung dargestellte in entsprechender Weise, was in Tabelle 14 zusammengestellt ist.

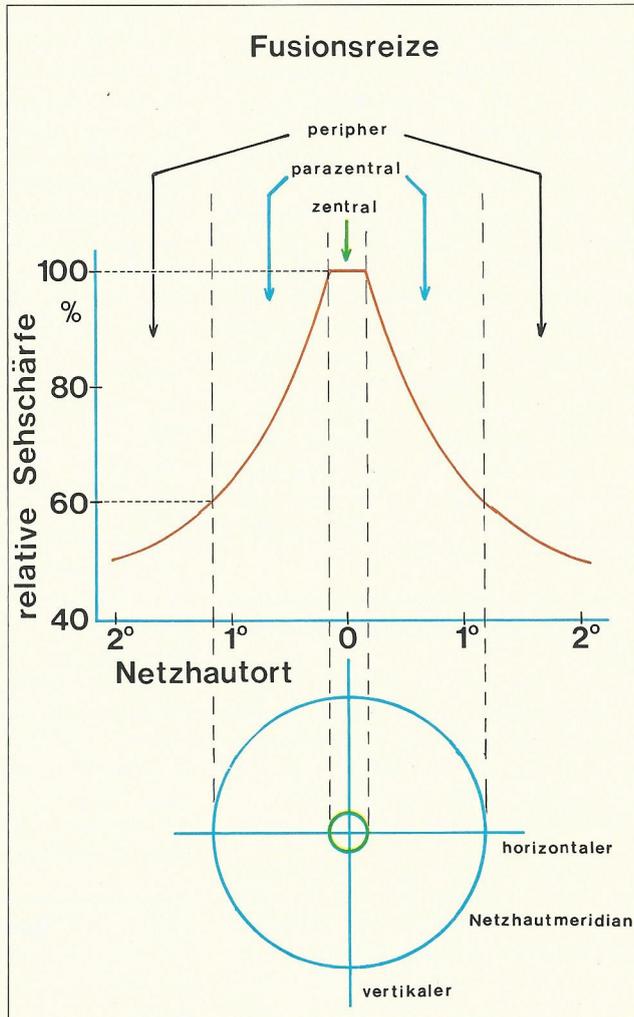


Abb. 44

Möglichkeiten für die Art der Orthostellung	Hyperstellung	Hypostellung
Positive Vertikalvergenzstellung	Positive Vertikalvergenzstellung	Positive Vertikalvergenzstellung Parallelstellung Negative Vertikalvergenzstellung
Parallelstellung	Positive Vertikalvergenzstellung	Negative Vertikalvergenzstellung
Negative Vertikalvergenzstellung	Positive Vertikalvergenzstellung Parallelstellung Negative Vertikalvergenzstellung	Negative Vertikalvergenzstellung

Tabelle 14: Übersicht über die möglichen Hyper- und Hypostellungen in Abhängigkeit von der Art der Orthostellung

Befinden sich die Augen (genau genommen die optischen Augendrehpunkte beider Augen) bei normaler Kopfhaltung in gleicher Höhe, dann gibt es im natürlichen Sehen keine vertikal wirkenden Fusionsreize. Folgen gleich hoch liegende Augen einem in einem binokularen Trennerverfahren vorhandenen hyperpetalen Fusionsreiz, so ergibt sich eine positive Vertikalvergenzstellung, bei hypopetalem Fusionsreiz eine negative Vertikalvergenzstellung.

Weiterhin ist es zweckmäßig, eine Einteilung der Fusionsreize bezüglich des Netzhautortes für die auslösenden Netzhautbilder zu treffen. Hierzu wird zwischen zentralen, parazentralen und peripheren Fusionsreizen unterschieden. „Zentrale“ Fusionsreize ergeben sich durch Netzhautbilder in dem kleinen Gebiet des schärfsten Sehens, also in einem Bereich um die

Netzhautgrubenmitte herum mit einem Durchmesser von ungefähr 20 Winkelminuten (Knotenpunktswinkel).

Definition 88 Zentraler Fusionsreiz
Fusionsreiz, der durch Netzhautbilder im Gebiet des schärfsten Sehens verursacht wird.

„Parazentrale“ Fusionsreize werden durch Netzhautbilder geliefert, die außerhalb des Gebietes des schärfsten Sehens, aber noch innerhalb des von Stäbchen freien Netzhautbereiches liegen. Das ist ein kreisringförmiger Bereich mit einem Winkeldurchmesser zwischen etwa 20 Minuten und 2 Grad (90, S.176).

Definition 89 Parazentraler Fusionsreiz

Fusionsreiz, der durch Netzhautbilder verursacht wird, die zwischen dem Gebiet des schärfsten Sehens und dem Stäbchen enthaltenden äußeren Netzhautbereich liegen.

„Periphere“ Fusionsreize kommen durch Netzhautbilder zustande, die in dem Stäbchen enthaltendem Gebiet liegen.

Definition 90 Peripherer Fusionsreiz
Fusionsreiz, der durch Netzhautbilder außerhalb des von Stäbchen freien Netzhautbereiches verursacht wird.

Abb. 44 zeigt die ungefähre Lage der einzelnen Fusionsreizbereiche. Während zentrale Fusionsreize von Netzhautbildern im Gebiet des schärfsten Sehens (V_{max}) ausgehen, reicht der zu parazentralen Fusionsreizen gehörige Bereich bis zu einer relativen Sehschärfe von ungefähr 60% (von V_{max}), woran sich das Gebiet für periphere Fusionsreize anschließt. Ein Vergleich mit den anatomisch definierten Netzhautbereichen (siehe Abb. 3) zeigt, daß die zu peripheren Fusionsreizen führenden Netzhautbilder durchaus noch innerhalb der Fovea centralis liegen können.

4.6 Panumsehen

Da die auf dem *Horopter* (Definition 67) liegenden Objektpunkte beim Sehen mit bizertraler Fixation auf *korrespondierenden Netzhautstellen* (Definition 64) abgebildet werden, können die jeweiligen beiden Bilder normalerweise sozusagen automatisch senso-

risch fusioniert werden. Alle nicht auf dem *Horopter* befindlichen Objektpunkte werden jedoch auf *disparaten Netzhautstellen* (Definition 71) abgebildet und müßten wegen der unterschiedlichen Richtungswerte dieser Netzhautstellen eigentlich doppelt gesehen werden. Im normalen Binokularesehen tritt eine *Diplopie* (Definition 75) dieser Objekte aber nicht auf, da zwei verschiedene sensorische Mechanismen für binokulares Einfachsehen sorgen. Je nach der Größe der vorhandenen *Disparation* (Definition 72) tritt entweder der Mechanismus „Panumsehen“ oder derjenige der „Bahnung und Hemmung“ in Tätigkeit.

Ist die *Disparation* nicht zu groß, so einigen sich die jeweils abbildungsgleichen (aber disparaten) Netzhautstellen auf eine gemeinsame Richtungsempfindung, wenn und solange sich auf ihnen fusionierbare (das heißt hinreichend gleiche) Bilder befinden.

Dieser Mechanismus der sensorischen Fusion disparater Netzhautbilder („das fakultativ-temporäre Zusammenarbeiten von disparaten Netzhautstellen“) wird als „Panumsehen“ bezeichnet (88, S.103), da dieses Verhalten der Augen erstmals von dem dänischen Physiologen Peter Ludvig Panum erkannt und beschrieben wurde (93).

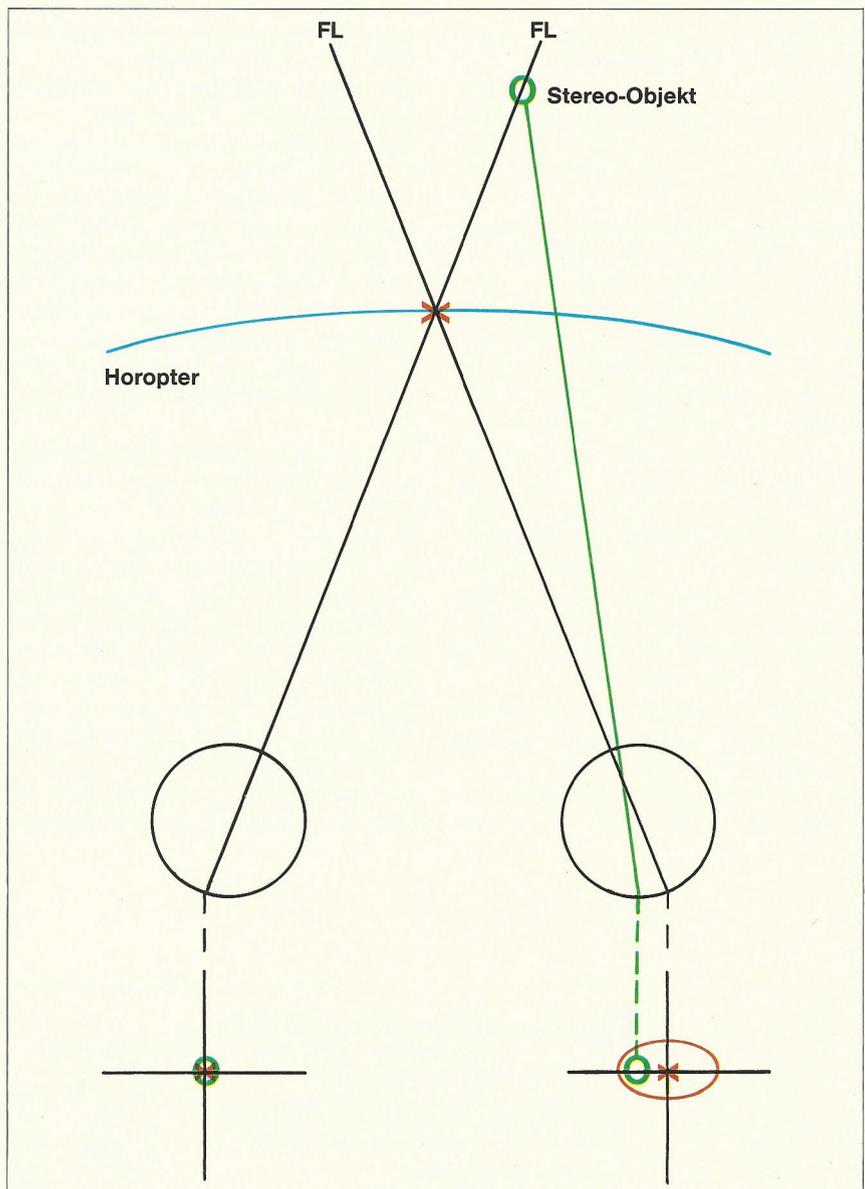


Abb. 45

Definition 91 Panumsehen

Binokulares Einfachsehen durch sensorische Fusion disparat liegender Netzhautbilder.

„Das Panumsehen beruht also nicht auf einem gewissen Schwanken der Korrespondenz selbst, sondern auf einer gewissen Flexibilität des Zusammenwirkens, einer fakultativen Sehrichtungsgemeinschaft zwischen der einen Stelle hüben und einer innerhalb gewisser Grenzen wechselnden Stelle drüben ...“ (88, S.104). Durch die maximale Disparation, bis zu der das Panumsehen funktioniert, ist die Grenze für den jeweiligen sogenannten *Panumbereich* (3, Ltd. Nr. 281) bestimmt.

Definition 92 Panumbereich

Umgebung der zum Bildort im anderen Auge korrespondierenden Netzhautstelle, in welcher es trotz disparater Bildlage zu sensorischer Fusion kommt.

Jede Netzhautstelle ist von einem solchen Panumbereich umgeben, dessen Form einer liegenden Ellipse ähnelt, bei welcher der horizontale Durchmesser etwa doppelt so groß ist wie der vertikale (90, S.528). Früher wurden die Panumbereiche als kreisförmig angesehen (88; 93). Der zur Netzhautgrubenmitte eines Auges gehörige Panumbereich heißt zentraler Panumbereich und tritt für alle Objektpunkte in Funktion, die vor oder hinter dem Horopter auf der Fixierlinie des anderen Auges liegen und durch Panumsehen einfach erscheinen. Das ist in Abb. 45 veranschaulicht. Die Größe der Panumbereiche wächst vom Zentrum zur Netzhautperipherie hin etwa in dem Maße, in dem die Fläche der einzelnen Sehelemente zunimmt (36, S.26). Der horizontale

Durchmesser des zentralen Panumbereiches ist oft gemessen worden, wobei die Meßergebnisse stark von der Versuchsanordnung abhängen. So gibt es Literaturwerte zwischen wenigen Winkelminuten (9, S.301) und etwa zwei Winkelgrad (94). Aus praktischen Erfahrungen bei der Korrektur von Heterophorien mit Fixationsdisparation heraus kann mit einem für durchschnittliche Sehaufgaben des täglichen Lebens gültigen Wert von ungefähr einem Winkelgrad gerechnet werden.

Dasjenige Gebiet vor und hinter dem Horopter, welchem durch Panumsehen Einfachwahrnehmung möglich ist, wird als „Panumraum“ bezeichnet (3, Lfd. Nr.282).

Definition 93 Panumraum

Das den Panumbereichen entsprechende Gebiet im Außenraum.

An dieser Stelle soll nachdrücklich darauf hingewiesen werden, daß es auf der Netzhaut selbst weder Richtungswerte noch Panumbereiche gibt; diese Modellvorstellung überträgt lediglich die Verhältnisse bei der Reizverarbeitung in der Sehrinde durch eine Art Projektion auf die entsprechenden reizaufnehmenden Netzhautstellen.

Für alle Objektpunkte, die außerhalb des Panumraumes liegen, dient der Mechanismus „Bahnung und Hemmung“ (26) zur Vermeidung von Diplopie. Hierbei bahnt sich der Seheindruck des einen Auges seinen Weg in die Wahrnehmung, während derjenige des anderen Auges unterdrückt wird. Die gleiche physiologische Fähigkeit zur Hemmung des einen Seheindrucks liegt dem Phänomen des binokularen Wettstreites zugrunde, der immer dann zu beobachten ist, wenn (mit Hilfe eines binokularen

Trenner-Verfahrens) nicht fusionierbare Bilder auf korrespondierende Netzhautstellen fallen. Bei diesem Wettstreit gewinnen die Seheindrücke der beiden Einzelaugen abwechselnd die Oberhand.

„Der Wettstreit der Sehfelder macht deutlich, daß Bahnung und Hemmung als physiologische Grundfunktionen aller nervalen Strukturen auch im Sehorgan ständig zusammenwirken. Für ein störungsfreies beidäugiges Sehen ist die vom binokularen Seheindruck gesteuerte Hemmung (binokulare „Wechselhemmung“) unumgänglich, denn sie eliminiert im binokularen Sehfeld die Seheindrücke der mit erheblicher Querdisparation abgebildeten Objekte.“ (26, S.92).

Literaturhinweise

- (3) DIN 5340: „Begriffe der physiologischen Optik“ (Oktober 1986), Beuth Verlag, Berlin
- (9) WILHELM TRENDELENBURG: „Der Gesichtssinn“, Springer-Verlag, Berlin (2.Auflage 1961)
- (26) G.MACKENSEN: „Untersuchung der Motilität und der Binokularfunktion“ in Wolfgang Straub (Herausgeber) „Die ophthalmologischen Untersuchungsmethoden“ Band II, Ferdinand Enke, Verlag, Stuttgart (1976)
- (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)
- (88) ARMIN VON TSCHERMAK - SEYSENEGG: „Einführung in die physiologische Optik“, Springer-Verlag Wien (2.Auflage, 1947)
- (90) HUGH DAVSON: „Physiology of the Eye“, Verlag Churchill Livingstone, Edinburgh, London and New York (Fourth Edition, 1980)
- (92) WERNER THIELE: „Neuentwicklungen auf dem Gebiet der binokularen Prüfverfahren“, Optometrie 5 (1956) 136-145
- (93) P.L.PANUM: „Physiologische Untersuchungen über das Sehen mit zwei Augen“, Schwesche Buchhandlung, Kiel(1858)
- (94) DEREK FENDER and BELA JULESZ: „Extension of Panum's Fusional Area in Binocularly Stabilized Vision“, J.Opt.Soc.Amer. 57,6 (1967) 819-830

Die bisherigen 7 Folgen dieser Serie: „Einführung in das Binokularsehen“:

- Teil I ... der Augenoptiker 7 (1980) 8-15
- Teil II ... der Augenoptiker 12 (1980) 20-28
- Teil III ... der Augenoptiker 4 (1981) 26-29
- Teil IV ... der Augenoptiker 6 (1981) 17-23
- Teil V ... der Augenoptiker 10 (1981) 5-17
- Teil VI ... der Augenoptiker 11 (1982) 5-11
- Teil VII ... der Augenoptiker 5 (1984) 8-15

NEU



Staphan's Brillenetiketten für Ihr Image
Der große Erfolg in Skandinavien - jetzt auch in Deutschland ...

Endlich die richtige Etikettenlösung für Ihre Brillen
Kunststoffetikett (Vinyl), keine Leimrückstände auf den Bügeln
schwer reißbar, kein Einschrumpfen, vertragen Spiritus,
Benzin und Sulfo, ultraschallfest und UV-beständig.

Werbe- und Schmucketiketten,
Preisauszeichner und Etiketten u.v.m.



M-Werbeständer
patentiert durch Magnet-
system absolut wetter-
fest, äußerst werbewirk-
sam für Aktionen, Werbe-
fotos u.m.

Fordern Sie bitte unverbindlich Preise und Muster an:

<p>Verkaufsbüro Nord Reimar Bade Preisauszeichnungen Schönböckener Str. 78 a 2400 Lübeck 1 Tel. 04 51-47 50 59</p>	<p>Verkaufsbüro Süd Hans-Jürgen Ranft Preisauszeichnungen Lilienstr. 2 6805 Heddesheim Tel. 0 62 03-4 34 20</p>
---	--