

# Methoden der Heterophorie- korrektur

VON H.-J. HAASE, DOZENT DER SCHULE

Vortrag, gehalten anlässlich des 25. Jahreskongresses  
der WVAO in Berlin

Es wird über drei Methoden berichtet, nach denen in einer Gemeinschaftsarbeit in der Berliner Fachschule Heterophoriekorrekturen ermittelt und vergleichend erprobt worden sind. Unter METHODE sollen die benutzten MESSVERFAHREN zusammen mit den jeweils für sie angewandten KORREKTIONSREGELN verstanden werden.

## 1. EINLEITUNG

Für die Messung von Heterophorien und von manifesten Stellungsfehlern (Strabismen) gibt es bekanntlich eine Vielzahl von Verfahren, und für fast jedes dieser Verfahren werden mehrere Korrektionsregeln empfohlen. Diese Vielfalt zwingt denjenigen, der vergleichend nicht nur *messen*, sondern auch *erproben* will, eine Auswahl zu treffen, denn sonst würde der Aufwand untragbar werden. Wir haben uns deshalb in den vergleichenden Versuchen, über die in der *folgenden* Arbeit Dr. Forst berichtet wird, auf *drei* Methoden beschränkt. Sie bestanden aus drei Meßverfahren, die im allgemeinen für recht zuverlässig gehalten werden, in Verbindung mit Arbeitsanweisungen und Korrektionsregeln, die speziell für diese Meßverfahren von namhaften Autoren entwickelt worden sind und von vielen Praktikern befolgt werden.

## 2. ALLGEMEINER ÜBERBLICK ÜBER DIE METHODEN

Verwendet wurden

- das Meßverfahren mit dem projizierten Kreuz-Kreis-Anaglyphentest nach SCHÖBER in Verbindung mit den authentischen Arbeitsanweisungen und Korrektionsregeln, die 1968 veröffentlicht worden sind (1);
- das altbekannte Gleichgewichts- oder Dissoziationsverfahren nach VON GRAEFE in Verbindung mit der vollständigen grafisch-analytischen Methode nach HOFSTETTER, den standardisierten Arbeitsanweisungen des US-amerikanischen Optometric Extension Program (OEP) und den Korrektionsregeln nach SHEARD und PERCIVAL (2);
- das vollständige POLATEST-Meßverfahren unter Verwendung aller vier serienmäßigen Binokularteste des Gerätes und zweier Zusatzteste, in Verbindung mit der von uns speziell für dieses Gerät entwickelten Vollkorrektionsregel (3) und (7).

Die beiden ersten der drei *Meßverfahren* erfassen prinzipiell nur diejenigen Anteile von Heterophorien, die nicht durch eine bestimmte, als *Unart* zu bezeichnende Anomalie in der auswer-

tungsmäßigen (sensorischen) Zusammenarbeit beider Augen latent gehalten werden; wir nennen diese Unart DISPARATE KORRESPONDENZ, in Anlehnung an den Begriff *anomale* Korrespondenz, der in der Ophthalmologie für eine gröbere, pathologische sensorische Anomalie bei Strabismus verwendet wird<sup>1)</sup>.

Außerdem sorgen die für die beiden ersten Meßverfahren geltenden KORREKTIONSREGELN dafür, daß *voll* stets nur die Meßwerte *vertikaler* Heterophorien korrigiert werden. Für Exo- und Esophorien werden unter Berücksichtigung gewisser Anteile der individuell gemessenen horizontalen Fusionsbreiten oder -reserven prismatische TEIL- ODER UNTERKORREKTIONEN errechnet, die meist sehr schwach sind. Es wird also von den in den Messungen manifestierten horizontalen Heterophorieanteilen absichtlich immer nur ein als motorisch oder muskulär übermäßig anstrengend eingeschätzter *Teilbetrag* korrigiert, den man Störanteil oder – nach BOUCART (4) – Dyssynopie nennt. Dadurch soll das binokulare Sehen in bezug auf den Bedarf an motorisch-fusionalen Ausgleichsleistungen „komfortabel“, d. h. *erträglich* oder wenigstens *erträglicher als vorher* gemacht werden, ohne dem Brillenträger größere Umstellungen zuzumuten. OPTIMALES, d. h. bifoveoläres Binokulares Sehen erreichen mit dieser Korrektionsart nur solche Heterophoriker, denen es gelingt, den unkorrigiert gebliebenen Teil ihres Stellungsfehlers mit motorischer Fusion VOLL zu kompensieren – und solange es ihnen gelingt; das motorische Fusionsvermögen ist stark ermüdungsabhängig.

In der Polatest-Methodik dagegen werden auch die sensorisch latenten Heterophorieanteile in allen Richtungen miterfaßt und mit korrigiert. Das Ziel dieser Vollkorrekturen ist es, bifoveoläres Sehen in der Fern-Ruhelage des Vergenzsystems herzustellen oder wiederherzustellen. Dadurch verschwinden in der Regel auch heterophoriebedingte Hemmungskotome – Suppressionen oder ga Exklusionen – im zentralen Teil des Gesichtsfeldes. Diese Normalisierung sorgt einerseits für ein Maximum an binokularer Seh-

<sup>1)</sup> Einige Einzelheiten hierzu in den Abschnitten 3 c und 4.

stimmte, als *Unart* zu bezeichnende Anomalie in der auswerschärfe ohne Einstellverzögerungen und für binokular-RÄUMLICHES Sehen mit guter Tiefensehschärfe und ohne ermügungsabhängige Verzögerungen. Andererseits verbessern sich offenbar mit dem Verschwinden der Hemmungen auch die motorischen Fusionsimpulse, so daß sich die Fusionsbreiten und -reserven oft auffallend vergrößern. Es werden dann in der Regel auch Orthophorie und Beschwerdefreiheit beim Nahsehen erreicht, und zwar mit gleichstarken Prismen wie für die Ferne auch bei alterssichtigen Personen mit sphärischen Nahzusätzen.

### 3. EINZELHEITEN ZU DEN MESSVERFAHREN UND KORREKTIONSMETHODEN

Die drei Methoden, die wir angewandt haben, sind an sich bekannt, und wir haben uns streng nach den authentischen Arbeitsanweisungen und Korrektionsregeln gerichtet. Alle Einzelheiten anzugeben, ist hier ohnehin nicht der Platz. Es soll aber auf einige Besonderheiten hingewiesen werden, die vielleicht nicht ganz selbstverständlich sind, die aber für die Beurteilung der Versuchsdurchführung wichtig sein könnten.

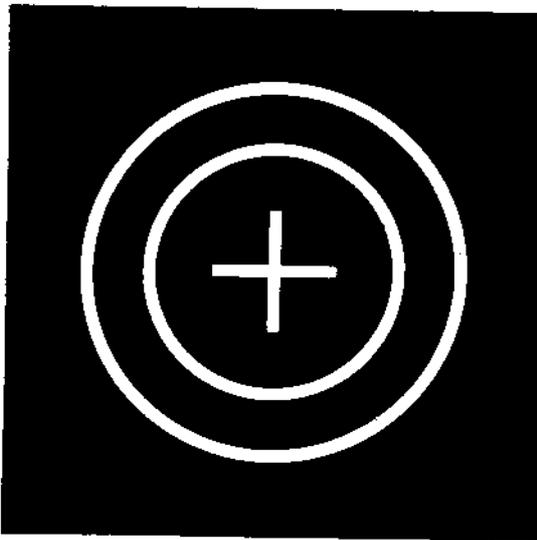


Abb. 1: Anaglyphentest nach SCHOBER.  
Ältere Ausführung: Kreuz grün, Ringe rot.  
Neuere Ausführung: Kreuz rot, Ringe grün.

#### a) SCHOBER-METHODE

Im Schober-Verfahren sind in *allen* Fällen die Heterophoriemesswerte so abgesichert worden, wie es der Autor an sich nur in Sonderfällen für nötig erklärt hat. Es wurden also zunächst am farbgetrennten Kreuz-Ring-Test (Abb. 1) – mit grünem Kreuz in der ursprünglichen oder rotem Kreuz in der neueren Ausführung – Prismen bis zur Test-Nullstellung eingeschlichen. Dann wurde die Heterophorie etwas überkorrigiert und anschließend wurde mit den Prismen wieder bis auf die Nullstellung zurückgegangen. Bei Differenzen zwischen den beiden Nullstellungswerten wurde der zuletzt gemessene als vorläufiger Heterophoriewert eingesetzt. Ebenso wurde danach zur Kontrolle am Kreuztest des Polatest vorgegangen, den SCHOBER für diesen Zweck den anderen Testen des Gerätes vorzuziehen empfiehlt, und schließlich wurde die Messung am Kreuz-Ring-Test des Projektors nochmals wiederholt. Wenn zwischen den Endmeßwerten an den beiden Testen eine Differenz bestehen blieb, so wurde als endgültiger Heterophoriewert der Mittelwert eingesetzt.

Danach wurde auch die motorische Fusion nach den speziellen Arbeitsanweisungen ausgemessen: Im beidäugigen Blick auf eine Optotypentafel für etwa 50 % des individuellen Maximalvisus und mit Vorgabe der zuvor ermittelten prismatischen Vertikalkorrektur wurden zunächst Basis-innen-Wirkungen eingeschlichen, bis einzelne Sehzeichen ansatzweise doppelt erschienen, und danach

Basis-außen-Wirkungen bis zum gleichen Effekt. Dies geschah ohne die zuvor ermittelte horizontale Heterophoriekorrektur, und deshalb stellen die beiden Grenzwerte nach den in Deutschland seit jeher üblichen Fachbegriffen die Divergenz- und Konvergenz-Reserven dar (die Vergenz-Breiten werden bekanntlich von der Phorie- oder Ruhelage aus gerechnet, also von dem prismatischen Wert aus, mit dem bei der Heterophoriemessung Test-Nullstellung erreicht wurde).

Nun wurde die KOMPENSATORISCHE Vergenzreserve – das ist diejenige Reserve, welche der Heterophorie entgegengerichtet ist – in die Korrektionsformel eingesetzt. Diese Formel lautet:

$$P = H - \frac{2}{3} \cdot k.R.^2) \quad \begin{array}{l} P = \text{Korrektionsprisma} \\ H = \text{horizontale Phorie} \\ k.R. = \text{kompensatorische} \\ \text{Vergenzreserve} \end{array}$$

Es ergibt sich also bei einer Exophorie von 11 Δ und einer Basis-außen-Messung (Konvergenzreserve) von 15 Δ eine Korrektion von

$$P = 11 - \frac{2}{3} \cdot 15 = 11 - 10 = 1,0 \Delta \text{ B.i.}$$

Bei einer Esophorie von 6 Δ und einer Basis-innen-Messung (Divergenzreserve) von ebenfalls 6 Δ ergeben sich

$$P = 6 - \frac{2}{3} \cdot 6 = 6 - 4 = 2,0 \Delta \text{ B.a.}$$

#### b) ANALYTISCHE METHODE

Beim Vorgehen nach der *vollständigen* analytischen Methode haben wir gemäß den originalen Arbeitsanweisungen nicht nur die *relativen* Vergenzbreiten bzw. -reserven gemessen, also die B.a.- und B.i.-Werte bis zu den sogenannten Nebelpunkten (blur points), sondern auch die *absoluten* bis zur Diplopie (Lösepunkte, break points); dies wird u. a. gefordert, um ersatzweise mit den absoluten Werten rechnen zu können, wenn die relativen zu unsicher ausfallen (und das ist recht oft der Fall, besonders bei älteren Personen).

Außerdem wurden die Phorien und die fusionalen Vergenzwerte stets nicht nur für die Ferne gemessen, sondern auch in mindestens *einer* Nahentfernung, und weiterhin die Nahphorien in dieser Nahentfernung noch mit zwei verschiedenen, beiderseits gleichen sphärischen Pluszusätzen. Dies dient im analytischen Verfahren einestails zur Ermittlung des individuellen Verhältnisses zwischen Akkommodation und Konvergenz, des sogenannten ACA-Verhältnisses, um daraus Hinweise für besondere Nahkorrektionsmaßnahmen zu gewinnen; andernteils – und sehr wesentlich – sollen aus der Fülle dieser Meßwerte heraus nachträglich fehlerhafte Einzelwerte erkannt und berichtigt werden können.

Hauptzweck der Zusammenfassung aller Meßwerte in einem Diagramm in der grafischen Analyse nach HOFSTETTER ist es, das Erkennen und die Berichtigung von Unregelmäßigkeiten und einzelnen Meßfehlern „auf einen Blick“ zu ermöglichen. Wir haben uns des vorletzten, exaktesten Schemas der Indiana-Universität bedient; das neueste nach einem Vorschlag aus dem Jahre 1968 scheint sich noch nirgends recht durchgesetzt zu haben, und es kommt auch uns unübersichtlicher vor. Abb. 2 zeigt ein Diagramm für eine unserer Versuchspersonen.

Darüber hinaus haben wir die sehr klaren und ins einzelne gehenden Anweisungen befolgt, die nach LESSER im Optometric Extension Program für die Durchführung der Messungen gelten. Es ist z. B. für die fusionalen Vergenzmessungen genau festgelegt, in welcher Reihenfolge sie zu geschehen haben, ja sogar, in welchen Stadien der Meßprozedur Pausen zum Notieren von Meßwerten gemacht werden sollen und wann nicht.

Mit den auf diese Art gewonnenen und grafisch kontrollierten Werten haben wir die horizontalen Korrekturen nach der SHEARD-Regel und stets auch nach der PERCIVAL-Regel errechnet<sup>3)</sup>.

<sup>2)</sup> Wir haben die Formel gegenüber ihrer originalen Textfassung so umgestellt, daß ein POSITIVES Ergebnis eine erforderliche prismatische Korrektion anzeigt; dadurch fällt der Vergleich mit den üblicherweise ebenso angeordneten Formeln nach SHEARD und PERCIVAL leichter, mit denen in der analytischen Methode gearbeitet wird.

<sup>3)</sup> VERTIKALE Phorien werden auch in den analytischen Methoden mit dem VOLLEN Meßwert korrigiert. Wir haben sie stets auf zwei Arten ermittelt: zunächst nach dem v. Graefe-Prinzip mit starken B.I.-Prismen zur HORIZONTAL-Verdoppelung des Seheindrucks, danach durch Messung und Mittelung der vertikalen Vergenzreserven in beiden Richtungen (Supraduktion und Infraduktion). Bei Differenzen zwischen beiden Ergebnissen wurde der Mittelwert eingesetzt.

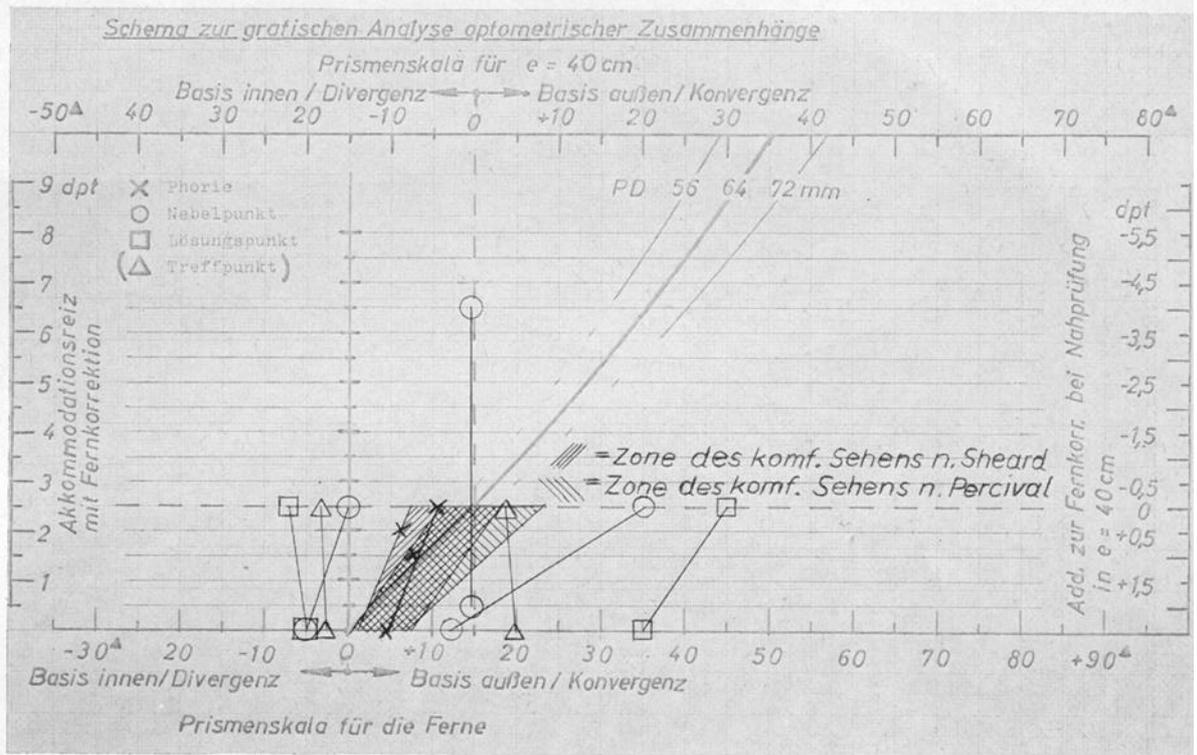


Abb. 2: Beispiel eines Diagramms zur graphischen Analyse nach HOFSTETTER

Die SHEARD-REGEL lautet, je nachdem, ob man die kompensatorische Vergenz-Breite oder -Reserve einsetzt

$$P = H - \frac{1}{3} \text{ k.B. (I)} \quad P = \text{Korrektionsprisma}$$

$$\text{oder} \quad H = \text{horizontale Phorie}$$

$$P = \frac{2}{3} H - \frac{1}{3} \text{ k.R. (II)} \quad \text{k.B.} = \text{kompensatorische Vergenzbreite}$$

$$\text{k.R.} = \text{kompensatorische Vergenzreserve}$$

(denn die kompensatorische Breite ist stets um den unkorrigierten Heterophoriebetrag größer als die kompensatorische Reserve).

Das ergibt für den bereits in Abschnitt 3 a durchgerechneten Exophoriefall von 11 Δ mit einer Konvergenzreserve von 15 Δ, also einer Konvergenzbreite von 15 Δ + 11 Δ = 26 Δ

$$P = 11 - \frac{26}{3} = 11 - 8,7 = 2,3 \Delta \text{ B.i. nach Formel I}$$

und

$$P = \frac{2}{3} \cdot 11 - \frac{15}{3} = 7,3 - 5 = 2,3 \Delta \text{ B.i. nach Formel II}$$

gegenüber 1,0 Δ B.i. nach der Schober-Formel.

Für den ebenfalls schon durchgerechneten Esophoriefall von 6 Δ mit einer Divergenzreserve von 6 Δ und einer Divergenzbreite von 6 Δ + 6 Δ = 12 Δ erhalten wir hier

$$P = 6 - \frac{12}{3} = 6 - 4 = 2,0 \Delta \text{ B.a. nach Formel I}$$

und

$$P = \frac{2}{3} \cdot 6 - \frac{6}{3} = 4 - 2 = 2,0 \Delta \text{ B.a. nach Formel II}$$

Das ist genau das gleiche Ergebnis wie nach der Schober-Formel.

Die Unterschiede sind also gering, und sie *bedeuten* noch weniger, wenn man bedenkt, daß hier für die Rechnungen nach beiden Methoden gleiche Meßwerte angenommen wurden, während in Wirklichkeit bei so unterschiedlichen Meßverfahren in den Phorie- und Vergenzwerten gewisse Differenzen zu erwarten wären. Außerdem sind die nach solchen Unterkorrektionsregeln ermittelten prismatischen Werte immer nur Mindestkorrekturen, die den binokularen Sehakt an die nächstliegende Grenze der sogenannten Zone des komfortablen Sehens verlegen. Diese Zone umfaßt nach SHEARD je ein Drittel der relativen Konvergenz- und Divergenzbreite beiderseits des Phoriewertes. Demnach dürften die errechneten Korrekturen ohne prinzipielle Bedenken um die – individuell verschiedene – Breite dieser Zone verstärkt werden.

DIE PERCIVAL-REGEL verwendet die Phoriewerte überhaupt nicht, denn PERCIVAL hielt sie für viel zu unsicher; man benutzt nur die vermeintlich wichtigeren und verlässlicheren Vergenzreservenwerte.

Korrigiert wird – wiederum im Sinne einer Mindestkorrektur – auf die nächstliegende Grenze des sogenannten *mittleren Drittels* des individuellen Vergenzbereiches zwischen den B.a.- und B.i.-Nebelpunkten. Nach PERCIVAL gilt also dieses *mittlere* Drittel als Zone des komfortablen Sehens, während nach SHEARD die Zone mehr oder weniger exzentrisch liegen soll – in Abhängigkeit vom Größenverhältnis der beiden Vergenz-Breiten.

Errechnet werden Korrekturen nach PERCIVAL am einfachsten, indem man die Summe der Konvergenz- und Divergenzreserve drittelt und vom Ergebnis die kleinere Reserve abzieht:

$$P = \frac{\text{Konv.-Reserve} + \text{Div.-Reserve}}{3} - \text{kleinere Reserve.}$$

Ein positives Ergebnis zeigt eine notwendige Korrektur an, deren Basislage der der größeren Vergenzreserve zu entsprechen hat.

Für eine Person, bei der (mit Basis-außen-Prismen) eine Konvergenzreserve von 15 Δ gemessen wurde und (mit Basis-innen-Prismen) eine Divergenzreserve von 6 Δ, wäre also zu rechnen

$$P = \frac{15 + 6}{3} - 6 = 7 - 6 = 1,0 \Delta \text{ B.a.}$$

Diese Korrektur würde die Divergenzreserve auf 7 Δ vergrößern und die Divergenzreserve auf 14 Δ verkleinern; dann wäre die kleinere Reserve halb so groß wie die größere und das binokulare Sehen würde sich vergenzmäßig an einem Rande der Zone des komfortablen Sehens nach der Auffassung von PERCIVAL abspielen. Erst mit 8 Δ B.a. als Korrektur wäre der andere Rand erreicht, die Korrektortoleranz ist 7 Δ und liegt zwischen 1,0 und 8,0 Δ B.a.

Allgemein läßt sich sagen, daß die Korrektortoleranz *stets* – auch bei Sheard-Korrekturen – gleich einem Drittel des gesamten fusionalen Vergenzbereiches (der relativen fusionalen Vergenzbreite) ist. Nach den beiden Arbeitshypothesen liegt diese Toleranz aber ebenso verschieden wie die Mindestkorrektionswerte.

In unserer Versuchsreihe sind die analytischen Korrekturen stets sowohl nach SHEARD als auch nach PERCIVAL errechnet worden. Wenn sich eine Differenz ergab, wurde die endgültige Korrektur nach einer subjektiven Verträglichkeitsprobe festgelegt, und wenn sich kein Verträglichkeitsunterschied erkennen ließ, wurde der schwächere Wert gegeben.

Es war zu erwarten, daß die prismatischen Korrektionswerte nach der Schober-Methode und nach der analytischen Methode in den meisten Fällen praktisch gleich ausfallen würden. Deshalb haben wir bei den analytisch ermittelten Korrekturen eine refraktive Besonderheit berücksichtigt, die im Optometric Extension Program

gepflegt wird und die uns kritisch und überprüfungsbedürftig erschien: nach der monokularen Ermittlung der Fernkorrekturen auf höchste Sehschärfe wurde im beidäugigen Sehen mit beiderseitigen sphärischen Pluszusätzen auf einen Visus von knapp 50 % heruntergenebelt. Danach wurde vorsichtig bis auf einen Visus von 100 % entnebelt, und diese in den meisten Fällen leicht nach Plus hin überzogenen Korrekturen wurden bei den folgenden binokularen Messungen beibehalten und auch am Ende abgegeben. Die Schober-Korrekturen dagegen haben wir refraktiv in der üblichen Weise auf den maximalen Fernvisus abgestimmt.

### c) POLATEST-METHODE

In der Polatest-Methode kommt es, wenn man Vollkorrektion anstrebt, nicht auf nachträgliche Überlegungen oder Rechnungen an, sondern auf konsequentes Vorgehen an allen Testen.

In Abb. 3 sind die vier serienmäßigen Binokularteste des Gerätes zusammengestellt, und zwar links jeweils das Aussehen des Testes bei Betrachtung ohne Analysatoren, daneben die Seheindrücke mit dem rechten und dem linken Auge bei der Prüfung, also hinter Analysatoren. Die linken Bilder außer dem unteren geben gleichzeitig die Null- oder Meßstellungsform der Teste während der Prüfung an. Am unteren Test, dem einfachen Stereotest, soll binokular ein *räumlicher* Seheindruck entstehen, wie er in der perspektivischen Skizze darunter für die Normalstellung der Analysatoren angedeutet ist — mit Dreiecken *vor* dem Gerät und genau in der Mittellinie des Testes; mit gewendeten Analysatoren (Wendeprobe) müssen die Dreiecke *hinter* der Testebene erscheinen.

Es ist aber in den meisten Fällen nicht so, wie in manchen Fachveröffentlichungen auch heute noch angedeutet wird, daß für Heterophoriemessungen hauptsächlich der Kreuztest gedacht sei und daß man an ihm den zuverlässigsten und größten Meßwert erhalte.

Hierzu nur ganz grob zusammenfassend folgendes:

1. Wenn ohne prismatische Korrektur *nur* der Kreuztest auswandert, die anderen Teste aber ganz normal wahrgenommen werden und die Stereopsis in der Wendeprobe nach vorn und hinten unverzögert ist mit exakt in der Mittellinie stehenden Dreiecken, dann liegt eine — wenigstens im Zeitpunkt der Prüfung — motorisch vollkompensierte Heterophorie vor. Solche Heterophorien sind leider sehr selten, aber *nur* bei ihnen liefert NUR der Kreuztest den Vollkorrektionswert; selbstverständlich muß man aber, wie in allen Heterophorieprüfungen, ein wenig warten, um dem Vergenzsystem Zeit zur fusionalen Entspannung zu geben, und ansteigenden Auswanderungen muß man mit Prismen bis zum Stillstand folgen.
2. Wenn ohne prismatische Korrektur *alle* Teste auswandern und die Stereopsis in einer oder in beiden Richtungen der Wendeprobe verzögert ist, wenn aber mit der Nullstellungskorrektur vom Kreuztest auch die anderen Teste normalisiert erscheinen, dann liegt bereits eine ganz leichte sensorische Unart vor, die wir FUSIONSDISPARATION oder DISPARATE FUSION nennen; diese Unart läuft in der angloamerikanischen Fachsprache unter dem Sammelbegriff der FIXATION DISPARITY mit<sup>4)</sup>.

In diesen Fällen könnte man die bifoveoläre prismatische Vollkorrektur an *jedem* der Teste finden, aber der Kreuztest zeigt hier noch die deutlichste Reaktion und ist deshalb am zuverlässigsten. Auch dieser sensorische Zustand ist bei Heterophorikern leider recht selten — leider, weil er noch relativ leicht aufzudecken und ohne Gewöhnungsschwierigkeiten korrigierbar ist.

3. Wenn es erst mit *stärkeren* Prismen als am Kreuztest gelingt, den Zeigertest in „Sechsuhrstellung“ zu bringen, die beiden Figuren des Hakentestes in gleiche Höhe, und Stereoverzögerungen abzustellen, dann liegt eine schon fester eingefahrene sensorische Unart vor, die einen Teil der Heterophorie für „normale“ Teste latent hält und die wir als *disparate* Korrespondenz bezeichnen.

Dies ist nach unseren Erfahrungen der weitaus häufigste Zustand schon bei geringgradigen Heterophorien, die längere Zeit

<sup>4)</sup> Fixations-Disparation; im deutschen Fachschrifttum meist etwas unkorrekt als Fixations-Disparität wiedergegeben.

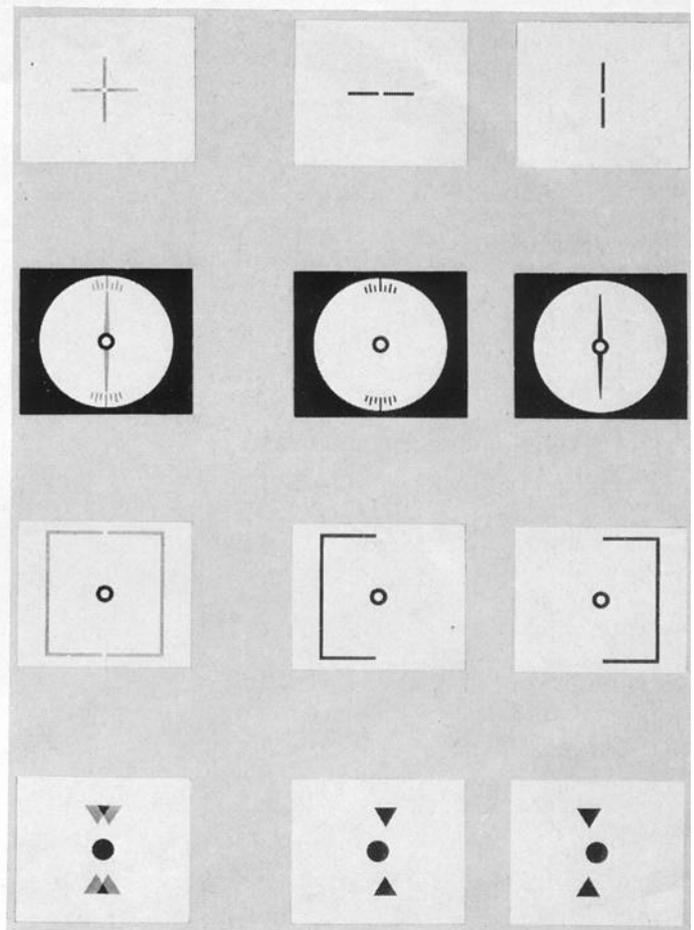


Abb. 3: Die vier serienmäßigen Binokularteste des ZEISS POLATEST (Erläuterung im Text)

unkorrigiert oder unterkorrigiert geblieben sind. Die Vollkorrektur liefern bei disparater Korrespondenz erst die anderen Teste, und sie liegt häufig um etliche Prismendioptrien höher als der anfängliche Kreuztestmeßwert. Wenn bifoveoläres Seher mit allen seinen Vorteilen hergestellt — oder besser *wieder* hergestellt — werden soll, muß aber in diesen Fällen besonders exakt voll korrigiert werden.

Der Kreuztest allein liefert also bei disparater Korrespondenz u. U. einen beträchtlich zu niedrigen Meßwert. Am Ende der Prüfung gibt er aber Aufschluß darüber, wie weit die Korrespondenz sich unter der Vollkorrektur schon normalisiert hat, und recht deutlich läßt er auch erkennen, in welchem Maße anfängliche foveale Hemmungen — Suppressionen oder gar Exklusionen — inzwischen bereits abgebaut sind und unter der Dauerkorrektur zum weiteren Abbau neigen werden. Aus der mehr oder weniger großen Hartnäckigkeit solcher Hemmungen läßt sich darauf schließen, ob die disparate Korrespondenz schon lange bestanden hat und ob deshalb mit einer längeren Normalisierungszeit zu rechnen ist. Zeigt gar der Kreuztest mit den an den anderen Testen gefundenen stärkeren Prismen zunächst eine Überkorrektionsstellung, so zeugt dies für eine *sehr* lange vernachlässigte und schon recht feststehende disparate Korrespondenz. Die Vollkorrektur ist dann trotzdem empfehlenswert, aber es muß meistens mit etwas stärkeren und länge-

ren Umstellungsschwierigkeiten gerechnet werden als in anderen Fällen.

Zusätzlich zu den vier Binokulartesten der Normalausstattung des Polatest haben wir zwei seit längerem bewährte Sonderteste zur noch genaueren Absicherung der Ergebnisse eingesetzt. Dies sind

1. der Stereo-Valenztest (Abb. 4). Dieser Test – mit polarisierten Dreieckspaaren wie der einfache Stereotest – zeigt an, wie weit mit den vorhergehenden Korrekturschritten schon binokulares Gleichgewicht in der Stereopsis (Stereo-Aequivalenz nach SACHSENWEGER [5]) erreicht worden ist. Bei Aequivalenz erscheinen die räumlichen Verschmelzungsbilder der beiden Dreieckspaare genau in der Mittellinie der Fixierpunktskalen, und zwar sowohl bei der Normaldarbietung nach vorn als auch bei der Darbietung nach hinten mit gewendeten Analysatoren. Seitliche Verlagerungen der Dreiecke zeigen eine Praevalenz an; aus der Richtung der Verlagerung ergibt sich, welches Auge praevaliert, und das Ausmaß der Verschiebung, das an den Skalen abschätzbar ist, läßt erkennen, wie stark die Praevalenz ist.

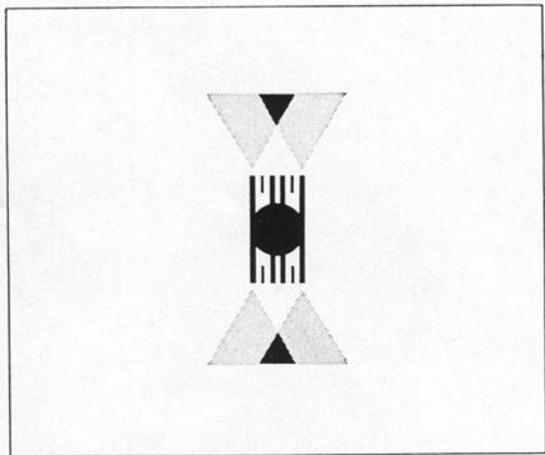


Abb. 4: Stereo-Valenztest zum Polatest (Erläuterung im Text)

Die Stereo-Valenz ist bei Heterophorikern mit sensorischen Unarten, insbesondere mit disparater Korrespondenz, offenbar besonders labil; Aequivalenz ist dann nur bei exakt bifoveolärer Abbildung zu erreichen, die manchmal erst an diesem Test mit Hilfe geringer prismatischer Änderungen – meist Verstärkungen – hergestellt werden kann. Es kommt hier oft auf eine halbe Prismendioptrie an.

2. der polarisierte Rot-Grün-Test nach COWEN (Abb. 5). Dieser Test offenbart – am Ende aller prismatischen Meß- und Korrekturschritte –, ob etwaige restliche Schwärzungsunterschiede zwischen den beiden Balken des Kreuztestes oder Stereo-Praevalenzen, welche sich durch prismatische Änderungen nicht reduzieren ließen, durch abstellbare sphärische Abgleichfehler zwischen beiden Augen (Akkommodations-Ungleichgewicht) oder durch noch fortbestehende Hemmungen bzw. eine natürliche Dominanz verursacht sind.

Das rechte Auge sieht – bei Normalstellung der Analysatoren – die beiden oberen Ringe, das linke Auge die beiden unteren.

Akkommodations-Gleichgewicht besteht, wenn für beide Augen gleiche Schwärze- oder Schärfenverteilung vorliegt; das heißt, wenn entweder alle vier Ringe in gleicher Schwärzung gesehen werden, oder die beiden Ringe im roten Feld schwärzer und die im grünen Feld grauer, oder umgekehrt. Am häufigsten findet man bei beiderseits richtiger Fernkorrektur für weißes Licht die bessere Schwärzung oder Schärfe im Rotfeld, entsprechend der nach IVANOFF (6) meistens im langwelligen Teil des Lichtes (bei 685 nm) liegenden Einstellungswellenlänge.

Akkommodations-Ungleichgewicht liegt vor, wenn sich für das eine Auge eine tiefere Schwärzung im Rot und für das andere Auge im Grün zeigt; das gleiche liegt vor, wenn das Ringpaar

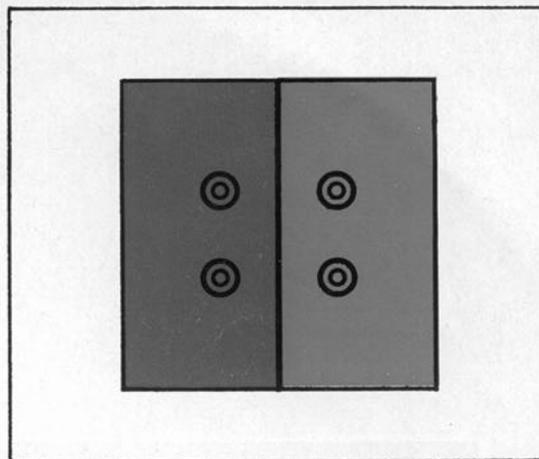


Abb. 5: Polarisierte Rot-Grün-Test zum Polatest. Umfeld auf einer Seite rot, auf der anderen Seite grün. Oberes Ringpaar für das rechte Auge polarisiert, unteres Paar für das linke Auge.

des einen Auges gleichwertig gesehen wird, dem anderen Auge dagegen der Ring im roten oder im grünen Feld schwärzer erscheint. In diesen Fällen muß durch eine geringe sphärische Änderung vor *einem* der Augen gleiche Schwärzeverteilung herzustellen versucht werden. Die beste binokulare Sehschärfe an Optotypen in weißem Umfeld entscheidet am Ende darüber, ob diejenige Korrektur die richtigere ist, mit der am polarisierten Rot-Grün-Test gleiche Schwärzung aller vier Ringe erreicht wurde oder ob auf beidäugig tiefere Schwärzung im Rot oder im Grün korrigiert werden muß. Manche Stereo-Praevalenzen verschwinden nach solchen sphärischen Abgleichmaßnahmen.

Eine restliche Hemmung oder natürliche einäugige Dominanz liegt vor, wenn bei gleicher Schwärzeverteilung in den Ringpaaren das obere Paar insgesamt grauer oder schwärzer erscheint als das untere. Dann kommen einseitige sphärisch-refraktive Maßnahmen nicht in Frage, denn sie würden das bestehende Akkommodations-Gleichgewicht aufheben.

## Anhang

Dieser Abschnitt wurde in Anlehnung an die Antwort auf eine Diskussionsfrage des Herrn H. Osterberg dem Vortragsmanuskript hinzugefügt.

### ZUM WESEN DER SENSORISCHEN „UNARTEN“

Über die sensorischen Unarten oder leichten, korrigierbaren sensorischen Anomalien des Binokularsehens<sup>5)</sup>, wie sie sich nach den Beobachtungen des Verfassers darstellen, ist recht ausführlich im Jahre 1962 berichtet worden (7). Kurz zusammenfassend kann über ihr Wesen folgendes gesagt werden:

Alle sensorischen Unarten bei Heterophorien sind dadurch gekennzeichnet, daß beim beidäugigen Sehen ohne Stellungs-Vollkorrektur nicht mehr die Foveamitten beider Augen zusammenarbeiten, daß also nicht mehr exakt bifoveolär gesehen wird. Es wird vielmehr bei leichter, unauffälliger Fehlstellung eines Auges *beheltsmäßig* einfach gesehen. Dies geschieht mit Hilfe mißbräuchlicher Ausnutzung einer natürlichen, physiologischen Fähigkeit der sogenannten Panumbereiche, der sensorischen Fusion, die an sich für andere Zwecke benötigt werden würde. Es wird dadurch ein gewisser Betrag motorischer Fusionsimpulse und muskulärer Anstrengung im Vergenzsystem eingespart, aber dafür müssen gewisse, nicht unerhebliche Mängel gegenüber optimalem Binokularsehen in Kauf genommen werden.

Ursprünglich haben die unendlich vielen Heterophoriker, die mehr oder weniger bewußt durch die Auswirkungen sensorischer Unarten gestört sind, alle einmal ganz normales bifoveoläres Sehen aufgebaut; sie haben es auch schon lange genug aufrechterhalten, um Panumbereiche und die Fähigkeit zu binokular-räumlichem Sehen (Stereopsis) zu entwickeln.

<sup>5)</sup> Die sensorischen Unarten müssen unterschieden werden von den SCHWEN, behandlungsbedürftigen sensorischen Anomalien bei STRABISMUS, die bei frühkindlichem Schielbeginn aufzutreten pflegen. (7)

#### Zur Erläuterung:

Die Panumbereiche dienen an sich der Stereopsis; sie entwickeln sich wahrscheinlich sogar in der Hauptsache anhand räumlicher Sehauflagen in der frühen Kindheit.

Wenn ein Augenpaar ein Objekt exakt bifoveolär fixiert und wenn gleichzeitig andere Sehobjekte in mäßig anderen Entfernungen vorhanden sind, dann wird nur das fixierte Objekt *korrespondierend* abgebildet. Die Netzhautbilder der anderen Objekte weichen von der korrespondierenden Lage seitlich – nasal oder temporal – ab, sie liegen querdisparat, und trotzdem werden auch diese Objekte *einfach* gesehen. Alle Objekte werden außerdem recht genau in ihren richtigen räumlichen Beziehungen zum Fixierpunkt, in der richtigen räumlichen Tiefe, wahrgenommen; dies ergibt sich aus den unterschiedlichen Querdisparationen ihrer Abbildungen.

Die Schaltvorgänge in der Sehbahn, welche zum Einfachsehen trotz disparater Abbildungslage führen, nennt man sensorische Fusion. Die sensorische Fusion funktioniert aber nur bei nicht zu großer Disparation, und diejenigen Bereiche um korrespondierende Netzhautelemente herum, in denen sie funktioniert, nennt man Panumbereiche.

Mißbraucht werden die Panumbereiche allmählich dann, wenn dem Heterophoriker die volle motorische Fusion auf die Foveamitten anstrengungs- oder alternsbedingt zu mühsam wird. Dann weicht ein Auge, u. U. abwechselnd mit dem anderen Auge, so weit in Richtung auf die Heterophoriestellung (Vergenz-Ruhelage) aus, wie es der foveale Panumbereich zuläßt. Dabei kann sich der foveale Panumbereich im Laufe der Zeit beträchtlich erweitern – die peripheren Panumbereiche sind ohnehin von vornherein größer als der foveale –, so daß eine größere Fehlleistung des abweichenden Auges möglich wird. Trotz der Fehlleistung wird binokular einfach gesehen, denn die Panumbereiche lassen ja die sensorische Fusion disparat liegender Bilder zu; aber die binokulare Sehschärfe ist gegenüber ihrem bifoveolären Maximalwert herabgesetzt und die Stereopsis ist schlecht, wenn nicht – unter Zeitaufwand bis zu etlichen Sekunden – motorisch auf bifoveoläre Abbildung nachfusioniert wird. Zusätzlich stellen sich bei Erweiterung der Panumbereiche meist monokulare oder binokular abwechselnde, auf die Fovea und ihre unmittelbare Umgebung beschränkte Hemmungen der Seheindrücke – Suppressionen oder gar Exklusionen – ein, die sowohl den binokularen Visus und die Stereopsis noch stärker behindern bzw. verzögern als auch die Fusionsimpulse herabsetzen und Konvergenzschwierigkeiten beim Nahsehen verursachen können.

Trotz der leichten Fehlleistung eines Auges sind im Zudecktest, der von manchen Autoren für sehr zuverlässig gehalten wird, bei diesen leichten sensorischen Anomalien Einstellbewegungen kaum jemals zu beobachten; vermutlich laufen sie in der Regel sehr langsam ab, im Gegensatz zu den Einstellbewegungen bei Strabismus.

Die mißbräuchlich benutzte Stelle am Rande des fovealen Panumbereiches im abweichenden Auge läßt zunächst nur solche Netzhautbilder einfach – also am gleichen Ort – wahrnehmen, die mit gewissen Toleranzen beidäugig gleich sind, die also fusioniert werden können. Bietet man dagegen beiden Augen ungleiche Netzhautbilder an – wie an allen üblichen Heterophorietesten und am Kreuztest des Polatest –, so wird zunächst die falsche Lage der Bilder noch ohne weiteres wahrgenommen; die Heterophorie kann also an solchen Testen – wenn sie keine anderen Störfaktoren enthalten – in ihrer vollen, auf die Foveamitten bezogenen Größe gemessen werden. Solange der sensorische Zustand so ist, sprechen wir von disparater Fusion.

Nach einiger Zeit wird aber die ortsgleiche Wahrnehmung disparat liegender Netzhautbilder so zur Gewohnheit, daß sie sich auch bei Darbietung *ungleicher* Bilder für beide Augen durchsetzt. Nun werden übliche Heterophorieteste, auch der Kreuztest des Polatest, bereits mit zu schwachen Prismen in Nullstellung wahrgenommen; mit Prismen nämlich, welche die Testbilder nicht beiderseits in die Foveamitten verlegen, sondern im abweichenden Auge nur an die gewohnte Stelle am Rande des ursprünglichen oder erweiterten fovealen Panumbereiches. Der Restbetrag der Heterophorie wird an solchen Testen sensorisch latent gehalten. Um den Gesamtfehler zu finden, muß an besonderen Testen in besonderer Weise vorgegangen werden; Einzelheiten hierüber würden den Rahmen dieser Abhandlung sprengen (siehe hierzu den Abschnitt 3). Diesen sensorischen Zustand bei Heterophorien nennen wir *disparate Korrespondenz*. Manche kleinen bis mittelgroßen Heterophorien mit

disparater Korrespondenz, die sehr erhebliche Seh- oder Anstrengungsbeschwerden bewirken und mit vollem Erfolg korrigierbar sind, können an üblichen Testen *vollkommen* latent bleiben.

Je länger eine disparate Korrespondenz un- oder unterkorrigiert geblieben ist, desto schwieriger wird ihre Erkennung und desto mühsamer und zeitraubender wird ihre Messung auch an speziellen Testen. Bisweilen bedarf es einer oder mehrerer Nachkorrekturen, bis stabiles bifoveoläres Sehen ohne jegliche Beschwerden erreicht ist, aber der Enderfolg lohnt die Mühe in aller Regel – wenn der Klient gelegentliche Übergangsschwierigkeiten zu überwinden bereit ist. Dazu ist auch seine sachkundige und feinfühligere Betreuung durch den Brillenbestimmer nötig.

Wie bereits erwähnt, laufen in der angloamerikanischen Fachliteratur die sensorischen Unarten bei Heterophorien unter dem Sammelbegriff *FIXATION DISPARITY*, der 1951 von OGLE geprägt worden ist. Allem Anschein nach beginnt man erst in den letzten Jahren auch dort die *praktische* Bedeutung dieser Erscheinungen zu erkennen und sich um ihre Mitkorrektur zu bemühen; Veröffentlichungen von LYONS und MALLETT lassen hierauf schließen, und eine längere Arbeit von CRONE läßt prinzipielles Interesse auch in der Ophthalmologie vermuten (8). Bei den vergleichenden Versuchen, über die im folgenden Beitrag Herr Dr. Forst berichtet wird, sind in den Polatest-Korrekturen stets die sensorischen Unarten miterfaßt worden, soweit dies in einer einzigen Korrektur möglich war.

**Auf den nächsten Seiten finden Sie das erwähnte Referat von Dr. Forst, Direktor der HFOF, Berlin.**

#### Literaturnachweis

- (1) H. SCHÖBER, SOZ, Nr. 11, 659, 1968
- (2) H. W. HOFSTETTER, Analysis of optometric findings, unveröffentlichte Vorlesungsmanuskripte in Übersetzung von Th. Glaser, 1963  
S. K. LESSER, Introduction to modern Analytical Optometry, Optometric Extension Program, Duncan, 1965, in Übersetzung von Th. Glaser  
J. REINER, Klin. Mbl. f. Augenheilk., 153, 715, 1968  
– „ –, Sitzungsber. 119. Vers. d. Vereins d. Rhein.-Westf. Augenärzte. Redig. v. Prof. Dr. K. A. Reiser, Verlag Gebr. Zimmermann, Balve i. Westf., 1969
- (3) H.-J. HAASE, Optometrie, 2, 46, 1959  
H. E. BAUMANN, ZEISS-Mitteilungen 4. Band, 4. Heft, 1966
- (4) M. BOUCART, SOZ, Nr. 10, 219, 1951
- (5) R. SACHSENWEGER, Sammlg., zwangl. Abhandlungen aus d. Geb. d. Augenheilkunde, Band 19, VEB Verlag Georg Thieme Leipzig, 1959
- (6) A. IVANOFF, in K. MUTZE, Die Akkommodation des menschl. Auges, Akademie-Verlag Berlin, 1956
- (7) H.-J. HAASE, Sammeldruck der Vorträge v. Internat. Augenoptikerkongreß Berlin 1962. S. 65, Energie-Verlag, Heidelberg
- (8) R. F. J. MALLETT, The Optician, 152, No. 3927, 1, 1966  
R. A. CRONE, A. v. Graefes Arch. klin. exp. Ophthal. 177, 52, 1969  
– „ –, der augenspiegel, Nr. 4, 197, 1973  
J. G. LYONS, Optometrie, Heft 1, 4, 1969