

# Phoriebestimmung und binokularer Abgleich in richtiger Reihenfolge!

## Inhalt:

1. Einleitung
2. Begriffe
  - 2.1. Bestandteile und Ziele der Augenglasbestimmung
  - 2.2. Inhalte und Ziele des binokularen Abgleichs
3. Reihenfolge bei der Augenglasbestimmung im Vergleich
4. Übergang von der monokularen zur binokularen Prüfung
5. Monokulare und binokulare Fixation
6. Kopplung von Akkommodation und Vergenz
7. Der „traditionelle“ binokulare Abgleich
8. Tests für den binokularen Abgleich im Polatest-Sehprüfgerät
  - 8.1. Kreuztest
  - 8.2. Cowen-Test
  - 8.3. „Sehgleichgewichtstest“
  - 8.4. Vergleich mit Testen in Sehzeichenprojektoren
9. Der binokulare Abgleich nach Haase
  - 9.1. Vorgehensweise an den Testen
  - 9.2. Durchführung refraktiver Änderungen
10. „Präventive“ Maßnahmen
11. Sonderfälle
12. Zusammenfassung
13. Literaturverzeichnis

## 1. Einleitung

Die vollständige und korrekte Erfassung sämtlicher Fehlsichtigkeitsanteile erfordert eine sehr differenzierte und systematische Vorgehensweise bei der Augenglasbestimmung. Der Weg zur optimalen optometrischen Brillenversorgung setzt sich daher aus mehreren Arbeitsgängen zusammen, wobei auch der Reihenfolge der einzelnen Korrektorschritte eine entscheidende Bedeutung zukommt.

Zur Beurteilung der derzeitigen Situation muß leider festgestellt werden, daß die überwiegende Anzahl von Augenglasbestimmungen noch immer unvollständig bzw. methodisch falsch durchgeführt werden und die optometrische Versorgung somit zwangsläufig mangelhaft ist.

Erschwerend ist, daß viele wichtige Begriffe zu diesem Thema, insbesondere zum sogenannten binokularen Abgleich, nicht eindeutig festgelegt sind und sich widersprechende Aussagen für zusätzliche Unklarheiten sorgen.

Da sich dadurch ein weites Feld für Mißverständnisse und Fehler eröffnet, sollen zunächst Verabredungen hinsichtlich des einheitlichen Gebrauchs der Begriffe getroffen werden.

Um dann die richtige Vorgehensweise deutlich aufzuzeigen, werden in diesem Beitrag zur Erläuterung der vielfältigen Fehlerquellen bewußt auch falsche Wege genannt.

## 2. Begriffe

### 2.1 Bestandteile und Ziele der Augenglasbestimmung

Die Gesamtheit der Vorgänge zur Ermittlung der erforderlichen Dioptrienkombination zur Korrektur von monokularer und binokularer Fehlsichtigkeit bezeichnet man als Augenglasbestimmung.

### Augenglasbestimmung

Bestimmung der dioptrischen Wirkung für refraktive und binokulare Vollkorrektur.

Ziel einer Augenglasbestimmung ist die *komplette Vollkorrektur*.

Der Oberbegriff Augenglasbestimmung beinhaltet die Korrektur sämtlicher Fehlsichtigkeitsanteile (Ametropie und Winkelfehlsichtigkeit) und steht dafür, daß dem Augenpaar zum bestmöglichen und bequemsten Sehen in Ferne und Nähe verholfen wird.

Eine vollständige Augenglasbestimmung besteht grundsätzlich aus einem monokularen und einem binokularen Teil.

Der monokulare Teil der Augenglasbestimmung heißt Refraktionsbestimmung. Er dient der Korrektur von sphärischer und astigmatischer Fehlsichtigkeit.

### Refraktionsbestimmung

Bestimmung der refraktiv vollkorrigierenden Kombination aus Sphäre und Zylinder für jedes Einzelauge.

Ziel einer Refraktionsbestimmung ist die *monokulare Vollkorrektur*.

(Genau genommen bedeutet Refraktionsbestimmung die Ermittlung der Fernpunktrefraktion des Auges. In der Pra-

xis ermittelt man jedoch stets die in einem bestimmten Hornhaut-Scheitelabstand refraktiv vollkorrigierende Gläserkombination. Die Fernpunktrefraktion kann aus den Werten der Refraktionsbestimmung errechnet werden.)

Die Refraktionsbestimmung schließt mit einer (sukzessiven) sphärischen Feinbestimmung an den kleinsten bequem lesbaren Optotypen in hellem Umfeld (keinesfalls mit dem Rot/grün-Test!). Evtl. liefert der im Anschluß an die Phoriebestimmung durchzuführende binokulare Abgleich aber noch Hinweise zur Änderung der refraktiven Korrekturen.

Refraktiv korrigierende Gläser bewirken Korrekturen in *axialer* Richtung (Abb. 1).

Davon zu unterscheiden sind *laterale* Korrekturen, die durch Gläser mit prismatischer Wirkung erfolgen; sie dienen der Korrektur von Winkelfehlsichtigkeit.

Der monokulare Teil der Augenglasbestimmung hat zum Ziel, daß beiderseits die Akkommodations-Ruhelage für das photopische Sehen hergestellt wird.

Im Anschluß daran soll beim binokularen Teil der Augenglasbestimmung die Fixierlinienvergenz-Hell-Ruhestellung bei bizentraler Bildlage des Fixationspunktes erreicht werden.

### Phoriebestimmung

Bestimmung der Winkelfehlsichtigkeit eines Augenpaares für Ferne und Nähe.

Ziel einer Phoriebestimmung ist die *binokulare (bzw. prismatische) Vollkorrektur*.

Der Ausdruck „binokulare Vollkorrektur“ beschreibt ausschließlich die prismatische Vollkorrektur einer Winkelfehlsichtigkeit und darf nicht im Sinne der refraktiven Vollkorrektur nach erfolgtem „binokularem Abgleich“ – genauer: „binokular-refraktivem Abgleich“ – verwendet werden!

Dieser binokular-refraktive Abgleich muß grundsätzlich bei binokular-prismatischer Vollkorrektur durchgeführt werden. Er dient der Kontrolle der anfangs ermittelten Monokularkorrekturen unter binokularen Sehbedingungen.

Änderungen der refraktiven Korrekturwerte werden jedoch nur vorgenommen, wenn sie sich an Monokulartesten bestätigen. Somit ist der binokular-refraktive Abgleich eher dem monokularen als dem binokularen Teil der Augenglasbestimmung zuzuordnen.

### Binokularer Abgleich (Binokular-refraktiver Abgleich)

Im Binokularsehen durchgeführte Überprüfung der sphärischen Korrekturanteile und ggf. deren Feinbestimmung an Monokulartesten zwecks Herstellung von Akkommodations- bzw. Refraktionsgleichgewicht.

Ziel des binokularen Abgleichs ist die *refraktive Vollkorrektur* (monokulare Vollkorrektur beider Augen bei bizentraler Bildlage).

Werden die bisherigen refraktiven Korrekturwerte im Zuge dieses Arbeitsganges abgeändert, so muß auch die prismatische Korrektur überprüft werden. Zur Erzielung

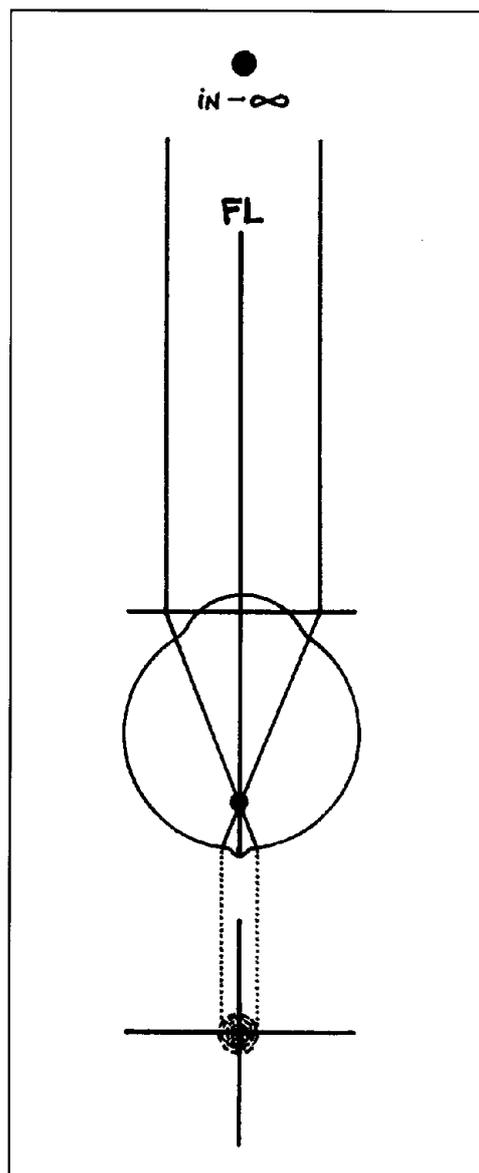


Abb. 1:  
Beispiel  
für einen  
axialen  
Bildlagefehler  
bei zentraler  
Fixation.

der kompletten Vollkorrektur sind axiale und laterale Korrekturwerte ggf. solange nacheinander abzugleichen, bis sich keine Änderung mehr ergibt (siehe Abschnitt 9.2).

## 2.2 Inhalte und Ziele des binokularen Abgleichs

Sowohl die Ziele des binokularen Abgleichs als auch die Vorgehensweise zur Durchführung desselben werden in der Literatur sehr uneinheitlich beschrieben [1 – 17].

Das liegt u. a. daran, daß die zentrale Terminologie nicht geregelt ist und die Begriffe somit recht unterschiedlich interpretiert werden. Im wesentlichen handelt es sich um Refraktionsgleichgewicht, Akkommodationsgleichgewicht und Sehgleichgewicht.

Nachfolgend soll versucht werden, diese Begriffe unter Berücksichtigung verschiedener Ansichten zu erklären. Da manche Quellen jedoch im Widerspruch zueinander stehen, ist es nicht möglich, alle Auslegungen zu berücksichtigen.

*Refraktionsgleichgewicht* liegt grundsätzlich bei Isometropie (gleiche Fernpunktrefraktion beider Augen) vor. In die-

sem Fall besitzen beide Augen mit oder ohne Korrektur den *gleichen Refraktionszustand*.

Da streng genommen jede Abweichung von der Gleichheit der Fernpunktrefraktionen Anisometropie bedeutet, kann diese Bedingung nur selten erfüllt werden.

Daher spricht man auch dann von Refraktionsgleichgewicht, wenn bei korrigierten Augenpaaren beiderseits ein *gleichguter Korrektionszustand* erreicht wurde; zuweilen findet man daher auch die Bezeichnung „Korrektionsgleichgewicht“ [1, 2, 3].

### **Refraktionsgleichgewicht**

Gleicher Refraktionszustand und/oder gleichguter Korrektionszustand beider Augen.

Damit zumindest für die Ferne Refraktionsgleichgewicht vorliegt, muß in beiden Augen die größtmögliche (evtl. rechts und links unterschiedliche) Sehschärfe vorhanden sein, was durch beiderseitige monokulare Vollkorrektur eines ametropen Augenpaares erreicht wird [18].

Theoretisch ist Refraktionsgleichgewicht aber auch bei beiderseits gleicher Abweichung von den refraktiven Vollkorrektionswerten vorhanden [4].

Von manchen Autoren wird anstelle von Refraktionsgleichgewicht das Wort *Refraktionsgleichheit* verwendet [5, 6].

Unter Akkommodationsgleichgewicht versteht man den Refraktions- oder Korrektionszustand, bei dem im Binokularsehen die beiderseitigen Einstellpunkte in gleicher Entfernung liegen:

### **Akkommodationsgleichgewicht**

Gleiche Einstellpunktrefraktion beider Augen.

Bei Refraktionsgleichgewicht herrscht grundsätzlich auch Akkommodationsgleichgewicht. Mitunter ist Akkommodationsgleichgewicht aber auch bei Refraktionsungleichgewicht vorhanden, z.B. wenn bei un(ter)korrigiertem Astigmatismus die Einschnürungskreise beider Augen bei gleichem Akkommodationszustand in gleicher Ebene liegen [4].

Bei *unkorrigierter Anisometropie* hingegen besteht niemals Refraktionsgleichgewicht, evtl. aber Akkommodationsgleichgewicht.

Diese Eigenart verdeutlicht insbesondere eine höhergradige Anisometropie, die mit Brillengläsern für die Ferne korrigiert ist:

Während für die Ferne Refraktionsgleichgewicht (und damit automatisch Akkommodationsgleichgewicht) gegeben ist, herrscht für die Nähe aufgrund des beiderseits verschiedenen Akkommodationserfolges weder Refraktions- noch Akkommodationsgleichgewicht!

Für die Begriffe Refraktions- und Akkommodationsgleichgewicht findet man auch vereinfachte Erklärungen: Refraktionsgleichgewicht herrscht demnach dann, wenn die Fernpunkte beider Augen (evtl. mit Korrektur) in der gleichen Ebene liegen, während das Akkommodationsgleichgewicht als Korrelat nur dem Nahsehen zugeordnet wird [1, 2, 3, 6, 19]. Da jedoch auch der Blick in die Ferne einen

aktiven Akkommodationsvorgang darstellt [5, 7, 20], gehört das Akkommodationsgleichgewicht auch zum binokularen Abgleich einer Fernbrille.

Für die Nähe gibt es dementsprechend auch eine Unterteilung in Akkommodationsgleichgewicht und *Nah-Refraktionsgleichgewicht* [8].

Damit beide Augen gleichzeitig auf dieselbe Objektebene akkommodativ eingestellt sind, müssen gemäß der vorstehenden Definition die Einstellpunkte beider Augen zusammenfallen. Das schließt ein Zusammenfallen der beiderseitigen Fernpunkte ein, denn jeder Fernpunkt begrenzt als spezieller Einstellpunkt den Akkommodationsbereich.

Unterschiedliche Ansichten bestehen auch hinsichtlich des Begriffes Sehgleichgewicht. Meist versteht man darunter, daß die beiden monokularen Visuswerte mit oder ohne Korrektur identisch sind [1, 2, 21]. Sinnvoller wäre daher die Bezeichnung *Sehschärfegleichgewicht*.

### **Sehgleichgewicht (Sehschärfegleichgewicht)**

Gleiche Sehschärfe beider Augen.

Während das Refraktions- und das Akkommodationsgleichgewicht für den binokularen Abgleich von zentraler Bedeutung sind, spielt das so definierte Sehgleichgewicht optometrisch eine nur untergeordnete Rolle.

Eine ebenfalls häufig anzutreffende Auslegung des Sehgleichgewichtes lautet: „Zustand, bei dem beide Augen mit gleicher Anspannung ihrer Akkommodation wie auch ihrer Konvergenz am Sehen beteiligt sind“ [8, 9].

Auf keinen Fall darf das Wort Sehgleichgewicht mit *Stereo-Sehgleichgewicht* verwechselt werden. Auf *Stereo-Sehgleichgewicht* wird geprüft, indem sowohl für temporale als auch für nasale Querdisparation die *Valenzverhältnisse* festgestellt werden. Unter Valenz versteht man die Wertigkeit beider Augen beim Stereosehen [18]. Bei Gleichwertigkeit spricht man von Äquivalenz (ein Ausdruck, der 1958 von Sachsenweger eingeführt wurde) oder von Isovalenz; die Ungleichwertigkeit wird mit Prävalenz bzw. Anisovalenz bezeichnet [18].

Bevor es den von Hans-Joachim Haase entwickelten Valenztest (Stereo-Sehgleichgewichtstest) gab, wurde der Begriff Sehgleichgewicht im Sinne des heutigen Stereo-Sehgleichgewichtes benutzt [4, 10]. Jetzt müssen beide Begriffe sorgfältig unterschieden werden, weil sie eine völlig unterschiedliche Bedeutung haben: Nur wenn für beide stereoskopischen Richtungswahrnehmungen (nach vorne und nach hinten) Äquivalenz besteht, dann bezeichnet man diesen Zustand als Stereo-Sehgleichgewicht. Zur Ermittlung des Grades einer eventuell vorhandenen Prävalenz eines Auges (Dominanz in der stereoskopischen Richtungswahrnehmung) dient der Valenztest im Polatest- Sehprüfgerät (Abb. 2).

Hinzu kommt, daß auch die Begriffe Refraktions- und Akkommodationsgleichgewicht häufig mit Sehgleichgewicht durcheinandergebracht werden [1]. Das liegt sowohl an fehlender Nomenklatur als auch an falschen Ansichten zum binokularen Abgleich. Bereits seit Jahrzehnten ist bekannt, daß die Übereinstimmung der Visuswerte beider Augen (Sehgleichgewicht) keine unabdingbare Voraussetzung für ideales Binokularsehen ist [1, 10 c].

Völlig verkehrt ist es also, im Rahmen des binokularen Ab-

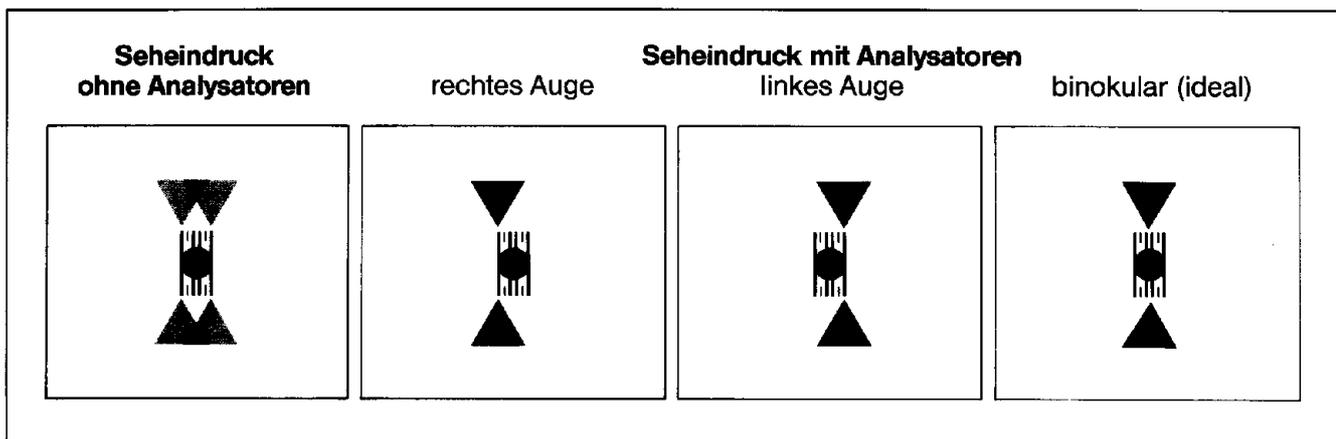


Abb. 2: Valenztest (Stereo-Sehgleichgewichtstest) im Polatest-Sehrprüfgerät (positiv polarisierend).

gleichs beide Augen auf gleiche Sehschärfe abzugleichen. Bei unterschiedlichem Maximalvisus beider Augen besteht dann weder Refraktions- noch Akkommodationsgleichgewicht! Unabhängig davon kann die Sehschärfe-gleichheit beider Augen als physiologische Regel betrachtet werden [4, 19, 21]. Aber auch bei Visusdifferenzen ergibt sich „Schwärzungsgleichgewicht“ am Kreuztest, wenn beide Augen völlig gleichwertig in der Orthostellung zusammenarbeiten (siehe Abschnitte 8.1 und 9.1). Voraussetzung dafür ist stets die bizen-trale Abbildung des Fixationspunktes, was in den meisten Fällen nur durch eine prismatische Vollkorrektur erreicht werden kann.

Die gleichwertige Beteiligung beider Augen am Aufbau des binokularen Seheindrucks ist eine Voraussetzung für das Stereo-Sehgleichgewicht. Die häufigste Ursache für Abweichungen davon ist eine Fixationsdisparation [22, Lfd. Nr 141].

Neben den bereits aufgeführten binokularen Gleichgewichtszuständen sind der Vollständigkeit halber zwei weitere Begriffe zu diesem Thema zu nennen:

- Als Ergebnis der prismatischen Vollkorrektur ergibt sich *Muskelgleichgewicht*.
- Mit der kompletten Vollkorrektur schließlich wird *Einstellgleichgewicht* erreicht [18].

### 3. Reihenfolge bei der Augenglasbestimmung im Vergleich

Die Vorgehensweise bei der Augenglasbestimmung soll in zwei Kategorien eingeteilt werden: die „traditionelle“ Vorgehensweise einerseits sowie die Meß- und Korrektionsmethodik nach Hans-Joachim Haase (MKH) andererseits. Die Bezeichnung „traditionell“ ist übrigens nicht abwertend gemeint; die zugehörigen Prüfmetho-den stammen aus Zeiten, als es noch wenig Kenntnisse und Möglichkeiten gab, für binokularen Sehkomfort zu sorgen. Wer jedoch angesichts der heutigen Erkenntnisse und nachweisbaren Erfolge mit der MKH an den traditionellen Wegen festhält, muß sich den Vorwurf gefallen lassen, veraltete und unvollkommene Methoden anzuwenden.

Bei einer Augenglasbestimmung gemäß den Regeln der MKH hingegen sind die einzelnen Korrektionsschritte so angeordnet, daß systematisch auf die Erfassung und Vollkorrektur sämtlicher Fehlsichtigkeitsanteile (monokular und binokular) hingearbeitet wird.

#### „Traditionelle“ Vorgehensweise:

1. Refraktionsbestimmung
  2. Binokularer Abgleich
  3. (Eventuell) Phoriebestimmung
- = (unvollständige) Augenglasbestimmung in falscher Reihenfolge!

#### Vorgehensweise gemäß MKH:

1. Refraktionsbestimmung  
▷ monokulare Vollkorrektur
  2. Phoriebestimmung  
▷ binokulare (prismatische) Vollkorrektur
  3. Binokularer Abgleich  
▷ refraktive Vollkorrektur  
▷ Akkommodations- bzw. Refraktionsgleichgewicht
- = vollständige Augenglasbestimmung in richtiger Reihenfolge  
▷ komplette Vollkorrektur

Die Gegenüberstellung zeigt, daß ein entscheidender Unterschied darin besteht, an welcher Stelle der binokulare Abgleich durchgeführt wird.

In den heutzutage erhältlichen Lehrbüchern spiegelt sich die Kontroverse deutlich wieder, wobei sich die Empfehlung durchzusetzen beginnt, den binokularen Abgleich erst nach der Phoriebestimmung (bei prismatischer Vollkorrektur) vorzunehmen [8, 9, 11].

Warum dies zwingend erforderlich ist, soll im folgenden dargelegt werden.

### 4. Übergang von der monokularen zur binokularen Prüfung

Der Wechsel vom monokularen zum binokularen Teil der Augenglasbestimmung ist sinnvollerweise so vorzunehmen, daß dem Augenpaar dabei keine Möglichkeit zum freien binokularen Sehen gegeben wird. Während der Refraktionsbestimmung ist die Fusion bereits für eine ge-

wisse Zeit aufgehoben, so daß sich die äußeren Augenmuskeln aufgrund nicht benötigter fusionaler Vergenz entspannen können.

Viele un(ter)korrigierte Winkelfehlsichtigkeiten entwickeln motorisch-fusionale Ausgleichsgewohnheiten, die durch eine Schwächung der Fusionsmöglichkeit an Phorietesten nicht spontan freigegeben werden, sofern zuvor binokular geblickt wurde.

Gibt man dem Augenpaar nach der monokularen Gläserbestimmung Gelegenheit zum Fusionieren, wird der Einstieg in die Phoriebestimmung meist erschwert, da es zu zunächst nur zögerhaften und schwerfälligen Auswanderungen kommt [12]. Da der Tonusabbau ohnehin nur allzu oft ein zeitliches Problem darstellt, sollte alles vermieden werden, was der Muskelentspannung entgegenwirken könnte.

Unverständlicherweise wird in der Praxis nach der Refraktionsbestimmung immer noch häufig der beidäugige Visus mit den monokularen Korrekturen festgestellt. Möglicherweise sind dies Relikte aus der Studienzeit, wo aus didaktischen Gründen entsprechende Untersuchungen vorgenommen werden. Sofern aber noch eine prismatische Korrektur erforderlich ist, interessiert dieser Sehschärfewert überhaupt nicht; bedeutsam ist nur der Binokularvisus, der sich mit der kompletten Vollkorrektur ergibt!

#### Mögliche Vorgehensweise beim Übergang vom monokularen zum binokularen Sehen mit Trenner:

- Kreuztest dem zuletzt refraktionierten Auge monokular darbieten.
- Polarisationsfilter beiderseits vorschwenken.
- Zudeckscheibe vor dem anderen Auge entfernen.

Wird der Klient zudem aufgefordert, immer nur auf das Testfeld (Kreuz) zu schauen, ist sichergestellt, daß kein zentraler Fusionsreiz wirkt.

## 5. Monokulare und binokulare Fixation

Bei der Refraktionsbestimmung kann in der Regel davon ausgegangen werden, daß mit dem Ort des schärfsten Sehens fixiert wird. Die Ermittlung der monokularen Korrekturwerte erfolgt somit für die jeweilige Netzhautgrubenmitte (Foveola).

Davon ausgenommen sind die seltenen Fälle von exzentrischer Fixation. Darunter versteht man einen anomalen Zustand, bei dem im Monokularsehen eine extrafoveolare Netzhautstelle zum Fixieren benutzt wird [22, Lfd. Nr 139]. Wie in der Definition zum Ausdruck kommt, bezieht sich der Begriff nur auf das Monokularsehen und darf nicht mit binokularer Fehlsichtigkeit, z.B. Fixationsdisparation, verwechselt werden – obgleich sich natürlich häufig Auswirkungen auf das Binokularsehen ergeben. Für exzentrische Fixation gibt es verschiedene Ursachen, z.B. einen organischen Defekt des zentralen Netzhautareals eines Auges, weshalb diese Fälle ausnahmslos in die Hände von Augenärzten gehören.

Es gibt aber auch bei normalem Binokularsehen Ausnahmefälle, wo binokular-sensorische Umschaltprozesse bereits derart auf das Monokularsehen durchgeschlagen haben, daß monokular keine sichere (zentrale) Fixation mehr möglich ist (siehe Abschnitt 11.).

Für die weiteren Überlegungen wird vom Normalfall ausgegangen, das heißt, daß monokular zentrale Fixation gewährleistet ist.

Wie sicher aber ist eine bizenrale Fixation? Diese Frage ist ganz entscheidend dafür, wann und wie der binokulare Abgleich vorgenommen werden darf.

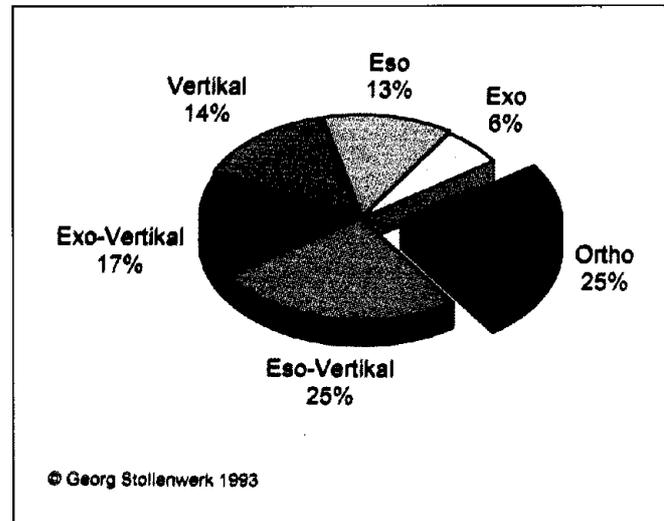


Abb. 3: Verteilung von Phorien (nach Goersch [24]).

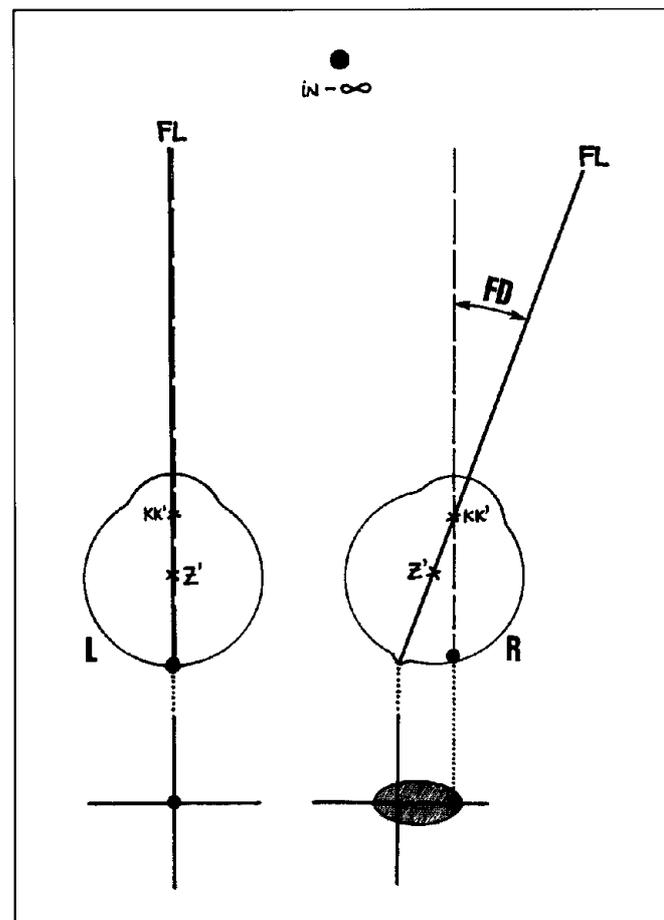


Abb. 4: Beispiel für eine Exo-FD mit (temporal) erweitertem zentralem Panumbereich. Links: Stellungsmäßiges Führungsauge im Binokularsehen mit zentraler Fixation. Rechts: Abweichendes Auge mit lateralem Bildlagefehler (Abbildung am Rand des zugehörigen Panumbereiches).

Abb. 3 zeigt die bekannte Verteilung von Phorien, nach der nur 25% aller Augenpaare orthophor sind. Die relative Häufigkeit von Winkelfehlsichtigkeiten liegt also bei 75% [23, 24], und da die meisten dieser Fälle auch eine Fixationsdisparation besitzen, ist ohne prismatische Vollkorrektur fast immer – in mindestens einem Auge – ein lateraler Bildlagefehler vorhanden (Abb. 4). Die Abweichung von der Orthostellung beträgt in der Regel bis zu 4 cm/m [4, 8, 13, 25], was in etwa 2 Winkelgrad entspricht.

Werden in diesem Zustand die refraktiven Werte überprüft, sind leicht Täuschungen und Fehlreaktionen möglich, denn die Testteile werden in beiden Augen auf ungleichwertige Netzhautstellen abgebildet. Dies erklärt sich leicht aus der Abhängigkeit des Visus vom Netzhautort [18, 24]: Nur bis zu einer Entfernung von ca. 10 Winkelminuten außerhalb der Netzhautgrubenmitte herrscht der individuelle Maximalvisus ( $V_{\max}$ ) [26]. Bereits am Rand der Foveola – bei knapp  $0,6^\circ$  Abstand vom Zentrum – werden nur noch rund 80% von  $V_{\max}$  erreicht.  $2^\circ$  außerhalb der Netzhautmitte – d.h. am Rand eines erweiterten zentralen Panumbereiches [22, Lfd. Nr 281] beträgt die relative Sehschärfe sogar nur noch etwa 50% ihres Maximalwertes! Die gesamten Zusammenhänge erläutert die Wertheim-Kurve (Abb. 5).

Erfolgt im Binokularsehen die Abbildung auf Netzhautstellen, die bezüglich ihrer Richtungswerte einander nicht zugeordnet sind, so spricht man von Disparation [22, Lfd. Nr 76].

Da die disparate Netzhautstelle im stellungsmäßig abweichenden Auge ein reduziertes Auflösungsvermögen besitzt, werden Tests zur Prüfung auf Refraktions- bzw. Akkommodationsgleichgewicht leicht so gesehen, als ob einseitige sphärische Änderungen erforderlich wären [12]; auf einen schlechten (grauen) Seheindruck könnte fälschlicherweise mit Minus reagiert werden.

Darüberhinaus kann die zur Fixation benutzte Netzhautstelle eine andere Refraktion aufweisen als die Foveola. Bei den hier in Betracht kommenden Abweichungen verursacht der Niveauunterschied zwischen Netzhautgrubenmitte und dem benachbarten Fundus eine refraktive Differenz von etwa 0,25 dpt [14].

Besonders riskant ist es, wenn sich im Binokularsehen bereits die Richtungswerte umgeschaltet haben, d.h. bei disparater Korrespondenz (Fixationsdisparation zweiter Art) [25].

Erfolgt der binokular-refraktive Abgleich für das aus der Netzhautmitte heraus verschobene Korrespondenzzentrum, so kann diese „Pseudofoveola“ dadurch sogar gefestigt werden! Es muß in Betracht gezogen werden, daß die bei dieser Reihenfolge erst danach durchgeführte Phoriebestimmung somit fehlerhaft werden kann.

Damit der binokular-refraktive Abgleich nicht für falsche Netzhautstellen vorgenommen wird, muß grundsätzlich zuvor durch die Phoriebestimmung sichergestellt sein, daß bizentrale Abbildung gegeben ist. Andernfalls läuft man Gefahr die zuvor im Monokularsehen korrekt ermittelten Refraktionsergebnisse wieder zunichte zu machen, weil man nicht mehr auf dem zentralen Hauptstrahl [27] refraktioniert.

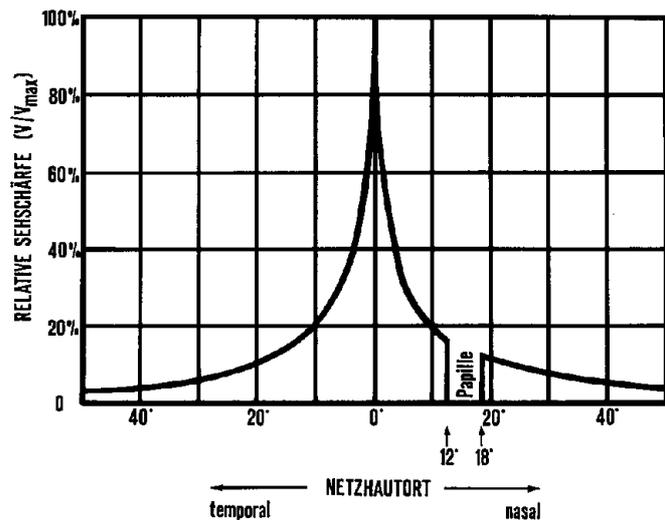


Abb. 5: Relative Sehschärfe in Abhängigkeit vom horizontalen Netzhautort (Wertheim-Kurve).

## 6. Kopplung von Akkommodation und Vergenz

Werden die monokularen Refraktionswerte zum falschen Zeitpunkt binokular abgeglichen, so ergibt sich eine weitere entscheidende Fehlerquelle durch die enge Kopplung von Akkommodation und Vergenz. Daher zeigen sich häufig refraktive Änderungen an, wenn der binokulare Abgleich bei nicht oder nicht vollständig prismatisch korrigierter Winkelfehlsichtigkeit durchgeführt wird:

Exophoriker nehmen unter binokularen Sehbedingungen – insbesondere an stark fusionsverriegelten Testen – gerne sphärisch Minus an. Dies löst zum scharfen Sehen nämlich positive Akkommodation aus, die Konvergenz zur Folge hat. Der Exostellung kann dadurch etwas entgegengewirkt werden.

Esophoriker können dementsprechend zuviel Plus annehmen. Obwohl mit negativer Akkommodation in der Regel keine Divergenz einhergeht [24], helfen beiderseits schwache Plusvorsätze dabei, das Akkommodations-system über die Ruhelage hinaus zu entspannen. Das bedeutet eine Unterstützung hinsichtlich der aufzubringenden fusionalen Divergenz.

Da beide Fehler nur auftreten können, wenn der binokulare Abgleich vor der Phoriebestimmung durchgeführt wird, ist eine un(ter)korrigierte Winkelfehlsichtigkeit schon Anlaß genug, immer zuerst die prismatische Vollkorrektur zu ermitteln.

Ein nicht in der Vergenzruhelage durchgeführter binokularer Abgleich kann zudem durch unruhig pendelnde und/oder zu weit voneinander entfernt stehende Seheindrücke erschwert sein. Eventuell ist er gar unmöglich, weil die zu vergleichenden Testteile durch Fusion ineinanderlaufen.

## 7. Der „traditionelle“ binokulare Abgleich

Bei einer herkömmlichen Augenglasbestimmung werden nach der (monokularen) Refraktionsbestimmung beide Augen aufgedeckt.

Dabei soll der Refraktionist auf die spontane Reaktion des Klienten achten. Anschließend wird anhand von drei Kriterien die „Qualität des Binokularsehens“ überprüft [1, 2, 6, 14]:

1. Werden die Testteile *vollständig* gesehen?
2. Werden die Testteile *gleichzeitig* gesehen?
3. Sind die Testteile gegeneinander *verschoben*?

Die Abbildungen 6, 9 und 11 zeigen verschiedene Tests für den binokularen Abgleich. Obwohl diese Tests nicht für Phoriekorrekturen konzipiert sind, können sich Winkelfehlsichtigkeiten durch Fehlstellungen der Testteile anzeigen. Für diesen Fall gibt es unterschiedliche Empfehlungen. Der vernünftigste Vorschlag ist der, die Phoriebestimmung vorzuziehen. Die Entscheidung wird aber vom Ausmaß der Verschiebung abhängig gemacht. Als störend gilt eine Auswanderung in der Regel dann, wenn sie mehr als eine Zeichenbreite beträgt.

Gemäß einer anderen Empfehlung soll nur ein grobes, vorläufiges Kompensationsprisma vorgesetzt werden, das die störenden Verschiebungen ungefähr ausgleicht, um dann den Binokularabgleich durchzuführen [1, 3, 6]. Eventuell schließt sich danach eine Phoriebestimmung an. Diese Vorgehensweise ist leider die verbreitetste, so daß im Rahmen „traditioneller“ Augenglasbestimmungen immer wieder der prinzipielle Fehler vorkommt, die Phoriebestimmung (sofern sie überhaupt vorgenommen wird) erst nach dem binokular-refraktiven Abgleich durchzuführen.

Nur allzu häufig jedoch entfällt die Phoriebestimmung komplett, z. B. wenn aufgrund der Reaktionen des Klienten „keine allzu großen Störungen“ im Binokularsehen erwartet werden [2, 3, 6]. Dabei dient eine Symmetrie der zu vergleichenden Testteile gerne als Begründung dafür, die Phoriebestimmung wegzulassen.

Ob sich aber eine un(ter)korrigierte Winkelfehlsichtigkeit tatsächlich durch Auswanderungen an Testen für den binokularen Abgleich anzeigt, ist von verschiedenen Faktoren abhängig:

### a) Art des verwendeten Tests:

Es gibt zahlreiche, völlig unterschiedlich konstruierte Tests für die Prüfung auf Akkommodations- bzw. Refraktionsgleichgewicht. Ihnen ist gemeinsam, daß sie nicht für die Erfassung und Korrektur von Winkelfehlsichtigkeit gedacht sind.

Die meisten Tests enthalten für beide Augen sichtbare Testteile, durch die „störende“ Auswanderungserscheinungen bewußt verhindert oder zumindest gemindert werden sollen [2]. Verwendet wird dazu neben zentralen und parazentralen Fusionsreizen gelegentlich auch ein peripherer, binokular sichtbarer Ring. Je nach Art der Verriegelung zeigen sich evtl. selbst voll motorisch kompensierte Winkelfehlsichtigkeiten nicht an!

### b) Kompensationsstadium bzw. Anpassungszustand der Winkelfehlsichtigkeit:

Viele Fixationsdisparationen befinden sich im Stadium von disparater Korrespondenz (Fixationsdisparation zweiter Art) [25]. Sofern sich dabei die Umstellung der (binokularen) Richtungswerte auch bereits auf parazentrale Netzhautbereiche ausgeweitet hat (alte FD II), können an Binokularabgleichtesten grundsätzlich keine Fehlstellungswahrnehmungen auftreten.

**Wer also aus „rationellen“ Gründen bevorzugt, nach der Refraktionsbestimmung zunächst mit dem Binokularabgleich zu beginnen, beim Vorliegen einer Winkelfehlsichtigkeit aber aus rationalen Gründen dann doch zuerst die Phoriebestimmung durchführen möchte, kann nicht darauf vertrauen, daß sich jede Winkelfehlsichtigkeit an einem Test für den binokularen Abgleich warnend anzeigt!**

Neben der Prüfung auf Refraktionsgleichgewicht beinhaltet der binokulare Abgleich im Rahmen der traditionellen Vorgehensweise zwei weitere Überprüfungen, die auch als „binokulares Nebeln und Entnebeln“ bezeichnet werden [14] und ohne Trenner vorgenommen werden:

● Zunächst werden beiderseits gleichzeitig Plusgläser gemäß Stufungstabelle (im allgemeinen +0,25 dpt) vorschaltet. Mit den stärksten Plusvorsätzen, bei denen gerade noch keine Sehverschlechterung eintritt, liegt die hintere Grenze der Abbildungstiefe in die Prüffeldenebene.

Der erreichte Refraktionszustand wird als „Raumkorrektur“ bezeichnet [5, 6, 14].

Es wird davon ausgegangen, daß der Klient entsprechend der Prüferentfernung von 4 bis 6 m mit diesen Werten gegenüber der Ferne um etwa 0,25 bis 0,17 dpt myopisiert wurde. Soll die Brille vorwiegend im Raum getragen werden, wird die Verordnung der „Raumkorrektur“ empfohlen.

● Wird hingegen eine „echte“ Fernbrille benötigt, z. B. zum Autofahren, so wird die soeben ermittelte Korrektur beiderseits (ohne Befragung) um -0,25 dpt geändert. Dann läßt man den Klienten – aus dem Fenster – auf ein weit entferntes Objekt schauen und prüft bei binokularem Vorhalten von -0,25 dpt auf Sehverbesserung. Der auf diesem Wege gefundene Wert wird „Fernkorrektur“ genannt [5, 6, 14].

Tatsächlich ist das eventuelle Annehmen der beiderseitigen sphärischen Vorsätze in aller Regel auf die Kopplung zwischen Akkommodation und Vergenz bei un(ter)korrigierter Winkelfehlsichtigkeit zurückzuführen. Darauf wird selbst von Anwendern dieser Methode hingewiesen [5]. Insbesondere hinsichtlich der Prüfung auf „Fernkorrektur“ wird zur Vorsicht geraten, weil Exophoriker sehr stark dazu neigen, unter binokularen Sehverhältnissen Minus anzunehmen (siehe Abschnitt 6.); die Gefahr dazu ist bei stark fusionsverriegelten Testen besonders groß [13].

Im Zusammenhang mit der sogenannten analytischen Gläserbestimmung (graphische Analyse) wurden übrigens bewußt „akkommodative Korrekturen“ von Winkelfehlsichtigkeiten vorgenommen. Gemäß dieser auf Neumüller zurückgehenden „Prismenersatzlösungen“ wurden sphärisch-negative Zusätze zur monokularen Vollkorrektur gegeben, um die akkommodative Verkleinerung einer Exophorie zu erreichen. Bei Esophorie wurden sphärische Plusvorsätze verordnet, auch wenn dadurch ein gewisser Visusverlust auftrat.

Inzwischen dürfte weitgehend Einigkeit darüber bestehen, daß eine derartige Umgehung prismatischer Korrekturen durch Verzicht auf refraktive Vollkorrektur in der heutigen Zeit absolut nichts mehr zu suchen hat.

Wer Prüfungen auf „Fern-“ bzw. „Raumkorrektur“ bei un(ter)korrigierter Winkelfehlsichtigkeit durchführt, wendet aber – bewußt oder unbewußt – dieses Prinzip an!

## Die „traditionelle“ Vorgehensweise nach der Refraktionsbestimmung im Überblick

### Vorbereitende Beobachtungen:

1. *Spontanreaktion* beim Aufdecken an kleinen Optotypen
2. Prüfung der „*Qualität des Binokularsehens*“ mit Trenner

Kriterien: ● **Vollständigkeit** (Simultansehen)  
 ● **Gleichzeitigkeit** (Heterophorie)  
 ● **Verschiebungen**

### Eigentlicher binokularer Abgleich:

1. Prüfung auf *Refraktions- bzw. Akkommodationsgleichgewicht*
2. Prüfung auf „*Raumkorrektur*“ (binokulares Nebeln und Entnebeln ohne Trenner)
3. Prüfung auf „*Fernkorrektur*“

Erfahrene Anwender der Meß- und Korrekturmethode

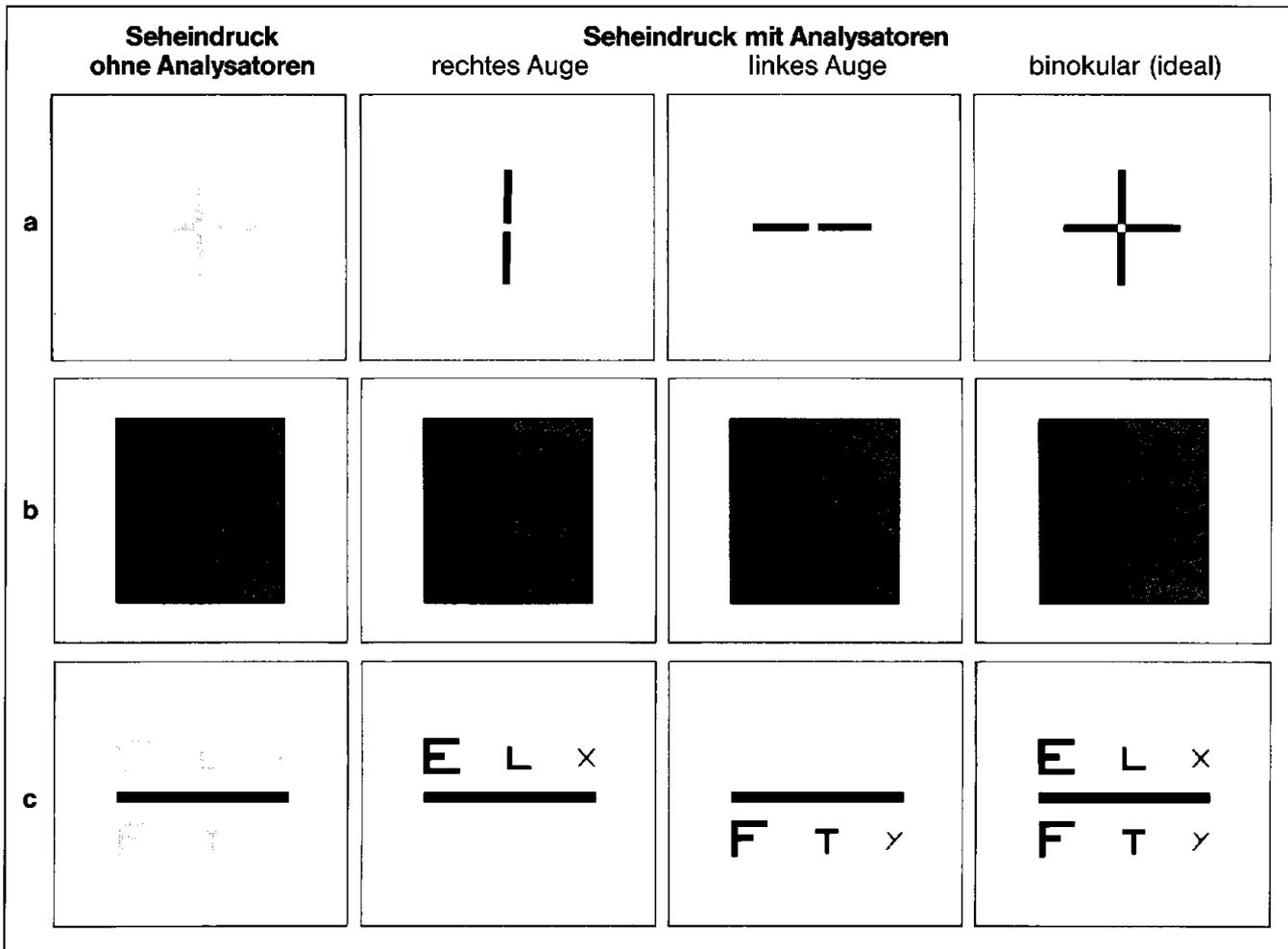


Abb. 6: Tests für den binokular-refraktiven Abgleich im Polatest-Sehprüfgerät (positiv polarisierend). a) Kreuztest; b) Cowen-Test; c) „Sehgleichgewichtstest“

nach Hans-Joachim Haase wissen, daß beide Überprüfungen überflüssig sind, wenn systematisch die komplette Vollkorrektion (refraktiv und prismatisch) hergestellt wurde.

Als Begründung dafür, den binokularen Abgleich vor einer eventuellen Phoriebestimmung durchzuführen, wird gelegentlich das Problem der latenten Hyperopie angeführt; oft werde binokular eine erheblich stärkere Pluswirkung angenommen als monokular [6]. Das ist angesichts dessen, daß Hyperopien recht häufig in Verbindung mit Esophorien vorkommen, verständlich; mit Lösung von Akkommodationstonus jedoch hat dies nichts zu tun.

Als sinnvoll hat sich erwiesen, auch in diesen Fällen die (momentane) prismatische Vollkorrektion zu verordnen. Vorauszugehen hat eine besonders sorgfältige Refraktionsbestimmung, bei der ggf. beide Augen mehrmals nacheinander zu überprüfen sind; das Ergebnis darf aber nicht binokular-refraktiv abgeglichen werden. Natürlich muß mit Änderungen der prismatischen Meßwerte gerechnet werden, falls noch akkommodative Tonusanteile vorhanden waren. Es müssen dann die refraktiven Korrektionswerte verstärkt und die prismatische Korrektion entsprechend geändert werden, bis (irgendwann) beide Meßwerte stabil sind.

## 8. Teste für den binokularen Abgleich im Polatest-Sehprüfgerät

Zur Durchführung des binokular-refraktiven Abgleichs gibt es für das Polatest-Sehprüfgerät drei polarisierende Teste (Abb. 6 a – c):

- Kreuztest
- Cowen-Test
- „Sehgleichgewichtstest“

Anzumerken ist, daß nur der Kreuztest von Hans-Joachim Haase stammt.

### 8.1 Kreuztest

Die vielseitigen Möglichkeiten des Kreuztestes haben bereits wiederholt dazu geführt, diesen Test als „Haupttest“ zu bezeichnen. Das ist natürlich falsch, weil es zur vollständigen Erfassung einer Winkelfehlsichtigkeit verschiedener Testarten bedarf.

So wie die übrigen Binokularteste von H.-J. Haase ist auch der Kreuztest bis ins Detail durchdacht und unter Berücksichtigung physiologischer Gesichtspunkte entwickelt worden. Jahrzehntelange positive Erfahrungen erklären, weshalb die von Haase ursprünglich erarbeiteten Konstruktionsvorschriften bis heute unverändert Gültigkeit besitzen.

In der Phoriebestimmung dient der Kreuztest als konventioneller Test der Korrektion von motorischen Kompensationsanteilen sowie Fixationsdisparation erster Art (disparate Fusion) [25].

Aufgrund der Balkenbreite zeigen sich selbst geringfügige Schwärzungsunterschiede an.

Darüberhinaus zeichnet sich der Kreuztest durch ein eindeutiges Nullstellungskriterium aus. Die Systematik der MKH bietet es förmlich an, den Kreuztest auch für den binokular-refraktiven Abgleich einzusetzen:

Nachdem man nacheinander an allen Phorietesten ge-

prüft hat und ggf. schrittweise zur prismatischen Vollkorrektion gelangt ist, wird eine Rückkontrolle durchgeführt. D. h. ausgehend von dem Test, an dem die Vollkorrektion erreicht wurde, werden die vorherigen Teste in umgekehrter Reihenfolge dargeboten, um festzustellen, ob zwischenzeitlich (weitere) motorisch-fusionale Entspannungen stattgefunden haben und welcher Anpassungszustand zugrunde liegt [4]. Die Rücklaufkontrolle führt am Ende folglich wieder zum Kreuztest.

Doch bevor er für den binokularen Abgleich zum Einsatz kommt, darf nicht vergessen werden, auch die Phorieverhältnisse in der Nähe (Hauptarbeitsentfernung) zu überprüfen. Die binokulare Nahprüfung ist fester Bestandteil einer vollständigen Phoriebestimmung und ist unabhängig vom Alter des Klienten – also auch bei Nichtpresbyopen – vorzunehmen. Bei Presbyopen müssen zuvor (monokular) die erforderlichen Nahzusätze ermittelt und eingesetzt werden [4].

Nicht selten gelingt es, über die Dynamik des Nahsehens weitere Tonusanteile zu lösen und somit auch die prismatische Korrektion für die Ferne zu verfeinern.

Dies erfordert einen erneuten Durchlauf der Fern-Phorieteste (evt. mit weiteren Korrektionsschritten) und eine nochmalige Rücklaufkontrolle.

Schließlich ist als letzter Binokulartest der Kreuztest für

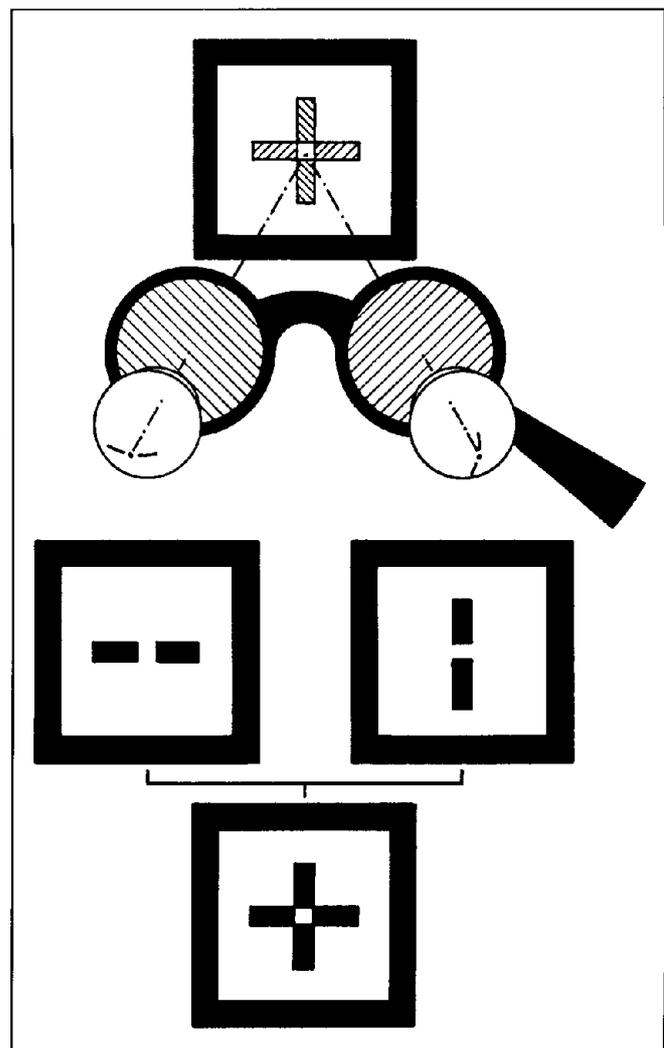


Abb. 7: Funktionsprinzip der positiven Polarisation am Beispiel des Kreuztestes (aus [1]).

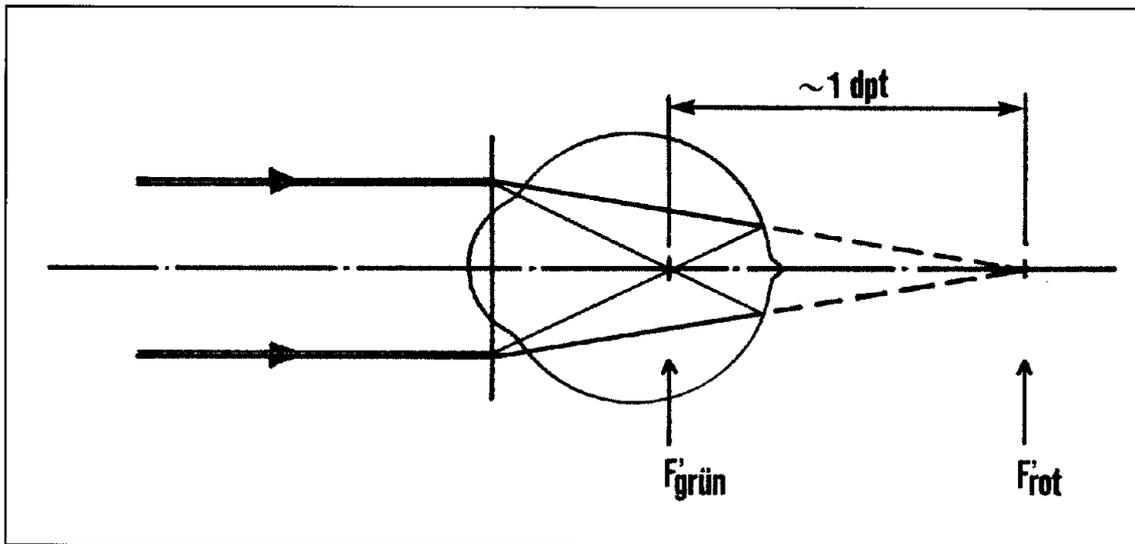


Abb. 8:  
Ausnutzung  
der chromatischen Längs-  
aberration  
des menschlichen Auges  
für Rot/grün-  
Teste.

die Ferne vorgeschaltet und aufgrund der – zumindest momentan – erreichten binokularen Vollkorrektur steht dem binokular-refraktiven Abgleich nichts mehr im Wege.

Der binokular-refraktive Abgleich kann nach den Kriterien Schwärzung oder Schärfe durchgeführt werden. Dabei ist es grundsätzlich sinnvoller, nach dem Schwärzungskriterium zu verfahren [7]. Der Kreuztest des Polatest-Sehprüfgerätes erlaubt einen präzisen Schwärzungs- bzw. Kontrastvergleich, weil die Trennung durch positive Polarisierung erfolgt (Abb. 7). Durch diese Art der Bildtrennung wird natürlichen Sehbedingungen entsprochen.

Als Ergebnis umfangreicher Forschungsarbeiten konstruierte Hans-Joachim Haase die Balken seines Kreuztestes bewußt mit einer Breite von 7 mm; im Vergleich zur Strichdicke von Optotypen entspricht dies etwa der Visusstufe 0,25.

Vorausgegangen waren Versuche mit wesentlich dünneren, z. B. dem Visus 1,0 angepaßten Kreuztesten. Ergebnis war, daß selbst bei Sehschärfen oberhalb 1,5 erst ab Balkenbreiten von mehr als 6,5 mm tiefschwarze monokulare Seheindrücke erzielbar waren. Bei geringerer Breite wurden die Kreuzbalken grau und im ganzen unklar wahrgenommen, so daß kein Qualitätsvergleich möglich war [10 a].

Die letztendlich gewählte Balkenbreite liefert eine außerordentlich hohe Empfindlichkeit. Schon bei Abgleichfehlern von  $\pm 0,12$  dpt können in der Regel deutlich Schwärzungsunterschiede erkannt werden. Bei Schwärzungsungleichgewicht kann das einseitige Hinzufügen von sph  $\pm 0,12$  dpt evtl. bereits einen Schwärzungsumschlag bewirken, was bedeutet, daß gelegentlich sogar binokular-refraktive Differenzen von 0,06 dpt erkennbar sind [8, 10 a, 10 b].

Das Ergebnis des binokular-refraktiven Abgleichs am Kreuztest gilt als optimal, wenn beide Balken gleich schwarz und gleich scharf gesehen werden. Da ein Schwärzungsvergleich weitgehend unabhängig vom Auflösungsvermögen ist, kann selbst bei erheblichen Visusdifferenzen zwischen beiden vollkorrigierten Augen Schwärzungsgleichheit erzielt werden, sofern keine zentralen Suppressionen oder Skotome vorhanden sind [10 a, 10 b].

Übrigens auch bei der Zylinder-Nebel-Methode wird ausgenutzt, daß ein Schwärzungsvergleich wesentlich zuverlässiger als ein Schärfevergleich ist.

## 8.2 Cowen-Test

Der von Zeiss als „Zweifarbentest rot/grün“ bezeichnete Test nach Cowen bedient sich ebenfalls der positiven Polarisierung. Er enthält eine rote und eine grüne Hälfte, in der sich jeweils zwei vertikal übereinanderliegende Doppelringe befinden.

Das rechte Auge sieht bei V-Stellung der Analysatoren (normale Filterstellung) die beiden oberen Doppelringe, das linke Auge die beiden unteren.

Dieser Test kann in Ergänzung zum Kreuztest zur Überprüfung des Refraktions- bzw. Akkommodationsgleichgewichtes sowie zur Unterscheidung zwischen einem derartigen Ungleichgewicht und Hemmungen eingesetzt werden.

Vor der Anwendung von Rot/grün-Testen für die monokulare sphärische Feinbestimmung wird bereits seit Jahren zum Teil eindringlich gewarnt [2, 4, 8, 15].

Neben der Gefahr zur positiven Akkommodation auf das hintere Bild kollidiert die Theorie des Testes vor allem mit der physiologisch-individuellen Einstellwellenlänge des menschlichen Auges. Darunter versteht man diejenige Wellenlänge, deren zugehöriges Bild (beim Sehen im „weißen“ Licht) bevorzugt verarbeitet wird [4, 5, 8, 18, 24].

Gemäß Untersuchungen von Ivanoff liegt die Einstellwellenlänge bei entspannter Akkommodation mehrheitlich im roten Spektralbereich bei etwa 685 nm [4, 5, 8, 10, 24, 26]. Somit ist verständlich, weshalb die meisten Klienten bei richtiger refraktiver Korrektur die Zeichen im roten Feld dunkler sehen (müssen).

Obwohl der Cowen-Test nach dem gleichen bichromatischen Prinzip funktioniert wie die monokularen Rot/grün-Teste (Abb. 8), existieren die vorgenannten Probleme aufgrund der binokularen Anwendung in der Regel nicht [15].

Refraktions- bzw. Akkommodationsgleichgewicht kann am Cowen-Test angenommen werden, wenn entweder alle vier Doppelringe gleich schwarz gesehen werden, oder wenn beide Doppelringe im Rotfeld oder beide Doppelringe im Grünfeld schwärzer gesehen werden.

**Aus zwei Gründen werden sehr häufig die Doppelringe im roten Feld tiefschwarz und die im grünen Feld grau wahrgenommen:**

- Beidäugig gleichstarke positive Akkommodation auf die Doppelringe im roten Feld, verstärkt durch die psychologisch anregende Farbe.

- Individuelle Einstellwellenlänge nicht exakt zwischen den beiden verwendeten Testfarben (645 und 485 nm), sondern in den langwelligen Bereich des Spektrums verschoben.

Zur Anwendung des monokularen Rot/grün-Testes wird häufig empfohlen, den Klienten zur Konzentration auf das grüne Feld anzuregen, damit nicht auf Rot akkommodiert wird. Ob dies bei Einstellwellenlänge Rot (also in den meisten Fällen) funktioniert, darf mit Recht angezweifelt werden.

Für binokulare Rot/grün-Teste erübrigt sich diese Überlegung von vornherein, da nur der Gleichgewichtszustand zwischen beiden Augen geprüft wird. Dabei stört es nicht, wenn die Akkommodation durch das Rotfeld angeregt wird, da in der Regel davon ausgegangen werden kann, daß beiderseits gleichviel akkommodiert wird [1].

**Hinweise am Cowen-Test auf ein mögliches binokularrefraktives Ungleichgewicht:**

- Mit dem einem Auge wird der Doppelring im roten Feld, mit dem anderen Auge der Doppelring im grünen Feld schwärzer gesehen (Schwärzung über Kreuz).

- Mit einem Auge Schwärzungsgleichgewicht in beiden Feldern, für das andere Auge nicht.

Bei der Auswertung ist allerdings – ähnlich wie beim Kreuztest – die allgemein hohe Empfindlichkeit von Rot/grün-Testen zu berücksichtigen. Verblüffend ist bei Schwärzungsungleichgewicht immer wieder die Auswirkung eines sphärischen Zusatzes von 0,12 dpt: statt eines Angleichens der Schwärzung wechselt diese oft sogar in das andere Feld!

Aber obgleich sie selten sind, können auch unterschiedliche Einstellwellenlängen beider Augen im konkreten Einzelfall nicht von vornherein ausgeschlossen werden [4]. Daher darf man sich niemals auf die Aussagen am Cowen-Test allein verlassen.

Werden am Cowen-Test versuchsweise Gläser vorgehalten, so darf dies selbstverständlich auch hier nur dann geschehen, wenn man bizentrale Bildlage erreicht zu haben glaubt. Nicht oder nicht vollständig korrigierte Winkelfehlsichtigkeiten können ansonsten zu den bereits erwähnten Fehlern führen.

Daß prismatisch un(ter)korrigierte Exophorien unter binokularen Sehbedingungen gerne sphärisch Minus annehmen, zeigt sich an einer besseren Schwärzung im Rotfeld. Bei Esophorien verhält es sich genau umgekehrt (sofern nicht eine im Roten liegende Einstellwellenlänge überwiegt): dadurch daß die im grünen Feld gesehene Doppelringe dunkler erscheinen, erkennt man die Tendenz im Binokularsehen sphärisch Plus anzunehmen.

Anzumerken ist, daß die Prüfung am Cowen-Test streng genommen nicht im Simultankontrast erfolgt, sondern durch einen schnellen Sukzessivvergleich. Für eine wirkliche Simultanprüfung müßten die beiden monokular zu vergleichenden Doppelringe gemeinsam in die Stelle des schärfsten Sehens passen.

Projiziert man dieses nur 0,2 mm große Netzhautareal über die Knotenpunkte des Auges in die Testfeldebene, so erhält man die entsprechende Größenvorgabe für einen echten Simultantest: Bei 6 m Prüferentfernung müßten sich beide Doppelringe in einem etwa 35 mm großen Bereich befinden; bei 5 m Prüferentfernung dürfte die Zone sogar nur 30 mm groß sein.

Bekannterweise funktioniert der Cowen-Test trotz dieses theoretischen Makels in der Praxis auch als Sukzessiv-Test recht gut. Eine Modifikation des Testes gemäß obigen Gesichtspunkten wurde vorgeschlagen [8], aber nicht verwirklicht.

**8.3 „Sehgleichgewichtstest“**

Bereits an der Namensgebung dieses Testes zeigt sich das Durcheinander der in Abschnitt 2.2 besprochenen Begriffe: Im Polatest-Sehprüfgerät (für die Ferne) wird er „Sehgleichgewichtstest“ genannt; im Nahprüfgerät bezeichnet ihn Firma Zeiss als „Akkommodationsgleichgewichtstest“ mit der Erklärung, er diene „zur Überprüfung des Akkommodations- und Refraktionsgleichgewichtes“.

Der Test enthält zwei Reihen mit polarisierten Buchstaben unterschiedlicher Größe, die durch einen nicht polarisierten waagerechten Balken getrennt sind. Bei normaler Filterstellung sieht das rechte Auge die obere, das linke Auge die untere Buchstabenreihe. Der binokular sichtbare Balken soll eine fusionale Verriegelung bewirken. Ähnliche Tests findet man auch in Sehzeichenprojektoren (Abb. 9a und b).

Obwohl man bei derartigen Testen von Farbproblemen unabhängig ist, weisen sie entscheidende Nachteile –

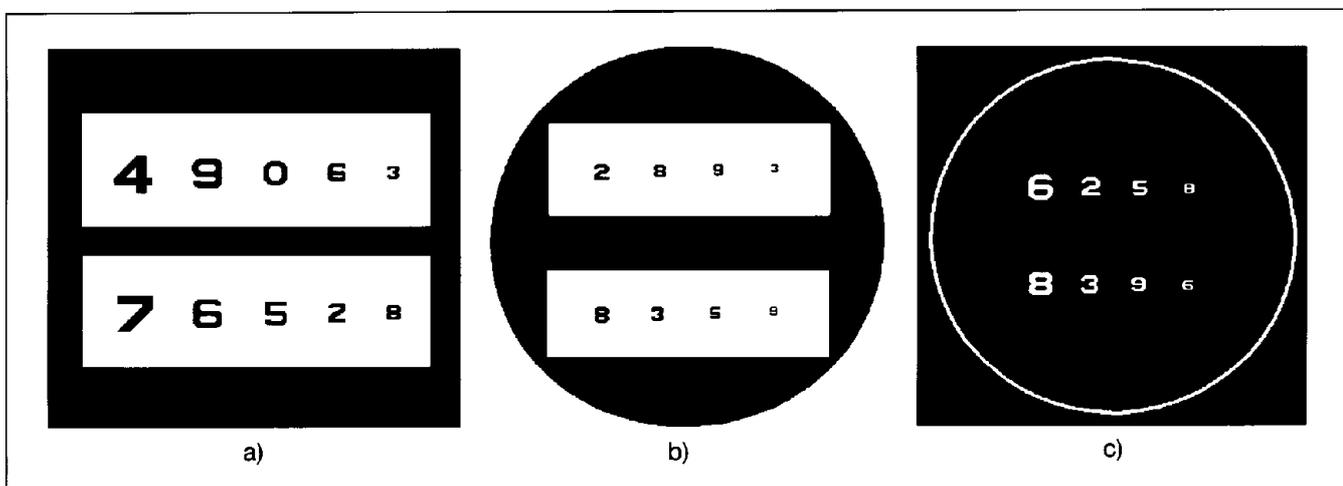


Abb. 9: Monochromatische Tests für den binokularen Abgleich in Sehzeichenprojektoren (negativ polarisierend).

auch gegenüber dem Kreuztest – auf. Da die Buchstaben für beide Augen viel zu weit voneinander entfernt stehen, ist kein zuverlässiger Schwärzungsvergleich möglich. Stattdessen kann nur eine – wesentlich unpräzisere – Schärfeüberprüfung für jedes Einzelauge vorgenommen werden.

Der binokulare Abgleich an getrennten Testfeldern mit gewöhnlichen Optotypen ist in der Literatur vielfach ausführlich beschrieben worden [1, 3, 6, 7, 8, 16], weshalb an dieser Stelle nur ein kurzer Überblick zur Vorgehensweise gegeben wird:

**Sehzeichen:** Jeweils ein kleines, aber noch bequem lesbares Zeichen definieren.

**Start:** Begonnen wird mit dem Auge, das den besseren monokularen Visuswert erreicht hat bzw. bei gleichen monokularen Visuswerten mit dem Auge, das nach einem Schärfevergleich (Prüfung auf Sehgleichgewicht) sein Zeichen besser sieht.

**Grundsatz:** Die Sehschärfe des schlechter sehenden Auges soll erhöht werden, ohne daß die des besser sehenden Auges dadurch gemindert wird.

1. Prüfung des besser sehenden Auges mit sph +0,25 dpt; Frage: Schlechter?
  - ▷ Falls ja: Fortsetzung bei 2.
  - ▷ Falls nein: sph +0,25 dpt geben und Punkt 1. wiederholen.
2. Prüfung des schlechter sehenden Auges mit sph +0,25 dpt; Frage: Schlechter?
  - ▷ Falls ja: Fortsetzung bei 3.
  - ▷ Falls nein: sph +0,25 dpt geben und Punkt 2. wiederholen.
3. Falls unter 1. keine Änderung in Richtung Plus vorgenommen wurde: Prüfung des ersten Auges mit sph –0,25 dpt; Frage: Besser?
  - ▷ Falls ja: sph –0,25 dpt geben und Punkt 3. wiederholen.
  - ▷ Falls nein: Fortsetzung bei 4.
4. Falls unter 2. keine Änderung in Richtung Plus vorgenommen wurde: Prüfung des zweiten Auges mit sph –0,25 dpt; Frage: Besser?
  - ▷ Falls ja: sph –0,25 dpt geben und Punkt 4. wiederholen.
  - ▷ Falls nein: Fortsetzung bei 5.
5. Falls die Korrektur für ein Auge geändert wurde: Anderes Auge erneut kontrollieren; d. h. jedes Auge muß mindestens einmal überprüft werden. Refraktions- bzw. Akkommodationsgleichgewicht gilt als vorhanden, wenn für jedes Auge der zugehörige Seheindruck beim Vorhalten von sph +0,25 dpt schlechter (grauer) und mit sph –0,25 dpt nicht besser (kontrastreicher) wird.

Es werden zahlreiche Variationen zu dieser Vorgehensweise geschildert, wobei die Reihenfolge der Abgleichsmaßnahmen im Prinzip gleichgültig sind, sofern die unter 5. aufgestellten Grundsätze beachtet werden [1, 3].

## 8.4 Vergleich mit Testen in Sehzeichenprojektoren

Da für die Bildtrennung nur die negative Polarisation zur Verfügung steht, ergeben sich entscheidende Nachteile

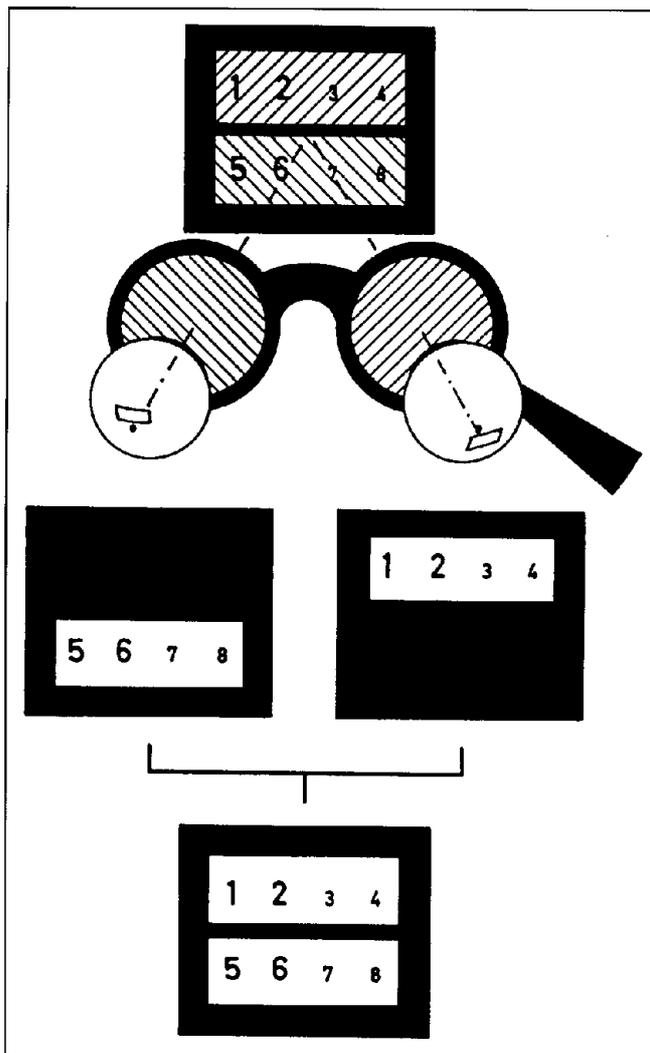


Abb. 10: Funktionsprinzip der negativen Polarisation (aus [1]).

gegenüber den positiv polarisierenden Testen des Polatest.

Die von einem Auge monokular wahrgenommene helle Testfläche wird jeweils von einem schwarzen Feld überlagert, welches aus dem monokularen Einzelbild des anderen Auges herrührt. Der dadurch entstehende Wettstreit zwischen beiden Seheindrücken kann zu instabilen Kontrast- und Glanzwahrnehmungen führen und somit die Messung beeinträchtigen [8].

Dieses Problem gilt für alle negativ polarisierenden Teste; Abb. 10 erläutert das am Beispiel eines zweireihigen Optotypentestes.

Der Bichrom-Balance-Test nach Osterberg (Abb. 11) ist ein binokularer Rot/grün-Test ähnlich dem Cowen-Test. Bei normaler Filterstellung sieht das rechte Auge die beiden übereinanderliegenden Quadrate, das linke Auge die zwei nebeneinanderliegenden. Zur „Stabilisierung“ gegenüber phoriebedingten Abweichungen ist der Bichrom-Balance-Test häufig von einem unpolarisierten hellen Ring umgeben.

Bestünde nicht die Gefahr zu den vorstehend beschriebenen Schwettstreitsvorgängen, wären die Angaben an diesem Test mit denen des Cowen-Testes vergleichbar.

Die in Sehzeichenprojektoren enthaltenen Teste bieten allerdings keine weitergehende Möglichkeit, das Ergebnis zuverlässig abzugleichen.

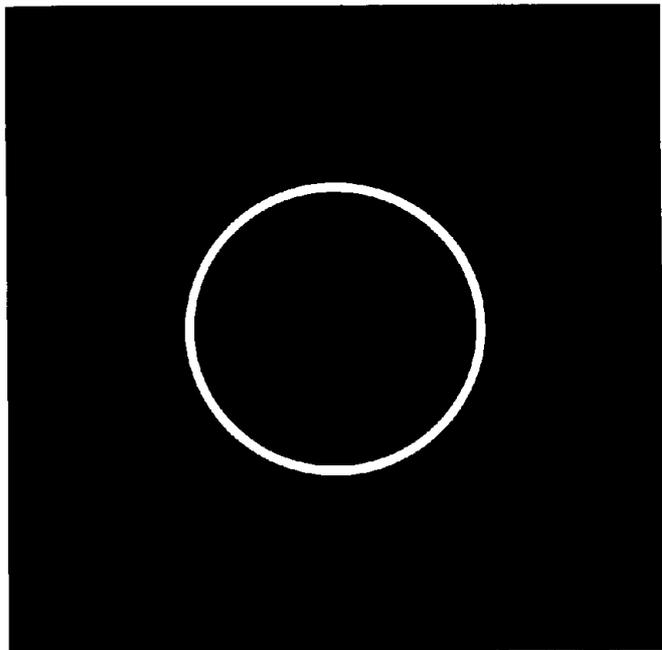
**Zusammenfassung der Gründe, weshalb der binokulare Abgleich grundsätzlich erst nach der Phoriebestimmung durchgeführt werden darf:**

- Bei unkorrigierter Winkelfehlsichtigkeit ist an den Testen für den binokularen Abgleich meist keine binokulare Abbildung vorhanden. Diese Gefahr besteht – je nach Art des verwendeten Testes – generell bei Fixationsdisparationen, aber häufig auch bei rein motorisch kompensierten Winkelfehlsichtigkeiten.
- Wenn noch ein lateraler Bildlagefehler vorhanden ist, erfolgt der refraktive Abgleich in mindestens einem Auge für einen falschen Netzhautort.
- Aufgrund der Sehschärfeverteilung auf der Netzhaut entstehen bei nicht zentraler Bildlage durch die schlechtere Wahrnehmung Täuschungen, die zu Fehlreaktionen führen können.
- Wenn die für die Abbildung des Fixationspunktes im stellungsmäßig abweichenden Auge benutzte Netzhautstelle eine andere Refraktion aufweist als die Foveola, wird die refraktive Korrektur fehlerhaft.
- Ein zum falschen Zeitpunkt durchgeführter binokularer Abgleich kann bei disparater Korrespondenz (FD II) die Festigung des disparaten Korrespondenzentrums zur Folge haben.
- Aufgrund der Kopplung von Akkommodation und Vergenz besteht die Gefahr, daß unter binokularen Sehbedingungen sphärische Zusätze zwecks akkommodativer Kompensation einer unkorrigierten Winkelfehlsichtigkeit angenommen werden.

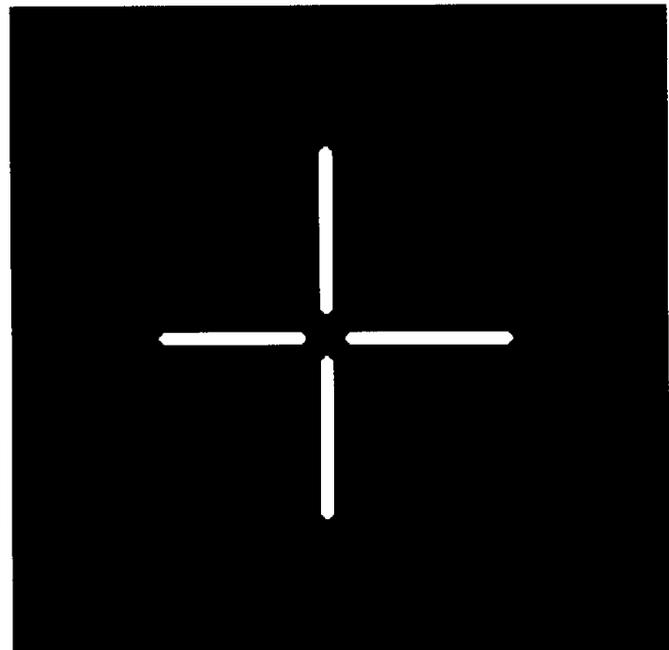
Neben dem für einen sicheren Schwärzungsvergleich zu großen Zeichenabstand verursacht der zweireihige Optotypentest die gleichen Wettstreitprobleme.

Der in den meisten Sehzeichenprojektoren enthaltene negativ polarisierende Kreuztest nach Hering (Abb. 12) ist aufgrund heller Kreuzbalken auf dunklem Grund für den binokularen Abgleich absolut unbrauchbar. Refraktionsunterschiede können hier erst ab 0,5 dpt wahrgenommen werden [8].

Ein japanischer Hersteller, dessen Name hier nicht genannt werden soll, stattet seine Sehzeichenprojektoren übrigens mit zwei „Sehgleichgewichtstesten“ aus; einer mit Positiv- der andere mit Negativkontrast (Abb. 9 c). Letzteres ist natürlich völliger Unfug.



**Abb. 11: Bichrom-Balance-Test nach Osterberg (negativ polarisierend) mit peripherem Verriegelungsring.**



**Abb. 12: Kreuztest nach Hering (negativ polarisierend).**

## 9. Der binokulare Abgleich nach Haase

Aus den bereits ausführlich dargelegten Gründen ergibt sich zwingend, daß ein binokular-refraktiver Abgleich nur dann Sinn macht, wenn man bizenrale Bildlage durch prismatische Vollkorrektur erreicht zu haben glaubt.

### 9.1 Vorgehensweise an den Testen

Damit binokulare Sehaufgaben mit dem geringstmöglichen Energieumsatz bewältigt werden können, müssen sowohl die prismatischen als auch die refraktiven Korrektionswerte sorgfältig abgeglichen und aufeinander abgestimmt werden.

Die Feinbestimmung des prismatischen Korrektionsanteils erfolgt durch Prüfung und ggf. Herstellen von Stereo-Sehgleichgewicht am Valenztest (vergl. Abschnitt 2.2).

Der an diesem Test erreichte Zustand gibt bereits Aufschluß über die Güte der bislang ermittelten kompletten Korrektur (prismatisch und refraktiv).

Die Arbeitsabschnitte Phoriebestimmung und Binokularabgleich sind daher in der Feinkorrektionsphase nicht voneinander zu trennen; sie gehen nahtlos ineinander über, und ggf. müssen beide Korrektionsanteile mehrfach abwechselnd abgeglichen werden.

Im Rahmen der Meß- und Korrektionsmethodik nach Hans-Joachim Haase (MKH) mit dem Polatest-Sehprüfgerät ist somit das Ergebnis des Valenztestes auch für den binokular-refraktiven Abgleich von großer Bedeutung.

Der eigentliche binokulare Abgleich beginnt stets am Kreuztest, der am Ende der Rücklaufkontrolle vorgeschaltet ist. Der Klient wird aufgefordert, die Schwärzung der horizontalen und vertikalen Balken zu vergleichen.

Bei Stereo-Sehgleichgewicht kann mit ziemlicher Sicherheit davon ausgegangen werden, daß kein binokular-refraktives Ungleichgewicht (mehr) vorhanden ist, so daß auch am Kreuztest Schwärzungsgleichgewicht besteht. Dies ist selbst bei erheblichen monokularen Visusdifferenzen möglich [4]; H.-J. Haase berichtete z. B. von einer Klientin, die als Vollkorrektions-Visus auf dem einen Auge 1,2 und auf dem anderen 0,35 erreichte [10a].

Unabdingbare Voraussetzung dafür ist die gleichzeitige zentrale Abbildung in beiden Augen; d. h. auf diejenigen Zapfen, die einzeln an je eine Sehnervenfasern geschaltet sind und das Gebiet der höchsten relativen Sehschärfe bilden [26]. Die Beanspruchung des Maximalvisus für jedes Einzelauge läßt beide Kreuzteile tiefschwarz erscheinen, was nicht automatisch gestochen scharf bedeuten muß.

Im Idealfall möchte man natürlich neben der Schwär-

zungsgleichheit auch optimale Konturenschärfe beider Kreuzteile erreichen. In den recht seltenen Fällen größerer Differenzen zwischen den monokularen Visuswerten beider Augen funktioniert letzteres aber nicht oder nur recht unzuverlässig. Daher wird am Kreuztest vorrangig nach dem Schwärzungskriterium geprüft. Bei entsprechenden Visusdifferenzen sollte man dies besonders beachten und hinsichtlich der Fragetechnik dafür sorgen, daß es nicht zur Verwechslung zwischen Schwärzung bzw. Kontrast einerseits sowie Qualität bzw. Schärfe andererseits kommt.

Ein beidäugig gleichguter *Grauton* deutet übrigens auch auf ein binokular-refraktives Gleichgewicht hin, zeigt aber eine leichte Nebelung beider Augen an. Da dieser Zustand ebenfalls zu vermeiden ist, liegt das Ziel grundsätzlich im beidäugig höchsten und gleichguten *Schwarzkontrast*.

#### Maßnahmen bei Schwärzungsunterschieden:

Falls ein Balken konstant grauer wahrgenommen wird:

▷ probeweise sph  $-0,25$  dpt vor das entsprechende Auge halten.

Falls beide Balken abwechselnd grau wahrgenommen werden:

▷ probeweise sph  $+0,25$  dpt vor ein Auge halten; ggf. auch vor das andere Auge.

#### Mögliche Ursachen für nicht erreichbare konstante Schwärzungsgleichheit:

● Astigmatische Fehlkorrektur: müßte sich auch anhand ungleicher Konturenschärfe anzeigen; ggf. ist der monokulare Zylinderfeinabgleich zu wiederholen. Evtl. wurde aber nur während der Phoriebestimmung unabsichtlich die Zylinderachse verdreht. (Jetzt wird belohnt, wer sich die monokularen Refraktionsergebnisse beizeiten notiert hat...)

● Medientrübenungen.

● Natürliche Dominanz eines Auges.

● Einseitig festsitzende oder alternierende Hemmungen. Restliche „flackernde“ Hemmungsskotome führen zu nur zeitweiligem Schwärzungsgleichgewicht.

● Organische Defekte: Sofern diese nicht hemmungsbedingt sind, haben sie sich bereits bei der Refraktionsbestimmung anhand eines Visusdefizits angezeigt.

● Nicht korrigierbarer Mikrostrabismus [22, Lfd. Nr 241]: Dabei liegt das *anomale* Korrespondenzzentrum im mikrotropen Auge außerhalb des zentralen Panumbereiches.

Auf keinen Fall darf versucht werden, Schwärzungsgleichgewicht und Stereo-Sehgleichgewicht „mit Gewalt“ herbeizuführen – z. B. durch leichte Myopisierung des füh-

renden Auges, weil dies mit Sicherheit zu einer unverträglichen Binokularkorrektur führen würde [4, 8].

**Wenn sowohl am Valenztest Stereo-Sehgleichgewicht als auch am Kreuztest Schwärzungsgleichheit festgestellt wird, bedarf es keiner (weiteren) refraktiven Abgleichsmaßnahmen.** Auf den Einsatz des Cowen-Testes kann in diesen Fällen verzichtet werden [4].

Zur Anwendung des Cowen-Testes wurden bereits im Abschnitt 8.2 einige Hinweise gegeben. Problematisch ist bei Rot/grün-Testen immer, daß sie farbige Nachbilder hinterlassen, die sich recht störend auf die nachfolgenden Tests auswirken können. Für eine eventuell nochmals erforderliche Kontrolle an den Phorietesten sind diese Nachbilder nachteilig, weil sie einen ungewollten Fusionsreiz bilden.

Daher sollte der Test angekündigt und bereits kurz erklärt werden, auf was es ankommt, bevor er vorgeschaltet wird. Abgleichversuche (mit sphärischen Gläsern) sind nicht empfehlenswert; es sei denn, man hat viel Zeit (und Freude an den farbigen Nachbildern).

Günstiger ist es, den Cowen-Test lediglich als „Feststelltest“ einzusetzen; d.h. nur um kurz festzustellen, in welcher Richtung monokular an Optotypen (zuerst) geprüft werden sollte.

Da also eine Kontrolle mit dem Cowen-Test möglichst schnell ablaufen sollte, kann die Schwärzung aller vier Doppelringe gemeinsam erfragt werden. Etwas systematischer ist es, separate Rot/grün-Vergleiche für beide Augen durchzuführen [15]. Der Klient soll z.B. zuerst die dem rechten Auge zugehörigen Doppelringe miteinander vergleichen (bei V-Stellung der Analysatoren die oberen Ringe); anschließend erfolgt sinngemäß der Schwärzungsvergleich für das linke Auge. Eine Auswertung (für eventuelle Korrektorschritte) ist erst möglich, wenn beide Aussagen vorliegen. Falls ein Auge sein Zeichen im grünen Feld dunkler sieht, wird man mit sph + 0,25 dpt vor diesem Auge beginnen. Diese Vorgehensweise kann im Einzelfall übersichtlicher sein; allerdings ist sie etwas zeitaufwendiger.

Am Cowen-Test kann recht gut zwischen binokular-refraktivem Ungleichgewicht und funktionell bedingter Kontrastungleichheit (Hemmungen, Suppressionen) unterschieden werden [4, 8, 10 d]. Bei starken alternierenden Hemmungsvorgängen sind die beiden Doppelringpaare nur abwechselnd zu sehen. Bei festsitzender monolateraler Hemmung bzw. einäugigem organischem Defekt oder natürlicher einäugiger Dominanz erscheint ein horizontales Doppelringpaar blasser bzw. grauer als das andere, obwohl für beide Augen die monokularen Schwärzungsrelationen im roten und im grünen Feld übereinstimmen.

Obwohl eine völlige Schwärzungsgleichheit aller vier Doppelringe den Idealfall darstellt, ist dies aufgrund der hohen Empfindlichkeit des Testes nur selten erreichbar.

## 9.2 Durchführung refraktiver Änderungen

Auch wenn man am Ende aller prismatischen Korrektorschritte glaubt, daß die Abbildung in beiden Augen in der jeweiligen Netzhautgrube erfolgt, ist weiterhin Vorsicht hinsichtlich refraktiver Abgleichsmaßnahmen im Binokularsehen geboten.

**Bizentrale Bildlage allein genügt nämlich für einen sicheren binokular-refraktiven Abgleich nicht; worauf es hauptsächlich ankommt, ist bizentrale Fixation – im Idealfall bei bizentraler Korrespondenz!**

Bei alter Fixationsdisparation bleibt die verschobene Korrespondenz jedoch vorerst noch bestehen und bildet sich erst im Laufe der Zeit unter prismatischer Vollkorrektur allmählich zurück. Zwar gilt eine dispartate Korrespondenz (FD II) als *normal*, aber eben nicht als *ideal*.

Am Ende der Phoriebestimmung fortbestehende (restliche) zentrale Hemmungen machen deutlich, daß mit rein geometrisch-optischer Verlagerung der Netzhautbilder noch kein binokularer Idealzustand erreicht ist.

Gerade diese verfestigten zentralen Hemmungserscheinungen verbieten es, daß unter binokularen Sehbedingungen über refraktive Änderungen entschieden wird. Auf hemmungsbedingtes Schwärzungsungleichgewicht darf keinesfalls mit sphärischen Zusätzen reagiert werden, denn dadurch würde ein evtl. bereits bestehendes refraktives Gleichgewicht aufgehoben!

Diese Zusammenhänge unterstreichen nochmals, weshalb das Ergebnis des Valenztestes für den binokularen Abgleich berücksichtigt werden muß; trotz prismatischer Vollkorrektur fortbestehende Hemmungsvorgänge sind an diesem Test immer deutlich zu erkennen.

**Als zwangsläufige Konsequenz ergibt sich, daß an den Testen für den binokularen Abgleich nicht korrigiert werden darf. Die Entscheidung darüber, ob eine unter binokularen Sehbedingungen angezeigte Änderung der refraktiven Korrekturwerte tatsächlich vorzunehmen ist, darf nur an Monokulartesten getroffen werden.**

**Für diese Forderung gibt es einen weiteren wichtigen Grund:** Es kann nie ausgeschlossen werden, daß zum Zeitpunkt des binokularen Abgleichs (erneut) dispartate Abbildung vorhanden ist, weil zwischenzeitlich (wieder) Tonusanteile gelöst wurden.

**Daher gilt grundsätzlich: Keine refraktiven Korrektorschritte an binokularen Testen!**

### Allgemeine Regeln:

- **Monokulare (axiale) Korrekturen dürfen nur an monokularen Testen mit refraktiv korrigierenden Gläsern geändert werden.**
- **Binokulare (laterale) Korrekturen dürfen nur an binokularen Testen (Phorieteste) mit prismatischen Gläsern geändert werden.**

Natürlich kann durch Vorhalten sphärischer Zusätze die Auswirkung an den Testen ausprobiert werden, sofern dies nicht ohnehin aufgrund massiver Hemmungen sinnlos ist. Am Kreuztest ist diese Probe sogar empfehlenswert, bevor zur endgültigen Entscheidung auf monokular dargebotene Optotypen geschaltet wird.

Am Cowen-Test hingegen sollte aus rationellen Gründen (Nachbilder!) auf Abgleichsmaßnahmen ganz verzichtet werden.

Macht es die Auswertung an Kreuz- und Cowen-Test erforderlich, die monokularen Werte noch einmal zu überprüfen, dann müssen ggf. dazu die Prismen herausgenommen werden. Eine feste Regel gibt es hierzu nicht; die Entscheidung muß im Einzelfall getroffen werden.

Farbsäume, die sich bei symmetrischer Prismenverteilung unter binokularen Sehbedingungen gegenseitig aufheben, machen sich monokular erfahrungsgemäß ab etwa 4 cm/m störend bemerkbar. Es gibt aber auch immer wie-

der Fälle, die trotz erheblich höherer prismatischer Wirkungen eine unproblematische monokulare Feinbestimmung erlauben. Das liegt dann an einer „günstigen“ Basislage, die die Abbildungsfehler einer prismatischen Augenlinse kompensiert, so daß mit dem (monokularen) Prisma sogar besser gesehen wird als ohne.

Die Kontrolle der refraktiven Werte wird nach den üblichen Regeln zur Refraktionsbestimmung vorgenommen: Einer eventuellen Feinbestimmung der Astigmatismuskorrektur folgt eine sukzessive sphärische Feinbestimmung an den kleinsten bequem lesbaren Optotypen.

Nicht selten wird man feststellen, daß insbesondere am Cowen-Test angenommene Minuszusätze bei monokularer Überprüfung zu Anstrengungsgefühl oder gar Visusminderung führen. Diese Gläser dürfen auf keinen Fall gegeben werden!

Wird jedoch die anfangs bestimmte Kombination aus Sphäre und Zylinder auch nur für ein Auge abgeändert, dann muß das Ergebnis der Phoriebestimmung ebenfalls noch einmal überprüft werden. Ergeben sich dabei wiederum Änderungen der prismatischen Korrektur, ist der (monokular durchzuführende) binokulare Abgleich erneut vorzunehmen. Die komplette Vollkorrektur ist erst erreicht, wenn sich prismatische und refraktive Korrekturwerte gegenseitig bestätigen, indem in beiden Fällen keine Änderungen mehr erforderlich sind.

Aber nicht immer kann dieser Idealzustand erreicht werden, und es stellt sich dann die Frage, ob die richtigere Korrektur mit sph +0,25 dpt vor dem einen oder mit sph -0,25 dpt vor dem anderen Auge erzielt wird.

Liefert z. B. der Kreuztest kein Schwärzungsgleichgewicht, dann wird auch am Cowen-Test kontrolliert. Hier steht aber nicht von vornherein fest, daß die gleiche Schwärzung aller vier Ringe günstiger ist als eine beidäugig tiefere Schwärzung im roten oder im grünen Feld.

**In Zweifelsfällen läßt man den Klienten binokular (ohne Trenner) auf die kleinste bequem lesbare Optotypenzeile blicken und hält jeweils probeweise einen Zusatz (sph ± 0,25 dpt) vor das entsprechende Auge.**

Bei dieser Vorgehensweise entscheidet der beste Kontrast der Optotypen bei bestem Auflösungsvermögen sowie der ruhigste Seheindruck [4, 10 d].

Sofern das Stereo-Sehgleichgewicht zuvor nur durch fehlendes binokular-refraktives Gleichgewicht gestört war, wird nach diesen Maßnahmen in aller Regel auch am Valenztest Äquivalenz für Stereoobjekte vor und hinter dem Fixationspunkt vorhanden sein.

## 10. „Präventive“ Maßnahmen

Die aufgezeigte Vorgehensweise unterstreicht, wie wichtig eine sorgfältige (monokulare) Refraktionsbestimmung ist. Werden die sphäro-zylindrischen Kombinationen anfangs nur ungenau ermittelt, so hat dies nachteilige Auswirkungen auf die anschließende Phoriebestimmung. Jegliche – auch geringfügige – Über- oder Unterkorrektur kann das Meßergebnis verfälschen.

Zitat H.-J. Haase [4]:

*„Eigenartigerweise kommt es schon bei Nebelung um nur 0,25 dpt, die meistens nur den Kontrast und nicht auch den Visus herabsetzt, recht oft zu seltsamen labilen Ausbrüchen des Vergenzsystems auch in der Vertikalen, für die eine verträgliche prismatische Korrektur nicht gefunden werden kann.“*

Wie bereits erläutert wurde, muß das Ergebnis der Phoriebestimmung noch einmal überprüft werden, wenn der binokulare Abgleich refraktive Änderungen zur Folge hatte.

Welche „vorbeugenden“ Maßnahmen sollten also sinnvollerweise schon während der Refraktionsbestimmung ergriffen werden, damit am Ende möglichst kein mehrmaliges Abgleichen von prismatischer und refraktiver Korrektur erforderlich wird?

Zur Beantwortung dieser Frage müssen zunächst einmal die **Gründe für ein mögliches binokular-refraktives Ungleichgewicht** genannt werden:

- Die monokularen Prüfungen erfolgen zeitlich nacheinander. Eventuell werden Restakkommodationsanteile aber erst freigegeben, während das zweite Auge refraktioniert wird.

- Akkommodationsschwankungen, z. B. aufgrund unterschiedlicher Aufmerksamkeit.

- Die Abstufung der Meßgläser beträgt nur 0,25 dpt, was zur präzisen Vollkorrektur oftmals nicht ausreicht.

- Der Tiefenschärfebereich beträgt etwa 0,2 dpt [5, 8]. Kritisch wird dies, wenn die Korrektur für ein Auge an der oberen, für das andere an der unteren Grenze liegt.

- Leichte akkommodative „Umstimmung“ eines Auges im Binokularsehen gegenüber der Einstellung im Monokularsehen bei Anisometropie [4].

- Schwierige und unsichere Refraktionsbestimmung, z. B. weil sich binokulare zentrale Hemmungsskotome so verfestigt haben, daß sie sich bereits auf das Monokularsehen auswirken (Crowding) (siehe Abschnitt 11.).

**Umgesetzt in Empfehlungen für die praktische Arbeit bedeuten diese Erkenntnisse:**

- Nach der Prüfung des zweiten Auges ggf. noch einmal den Korrekturwert des zuerst refraktionierten Auges kontrollieren – insbesondere bei jugendlichen Hyperopen.

- Stets eine sukzessive monokular-sphärische Feinbestimmung an den kleinsten bequem lesbaren Optotypen durchführen; Ziel: bester Kontrast (beste Schwärzung) bei höchstem Visus und ruhigstem Seheindruck. Den Klienten dabei zu besonderer Konzentration motivieren.

- Bei eventuellen Entscheidungsschwierigkeiten stets für beide Augen in die gleiche Richtung entscheiden.

- Auf keinen Fall monokulare Rot/grün-Teste (oder sonstige Simultan-Tests) anwenden (vergl. Abschnitt 8.2).

## 11. Sonderfälle

Ein wesentlicher Grund dafür, die refraktiven Werte nur im Monokularsehen feinzubestimmen ist die Annahme, daß monokular sicher und zentral fixiert wird.

Vereinzelt gibt es jedoch Fälle, bei denen schon während der Refraktionsbestimmung monokular auftretende Sehstörungen erkennbar werden:

- Die Sehschärfe ist reduziert bzw. schwankend.

- Das Lesen von Optotypenzeilen ist schwierig. Es wird nur langsam und zögernd, evtl. ruckweise und stockend sowie z. T. fehlerhaft gelesen.

- Das jeweils fixierte Sehzeichen taucht nur flackernd auf und verschwindet wieder.

- Die Zeichen einer Optotypenzeile bewegen sich unregelmäßig gegeneinander in alle Richtungen.

Die Ursache für diese Erscheinungen kann sowohl im Monokularsehen (Amblyopie oder exzentrische Fixation) als auch im Binokularsehen (Fixationsdisparation oder Strabismus) liegen. Bezeichnet werden diese Fälle mit dem Begriff Trennschwierigkeiten; englisch: crowding [12, 28, 29].

### Crowding

Trennschwierigkeiten und Visusdefizit bei monokularer Betrachtung eng benachbarter Sehobjekte.

Zur Verbesserung der Lesefähigkeit in der Nähe benutzen die Betroffenen oftmals ein Lineal unter der aktuellen Zeile oder lesen mit „Fingerführung“ [28].

Aufgrund des flackernden Verblässens oder Verschwindens des fixierten Sehzeichens wird Crowding als eine besondere Art der Amblyopie angesehen.

Neben dieser monokularen Ursache gibt es auch binokulare Erklärungen, wobei hier nur die dem normalen Binokularsehen zuzuordnenden Fälle besprochen werden sollen.

Besonders verfestigte, ältere Fixationsdisparationen können sich irgendwann auch im Monokularsehen bemerkbar machen. Verantwortlich dafür sind zentrale Hemmungsskotome und uneinheitliche Richtungswertschwankungen im zentralen Gesichtsfeld [28].

Sind die binokularen Richtungswerte bereits derart „verdorben“, so ist abzusehen, daß die damit einhergehenden Hemmungen bis zum Ende der Phoriebestimmung nicht aufgelöst werden können. War anfangs schon die Refraktionsbestimmung unsicher, so erschwert das Crowding-Phänomen wohl auch den binokular-refraktiven Abgleich. Besondere Schwierigkeiten bereiten in diesem Zusammenhang *alternierende* Hemmungsvorgänge.

#### Wie kann angesichts derartiger Probleme in der Praxis verfahren werden?

- Kein Zeichen in der Mitte einer Optotypenzeile fixieren lassen, weil dies besonders schwerfällt.
- Nach Möglichkeit keine Optotypenzeilen, sondern nur einzelne Zeichen darbieten. Insbesondere Amblyope besitzen für einzelne Sehzeichen oft ein wesentlich höheres Auflösungsvermögen als für Zeilen [10 c, 29].
- Das jeweilige Zeichen mit einem Zeigestock hervorheben.
- Jedes einzelne Sehzeichen längere Zeit fixieren lassen, damit es irgendwann kurz erkannt wird.
- Kriterium der „Fein“bestimmung ist möglicherweise nur die subjektive Ruhe des Seheindrucks.
- Eventuell kann eine präzise, komplette Vollkorrektur erst ermittelt werden, nachdem sich der Binokularstatus unter der vorläufigen Korrektur gebessert hat.

## 12. Zusammenfassung

Der häufigste Zustand des normalen Binokularsehens ist das Sehen mit Fixationsdisparation [25]. Dies ist ein wichtiger Grund dafür, den Abgleich der monokularen Refraktionswerte erst nach der Phoriebestimmung durchzuführen.

Nur bei prismatischer Vollkorrektur einer Winkelfehlsich-

tigkeit ist es möglich, unter binokularen Sehbedingungen die Refraktion der Netzhautgrubenmitten beider Augen zu überprüfen. Abgleichsmaßnahmen auf andere Netzhautstellen können das anfangs korrekt ermittelte refraktive Ergebnis verfälschen.

Ein binokularer Abgleich unmittelbar nach der Refraktionsbestimmung ist völlig zwecklos, da keine Aussage darüber möglich ist, wo sich die Bilder in beiden Augen im Binokularsehen befinden. In diesem Zustand vorgenommene sphärische Änderungen können sogar zur (weiteren) Festigung eines disparaten Korrespondenzentrums beitragen.

Wird der binokulare Abgleich zum falschen Zeitpunkt durchgeführt, so stellt die natürliche Kopplung von Akkommodation und Vergenz eine weitere gefährliche Fehlerquelle dar.

Läßt man der (monokularen) Refraktionsbestimmung unmittelbar die Phoriebestimmung folgen, erweist sich die bereits während der Monokularprüfung eingetretene muskuläre Entspannung als Vorteil, sofern dem Augenpaar keine freie Fusionsmöglichkeit gegeben wird.

Ein Aufdecken beider Augen hat zwar keine Fehler zur Folge, verursacht aber einen oft nicht unerheblichen zeitlichen Nachteil.

Wenn sich zu Beginn der Phoriebestimmung am Kreuztest Schwärzungsungleichheit anzeigt, obwohl die beiden monokularen Visuswerte identisch waren, so darf dies auf keinen Fall zu refraktiven Abgleichsmaßnahmen verleiten.

Ein Schwärzungsungleichgewicht kann die verschiedensten Ursachen haben, wobei auch ein Zudecken des schwärzer sehenden Auges keine eindeutige Klärung bringt. Im Laufe der Phoriebestimmung vorgenommene Schwärzungsvergleiche dienen nur dazu, die Auswirkungen der prismatischen Korrektorschritte verfolgen zu können.

Als Korrektionskriterium gehört die Frage nach Schwärzungsungleichheit grundsätzlich an das Ende der Augen-glasbestimmung.

Als zuverlässig hat sich für den binokularen Abgleich der kombinierte Einsatz von Kreuztest und Cowen-Test im Polatest-Sehprüfgerät erwiesen, wobei auch das Ergebnis des Valenztestes zu berücksichtigen ist.

Aber auch die Anwendung zeitgemäßer Tests kann nur zum Erfolg führen, wenn dabei wichtige Regeln beachtet werden. Da eine Tonuslösung nicht ausgeschlossen werden kann, dürfen an binokularen Testen grundsätzlich keine Veränderungen der monokularen Korrekturen vorgenommen werden.

Ein weiterer Grund dafür, weshalb Entscheidungen über refraktive Änderungen nicht an Binokulartesten getroffen werden dürfen, sind fortbestehende Hemmungsvorgänge. Ergeben sich Hinweise auf ein eventuelles refraktives Ungleichgewicht, so ist nur an Monokulartesten eine sichere Feinbestimmung möglich.

Im Zweifelsfall kann aber nur bei binokularem Blick auf ungetrennte Optotypen abschließend geklärt werden, auf welcher Seite ein sphärischer Zusatz zum ruhigsten Sehen führt.

Änderungen der refraktiven Korrektur erfordern stets eine erneute Kontrolle an der Phorietesten. Führt diese zu weiteren prismatischen Korrektorschritten, dann muß umgekehrt auch der binokulare Abgleich wiederholt werden.

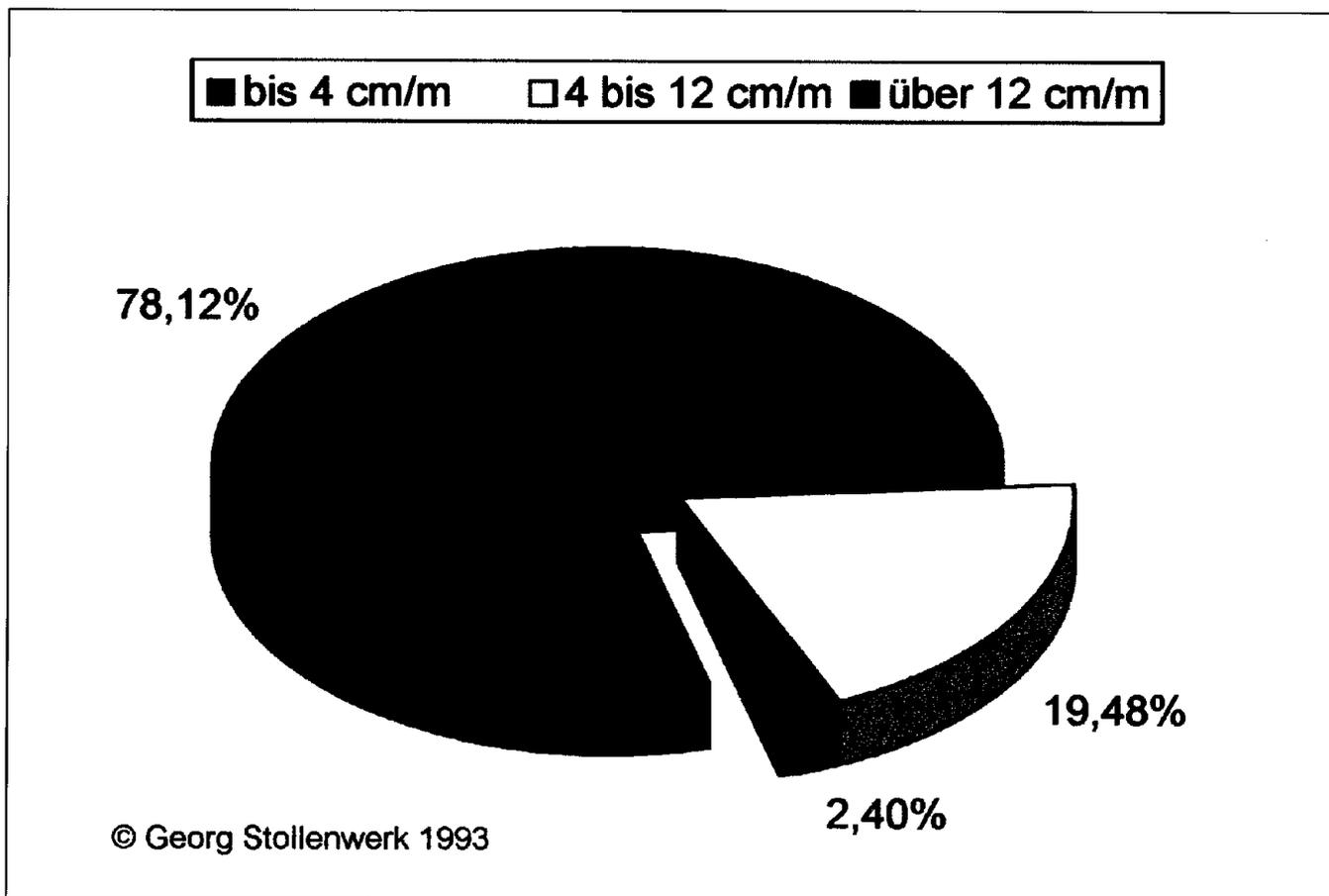


Abb. 13: Verteilung von Winkelfehlsichtigkeitsbeträgen (nach Günthert [30]).

Ziel einer Augenglasbestimmung ist die komplette Vollkorrektur, die sowohl prismatische als auch refraktive Vollkorrektur beinhaltet. Kennzeichen einer kompletten Vollkorrektur ist die ideale Lage des abgebildeten Fixationspunktes in beiden Augen: d.h. axial auf dem Niveau der Netzhaut und lateral im Netzhautzentrum (Foveola).

Eine vollständige Augenglasbestimmung besteht daher aus einem monokularen und aus einem binokularen Teil. Die Refraktionsbestimmung ist der monokulare Teil und der erste Arbeitsgang der Augenglasbestimmung. Als zweites folgt die Phoriebestimmung zur binokular-prismatischen Vollkorrektur einer Winkelfehlsichtigkeit für Ferne und Nähe.

Den Abschluß der Augenglasbestimmung bildet der binokulare Abgleich. Dieser dient ausschließlich der (an Monokulartesten durchzuführenden) Überprüfung des refraktiven Korrektionsanteils und sollte daher besser als binokular-refraktiver Abgleich bezeichnet werden.

Da zur korrekten Durchführung des binokularen Abgleichs ohnehin immer die prismatische Vollkorrektur zu ermitteln ist, erübrigt sich wohl auch die Diskussion darüber, was anschließend mit diesen prismatischen Werten geschehen soll. Genauso wie es erforderlich (und inzwischen unbestritten) ist, monokulare Fehlsichtigkeiten (Ametropie und Astigmatismus) vollständig zu korrigieren, bedarf auch eine binokulare Fehlsichtigkeit (Winkelfehlsichtigkeit) der Vollkorrektur, damit die Gesamtkorrektur nicht unvollständig ist.

Natürlich muß der Prüfer im Einzelfall selbst entscheiden, ob er die (in der Meßbrille befindlichen) vollkorrigierenden Prismen richtigerweise auch verordnet.

Aber das ist eine andere Frage, die an dieser Stelle nicht erörtert werden soll. Die in diesem Beitrag aufgezeigten Zusammenhänge unterstreichen gleichwohl die Notwendigkeit, grundsätzlich die komplette Vollkorrektur anzustreben.

Übrigens: In den meisten Fällen stellt die prismatische Vollkorrektur überhaupt kein so großes Problem dar, denn die Anzahl kleiner Winkelfehlsichtigkeiten (bis 4 cm/m) beträgt ca. 78% (Abb. 13). Winkelfehlsichtigkeiten mittlerer Größe (zwischen 4 und 12 cm/m) besitzen eine Häufigkeit von etwa 20%, und nur in etwas über 2% aller Fälle liegt der Winkelfehlsichtigkeitsbetrag über 12 cm/m (große Winkelfehlsichtigkeit) [30].

### 13. Literaturverzeichnis

- [1] Heinz Diepes: „Refraktionsbestimmung“; Verlag Heinz Postenrieder, Pforzheim; 2. Auflage 1975, S. 96, 108–111, 334–348, 421–423.
- [2] Karl-Heinz Prätisch und Hans-Peter Karl: „Rodenstock Refraktionsgeräte – Information über Methodik und Anwendung“; G. Rodenstock Instrumente, Ottobrunn-Riemerling 1988, S. 12, 22–23, 27–28, 33–34.
- [3] Zentralverband der Augenoptiker (Herausgeber): „Augenglasbestimmung – Eine Beratungsfibel für den Augenoptiker“; Heft 3 der PR-Schriftenreihe „Inform – Fachberatung für den Augenoptiker“ des ZVA; Verlag optische Fachveröffentlichung, Heidelberg, 3. unveränderte Auflage 1982, S. 27, 34, 53–58.
- [4] Hans-Joachim Haase: „Zur Fixationsdisparation – Eine erweiterte Theorie und praktische Folgerungen“; Serie in 22 Folgen, Der Augenoptiker 3/1980 – 1/1984: 9/1983, S. 10–20; 10/1983, S. 13; 11/1983, S. 10–19; 12/1983, S. 8–14; 1/1984, S. 8–14.
- [5] Roland Enders: „Was ist eigentlich Rechtsichtigkeit?“; Deutsche Optikerzeitung 6/1989, S. 20–24.

- [6] Kunibert Krause: „Methoden der Refraktionsbestimmung“; Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft Regensburg & Biermann, Münster 1985, S. 128–134, 119.
- [7] Erwin Hartmann: „Das binokulare Gleichgewicht“; Optometrie 4/1991, S. 120–124.
- [8] Dieter Methling: „Bestimmen von Sehhilfen“; Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart 1992; S. 20, 31, 37, 40, 54–57, 59–63, 67–69, 73, 91–92.
- [9] Theo Glaser: „Die Phorien – Ihre Prüfung und Korrektur“; VEB Verlag Technik, Berlin 1970, S. 143, 218–222, 259–260, 289–290.
- [10] „Binokulare Korrektur – Die Methodik und Theorie von H.-J. Haase“; Sammlung von zehn Arbeiten aus den Jahren 1957 bis 1978, Verlag Williy Schrickel, Düsseldorf 1980.
- [10 a] Hans-Joachim Haase: „Über binokulare Prüfverfahren, das binokulare Sehen, seine nicht krankhaften Anomalien und ihren optischen Ausgleich“; S. 9–120.
- [10 b] Hans-Joachim Haase: „Binokulare Korrektur“; S. 121–150.
- [10 c] Hans-Joachim Haase: „Latente Heterophorien“; S. 179–212.
- [10 d] Hans-Joachim Haase: „Methoden der Heterophoriekorrektur“; S. 213–227.
- [11] Karl Mütze, Bärbel Nehrling, Johanna Reuter: „Brillenglasbestimmung“; VEB Verlag Technik, Berlin; 2. durchgesehene Auflage 1970, S. 315, 317–321.
- [12] Karl-Heinz Selwat: „Binokulare Prüfung und Korrektur“; Der Augenoptiker 4/1979, S. 25–35 und 5/1979, S. 27–39.
- [13] Helmut Goersch: „Ein prinzipieller Fehler beim binokularen Abgleich“; Deutsche Optikerzeitung 8/1989, S. 37–38.
- [14] Joachim Ebel: „Rationelle Augenglasbestimmung“; 41. Sonderdruck der WVAO (1989), S. 126–131.
- [15] Werner Maidowsky: „Die Tücken des Rot-Grün-Tests“; Neues Optikerjournal 11/1980, S. 4–5.
- [16] Werner Maidowsky: „Vorgehen und Fragestellung beim binokularen Abgleich“; Neues Optikerjournal 12/1980, S. 8–7 und 1/1981, S. 4–5.
- [17] Werner Maidowsky: „Ein binokularer Abgleich ohne besondere Hilfsmittel“; Neues Optikerjournal 8/1980, S. 6–7.
- [18] Carl Zeiss (Herausgeber): „Handbuch für Augenoptik“; 3. Auflage, Oberkochen 1987; S. 70, 92, 98, 229–230.
- [19] Heinz Haferkorn (Herausgeber): „Lexikon der Optik“; Verlag Werner Dausien, Hanau 1988, S. 16, 300, 317.
- [20] Herbert Schober: „Das Sehen“, Band II; VEB Fachbuchverlag, Leipzig; 2. verbesserte und erweiterte Auflage 1958; S. 9–14.
- [21] Karl Mütze, Leonhard Foitzik, Wolfgang Krug, Günter Schreiber: „ABC der Optik“; Verlag Werner Dausien, Hanau/Main; berichtigter, sonst unveränderter Nachdruck der Ausgabe 1961, S. 781–784.
- [22] DIN 5340: „Begriffe der physiologischen Optik“; Beuth Verlag, Berlin, Oktober 1980.
- [23] Helmut Goersch: „Anmerkungen zu Prismenbrillen“; Neues Optikerjournal 6/1987, S. 34–36.
- [24] Helmut Goersch: „Einführung in das Binokularsehen“; Serie in bisher 8 Folgen, Der Augenoptiker 7/1980 – 1/1988: Teil I (7/1980), S. 8–15; Teil IV (6/1981), S. 17–23.
- [25] Helmut Goersch: „Fixationsdisparation erster und zweiter Art“; Neues Optikerjournal 11/1987, S. 45–51.
- [26] Herbert Schober: „Das Sehen“, Band I; VEB Fachbuchverlag, Leipzig; 4., neubearbeitete Auflage 1970; S. 31, 278.
- [27] Helmut Goersch: „Übertragung prismatischer Korrekturen aus der Meßbrille in die Korrektionsbrille“; Deutsche Optikerzeitung 12/1992, S. 26–32.
- [28] Uwe Wulff: „Scheinbare Mißerfolge nach prismatischer Korrektur oder operativer Korrektur von Heterophorien“; Neues Optikerjournal 5/1990, S. 20–31.
- [29] Wolfgang Haase: „Amblyopie“ in Herbert Kaufmann (Herausgeber): „Strabismus“; Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart 1986, S. 230–234.
- [30] Kurt Günther: „Heterophorien im Spiegel der Statistik“; Der Augenoptiker 12/1980, S. 8–15.

*Anschrift des Verfassers: Georg Stollenwerk, c/o OPTONIA (Fachschule für Augenoptik und Optometrie), Lorenzstraße 8–10, D-65582 Diez/Lahn*