



INTERNATIONALE VEREINIGUNG
FÜR BINOKULARES SEHEN



IVBS



INTERNATIONAL ASSOCIATION
FOR BINOCULAR VISION

Mess- und Korrektionsmethodik nach H.-J. Haase

MKH-Richtlinien

**Praxisregeln für erfolgreiche
prismatische Korrekturen**

Version 5.01 - 2024

...einfach gut sehen.

MKH-Richtlinien

Praxisregeln für erfolgreiche prismatische Korrekturen

Fünfte, vollständig überarbeitete
und erweiterte Auflage

Version 5.01 – 2024

Vorwort zur ersten Auflage

Im Laufe der Jahre haben einige Ausbilder für die Anwendung des Polatest-Sehprüfgerätes zur Binokularkorrektion unterschiedliche eigene Vorgehensweisen und Empfehlungen entwickelt.

Dankenswerterweise diskutierten etliche dieser Ausbilder ihre Ideen eingehend mit mir. Daraus ergaben sich einige Ergänzungen oder auch Änderungen meiner ursprünglichen Empfehlungen. Andere neue Vorschläge wurden als unzweckmäßig eingesehen und zurückgenommen.

Einige andere Ausbilder versuchten jedoch eine Abstimmung mit mir gar nicht erst oder beharrten trotz Aussprache auf ihren Ideen. Verwirrende Widersprüche, die sich manchmal daraus ergaben, veranlaßten die IVBV, einheitliche Richtlinien für die MKH zu planen.

Mit deren Erarbeitung begannen mehrere erfahrene Anwender der MKH gemeinsam im September 1992. Die zwei ersten Diskussionsrunden fanden in Hamburg statt, um zu gewissen Punkten unmittelbar auch meine Meinung und neuere persönliche Erfahrungen erfragen zu können.

Die nun als Ergebnis von insgesamt sechs ausgiebigen Sitzungen des IVBV-Arbeitskreises fertiggestellten Richtlinien fassen die wesentlichen Punkte meiner Methodik straff zusammen. Ich begrüße sehr, daß damit Regeln formuliert sind, deren konsequente Befolgung als für die Praxis der MKH unerläßlich und verbindlich betrachtet werden sollte.

Für die mir eingeräumten Mitwirkungsmöglichkeiten bin ich der Arbeitsgruppe äußerst dankbar.

Hamburg, im April 1995

Hans-Joachim Haase

Vorwort zur zweiten Auflage

Der Erfolg der ersten Ausgabe der Richtlinien zur Korrektur von Winkelfehlsichtigkeit hat mich sehr gefreut. Diskussionen zu bestimmten Punkten der Richtlinien und Fragen zu bisher nicht behandelten Themen führten zur erneuten Überarbeitung und weiteren Ergänzung dieser Richtlinien. So wurde zum Beispiel das wichtige Kapitel über die Anwendung der Nahteste hinzugefügt.

Wieder kann ich bestätigen, daß die Anwendung meiner Methodik in den nun vorliegenden Richtlinien mit den vorgenommenen Ergänzungen korrekt beschrieben wird. Deshalb würde ich es sehr begrüßen, wenn alle Anwender diese IVBV-Richtlinien als verbindlich akzeptieren, und hoffe, daß der nunmehrige Wissenschaftliche Beirat der IVBV auch künftig um Weiterentwicklung der Richtlinien bemüht sein wird.

Hamburg, im März 1997

Hans-Joachim Haase

Vorwort zur fünften Auflage ("MKH 5.0")

Für diese Neuauflage wurde das Regelwerk grundlegend überarbeitet. Im Sinne einer konsequenten Weiterentwicklung der MKH wurden zahlreiche Änderungen vorgenommen, angefangen bei Begriffen, über Bestandteile der Untersuchung bis hin zu Anwendungsregeln an einzelnen Testen. Dabei wurden sowohl praktische Erfahrungen als auch der aktuelle Stand des Fachwissens berücksichtigt.

Die Neufassung trägt dem Stellenwert der Haaseschen Methodik Rechnung, die weit über die Anwendung bestimmter Heterophorie-Teste hinausgeht: MKH ist ein unverzichtbarer Bestandteil einer modernen, zukunftsweisenden optometrischen Untersuchung.

Seit Jahrzehnten unterstreichen erfolgreiche MKH-basierte Korrekturen die Bedeutung der praktischen Anwendung des Verfahrens bei der Lösung binokularer Sehprobleme – unabhängig davon, ob und wann die Wissenschaft Erklärungen für diese Erfolge findet.

Die vorliegenden Richtlinien sollen MKH-Anwender dabei unterstützen, dieses bewährte Verfahren zum Wohl ihrer Klienten einzusetzen.

Flacht, im Oktober 2021

Wissenschaftlicher Beirat der IVBS

Inhalt

1	Vorbemerkungen	1
1.1	Struktur und Ziele der IVBS	1
1.2	Begriffe	2
1.3	Grundkonzept der MKH	8
1.4	Immer Korrektion? Immer Vollkorrektion?	12
1.5	Verträglichkeit binokularer Korrekturen	14
1.6	Kritik an der MKH	15
2	Ausstattung	19
2.1	Untersuchungsraum	19
2.2	Sehprüfgeräte	20
2.3	Messbrille vs. Phoropter	22
3	Brillenglaszentrierung	25
4	Dokumentation	28
5	Grundsätzliches zur Korrektionsbestimmung	29
6	Ablaufplan der MKH	30
7	Anamnese	32
8	Voruntersuchungen	33
9	Ergänzende Voruntersuchungen	34
10	Refraktionsbestimmung Ferne	35
11	Optionale Messungen	36

12 Heterophorie-Bestimmung Ferne	37
12.1 Grundsätzliches zu Kreuztest und klassischen FD-Testen.....	39
12.2 Kreuztest	42
12.3 Zeigertest	47
12.4 Doppelzeigertest	50
12.5 Hakentest	52
12.6 Grundsätzliches zu Stereopsis-Testen	54
12.7 Stereo-Verzögerungstest.....	57
12.8 Stereo-Dominanztest.....	66
12.9 Stereo-Sehschärfetest	77
13 Tonuskontrolle	85
14 Binokular-refraktiver Abgleich Ferne.....	86
15 Heterophorie-Bestimmung Nähe	89
15.1 Grundsätzliches	89
15.2 Kreuztest	92
15.3 Weitere Heterophorie-Teste für die Nähe.....	96
15.4 Nahprisma oder Fernprisma?	96
16 Refraktionsbestimmung Nähe	101
16.1 Nahzusatzbestimmung.....	101
16.2 Akkommodationsgleichgewicht	101
16.3 Nahastigmatismus.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
17 FD-Analyse	104
18 Erprobung	106

19 Beratung und Brillenanpassung	108
19.1 Erläuterung der Korrektionswerte	108
19.2 Auswahl der Brillenfassung	108
19.3 Anatomische Brillenanpassung	109
19.4 Optische Brillenanpassung	109
19.5 Auswahl der Brillengläser.....	110
20 Gläserbestellung und Brillenfertigung.....	112
21 Brillenabgabe.....	114
21.1 Kontrolle der Brillenanpassung	114
21.2 Förderung der Verträglichkeit.....	114
21.3 Gebrauchshinweise	114
22 Verlaufskontrolle	115
Anhang	116
Kurzzeichen	116
Geänderte Begriffe und Bezeichnungen.....	117
Weiterführende Literatur.....	118
Wissenschaftlicher Beirat	119
Kontaktdaten	119
Gender-Hinweis	119

1 Vorbemerkungen

1.1 Struktur und Ziele der IVBS

Die **I**nternationale **V**ereinigung für **B**inokulares **S**ehen wurde im Jahre 1988 unter dem Namen IVBV (Internationale Vereinigung für Binokulare Vollkorrektion) gegründet. In dieser in der Schweiz eingetragenen Vereinigung setzen sich Angehörige verschiedener Berufsgruppen interdisziplinär für optimales Sehen ein. Dies sind z.B. Augenoptiker/Optomtristen, Augenärzte, Orthoptistinnen, Lehrer, Ergotherapeuten, Heilpädagogen, Legasthenie-Therapeuten und Logopäden.

Störungsfreies Binokularesehen ist eine wichtige Voraussetzung für optimales Sehen. Diese Erkenntnis hat Hans-Joachim Haase schon Mitte der 1950er Jahre dazu veranlasst, über neue Messtechniken nachzudenken. Dadurch ist er zum Vordenker auf dem Gebiet der binokularen Korrektion geworden. Die dabei entwickelte Methodik wurde zunächst unter dem Namen "Polatest-Verfahren" bekannt und wird heute als MKH (**M**ess- und **K**orrektionsmethodik nach H.-J. **H**aase) bezeichnet.

Zur Häufigkeit von Heterophorie heißt es in der Literatur (Zitat): *„Statistische Untersuchungen (Tait, 1951) haben ergeben, dass Heterophorien bei 70-80% der Bevölkerung vorkommen.“*¹

Jahrzehntelange Erfahrungen zeigen, dass bei den meisten Betroffenen erst mit einer nach MKH bestimmten prismatischen Korrektion beschwerdefreies Binokularesehen erzielt werden kann. Deshalb ist es das erklärte Ziel der IVBS, die MKH zu verbreiten und neue wissenschaftliche Erkenntnisse in deren Weiterentwicklung einfließen zu lassen.

Diesem Ziel dienen die Jahreskongresse der IVBS ebenso wie verschiedene regionale Veranstaltungen, zu denen jeder Interessierte herzlich eingeladen ist.

Durch die Veröffentlichung der vorliegenden Richtlinien möchte die IVBS eine standardisierte und richtige Anwendung der MKH fördern.

¹ Steffen H, Kaufmann H, Strabismus. Hrsg. 5., vollständig überarbeitete Auflage. Stuttgart: Thieme (2020); S. 114

1.2 Begriffe

Heterophorie vs. Winkelfehlsichtigkeit

Das Ergebnis einer jeden Messung hängt von den jeweiligen Messbedingungen ab. Bei latenten Ruhestellungsfehlern unterschieden bereits Ogle et al. zwischen dissoziierter und assoziierter Heterophorie, wobei sich "dissoziiert" auf Messungen bei aufgehobener Fusion bezieht und "assoziiert" auf Messungen bei Anwesenheit von Fusionsreizen.² Korrekterweise müsste also zu jedem Ergebnis das angewendete Messverfahren angegeben werden (Beispiele: "Dissoziierte Heterophorie, gemessen mit Maddox-Verfahren", "Assoziierte Heterophorie, gemessen mit Mallett-Test").

Bei der MKH werden ausschließlich Heterophorie-Teste mit Fusionsreizen verwendet. Sie gehört somit zu den Verfahren zur Messung assoziierter Heterophorien. Der Begriff lehnt sich an die im englischen Sprachraum gebräuchliche Bezeichnung "associated phoria" an.

Zur einfachen und für Betroffene leichter verständlichen Benennung für "assoziierte Heterophorie, gemessen mit MKH" wurde die umgangssprachliche Bezeichnung "Winkelfehlsichtigkeit" (WF) eingeführt.

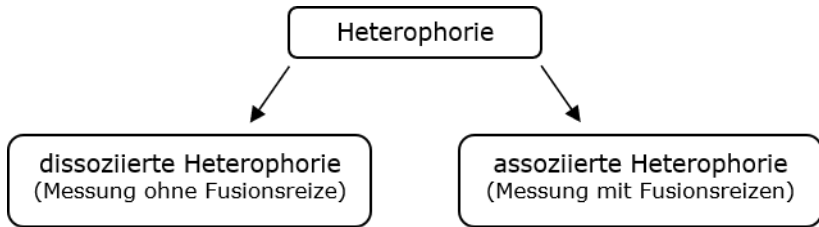
Der genormte Fachbegriff lautet jedoch "Heterophorie" und ist wie folgt definiert: "Abweichung der Vergenzstellung von der Orthostellung bei teilweiser oder vollständiger Aufhebung der Fusion."³

Häufig werden die Begriffe "Heterophorie" und "dissoziierte Heterophorie" in der Literatur noch synonym verwendet. Allerdings erscheint es sinnvoll, "Heterophorie" als neutralen Oberbegriff zu verwenden. Der jeweilige Unterbegriff richtet sich nach dem verwendeten Messverfahren.

Entsprechend heißt es inzwischen auch in der Norm: "Je nach angewendetem Messverfahren wird eine dissoziierte Heterophorie (ohne Fusionsreize) oder eine assoziierte Heterophorie (mit Fusionsreizen) gemessen."³

² K.N. Ogle, T.G. Martens, J.A. Dyer: "Oculomotor imbalance in binocular vision and fixation disparity", Lea & Febiger, Philadelphia 1967, 43-45

³ DIN 5340:2022-11 "Begriffe der physiologischen Optik"



Für Korrektionszwecke ist ausschließlich die assoziierte Heterophorie von Bedeutung. Daher – und um die Lesbarkeit dieser Richtlinien zu erleichtern – wird nachfolgend der Begriff "Heterophorie" stets im Sinne von "assozierte Heterophorie, gemessen mit MKH" verwendet.

Fixationsdisparität vs. Fixationsdisparation

Im Deutschen gelten die Begriffe "Fixationsdisparität" und "Fixationsdisparation" als synonym, bisher wurde aber meistens "Fixationsdisparation" verwendet. Ausgehend von der Wortbedeutung beschreibt "Fixationsdisparation" jedoch einen *Vorgang*. Sprachlich korrekt ist es daher, von "Fixationsdisparität" zu sprechen, weil damit der aus der Disparation resultierende *Zustand* gemeint ist.³ Daher wird nachfolgend der Begriff "Fixationsdisparität" verwendet.

Fixationsdisparität

Kurzzeichen: FD

en: fixation disparity

Zustand des normalen binokularen Einfachsehens, bei dem der Fixationspunkt mit einer Disparität innerhalb des zugehörigen Panumbereiches abgebildet wird.

Nach der Ursache werden dynamische, transitorische und heterophoriebedingte Fixationsdisparität unterschieden. Diese drei natürlichen Fixationsdisparitäten sind ihrerseits zu unterscheiden von der künstlich induzierten Fixationsdisparität.

Darüber hinaus wird zwischen objektiver und subjektiver Fixationsdisparität differenziert.³

1 Vorbemerkungen

Dynamische FD

en: dynamic FD

Kleine Fixationsdisparität, die durch die Mikrobewegungen der Augen bedingt ist.

Die dynamische Fixationsdisparität wechselt ständig ihre Richtung und Größe.

Transitorische FD

en: transitory FD

Exo-Fixationsdisparität, die beim Sehen in die Nähe bei einfachen Sehaufgaben analog zum Akkommodationsdefizit entsteht.

Heterophoriebedingte FD (vormals: statische FD)

en: heterophoria-related FD (formerly: static FD)

Fixationsdisparität, die bei Heterophorie entsteht, wenn der fusionale Vergenzbedarf nicht vollständig durch fusionale Vergenz gedeckt wird.

Bei Sehen mit heterophoriebedingter Fixationsdisparität besteht ein lateraler Bildlagefehler. Die Richtung dieser FD ist durch die Richtung der Heterophorie bedingt. Heterophoriebedingte Fixationsdisparität ist durch prismatische Vollkorrektur reversibel.

Induzierte FD

Synonym: Prismatische FD

en: induced FD, prismatic FD

Fixationsdisparität, die bei Orthophorie entsteht, wenn der durch ein Prisma künstlich erzeugte fusionale Vergenzbedarf nicht vollständig durch fusionale Vergenz gedeckt ist.

Objektive FD

en: objective FD

Gemessener Unterschied zwischen Orthostellung und Vergenzarbeitsstellung. Messmethoden sind z.B. "eye tracking" oder "search coil"-Verfahren.³

Subjektive FD

en: subjective FD

Größe des wahrgenommenen Versatzes zweier, für beide Augen getrennt dargebotener Sehobjekte bei Anwesenheit von Fusionsreizen.³

Da die MKH ein subjektives Messverfahren ist, beziehen sich diese Richtlinien ausschließlich auf die subjektive Fixationsdisparität.

Disparate Fusion

Synonyme: FD erster Art, FD I

en: disparate fusion, type one fixation disparity

Fixationsdisparität infolge einer motorisch nicht mehr vollständig kompensierten Heterophorie, bei der weiterhin bizenale Korrespondenz besteht.

Disparate Korrespondenz

Synonyme: FD zweiter Art, FD II

en: disparate correspondence, type two fixation disparity

Fixationsdisparität infolge einer motorisch nicht mehr vollständig kompensierten Heterophorie, bei der keine bizenale Korrespondenz mehr besteht.

Das heißt, der Richtungswert Geradeaus wurde vom Foveazentrum des abweichenden Auges (FD-Auge) an die zur Fixation genutzte disparate Netzhautstelle verlagert. Im weiteren Verlauf der sensorischen Anpassung an die Fehlstellung (FD-Stellung) erfolgt eine

1 Vorbemerkungen

Ausweitung der Richtungswertumstellung auch in die umgebenden Netzhautbereiche.

Die MKH ermöglicht, den Zustand von disparater Korrespondenz in Abhängigkeit von der Testwahrnehmung in sechs Unterarten zu differenzieren (s. Kap. 17).

Intermittierende FD (vormals: junge FD)

en: intermittend FD (formerly: young FD)

Fixationsdisparität, bei der aufgrund einer nur "lockeren" sensorischen Anpassung anspruchsvolle Sehaufgaben (z.B. Stereosehen) eine motorische Kompensation der Fehlstellung auslösen.

Da die sensorische Anpassung noch relativ wenig verfestigt ist, werden FD-Stellung und Orthostellung wechselweise benutzt (intermittierend = zeitweilig bzw. abwechselnd mit einem anderen Zustand auftretend).

Intermittierende FD umfasst disparte Fusion (FD I) sowie die ersten beiden Unterarten von disparater Korrespondenz (FD II/1-2).

Verfestigte FD (vormals: alte FD)

en: consolidated FD (formerly: old FD)

Fixationsdisparität, bei der infolge einer inzwischen manifestierten sensorischen Anpassung sogar anspruchsvolle Sehaufgaben keine motorische Kompensation der Fehlstellung mehr auslösen.

Bei verfestigter FD besteht stets eine disparte Korrespondenz der dritten bis sechsten Unterart (FD II/3-6). Diese Zustände sind durch eine MKH-Korrektion reversibel.

Die vormals verwendeten Bezeichnungen "junge" und "alte" FD führten häufig zu dem Missverständnis, es bestünde ein Zusammenhang mit dem Lebensalter des Klienten. Tatsächlich kann auch bei jungen Menschen bereits eine verfestigte FD bestehen.

Grundsätzliches zur Messung von FD

Um sämtliche Anteile von subjektiver, heterophoriebedingter FD erfassen zu können, sind spezielle Tests erforderlich:

- **konventioneller Heterophorie-Test**

Dient zum Bestimmen motorisch kompensierter Anteile einer Heterophorie und/oder disparater Fusion.

In der MKH wird hierfür der Kreuztest verwendet. Weiteres Beispiel für einen konventionellen Heterophorie-Test: Polarisierender Schober-Test (mit peripherem Fusionsreiz).

- **klassische FD-Teste** (mit zentralem Fusionsobjekt*)

Zeigen disparate Korrespondenz an, sofern Testanteile auf parazentrale Netzhautbereiche abgebildet werden, die noch nicht von Richtungswertumstellung erfasst sind.

In der MKH werden hierfür Zeigertest, Doppelzeigertest und Hakentest verwendet. Weitere klassische FD-Teste sind z.B. Mallett-Test und Winkel-Kreuztest nach Grolman.

- **Stereopsis-Teste**

Liefen Hinweise auf disparate Korrespondenz, bei der sich die Richtungswertumstellung bereits in die Netzhautperipherie ausgeweitet hat.

In der MKH werden hierfür Stereo-Verzögerungstest, Stereo-Dominanztest und Stereo-Sehschärfetest verwendet. Weiteres Beispiel für einen Stereopsis-Test: Stereotest nach Osterberg.

**Ein FD-Test, der verlässlich anzeigen soll, ob die angezeigte FD auch im natürlichen Sehen vorliegt, muss zwingend ein zentrales Fusionsobjekt enthalten. Es gibt allerdings auch Tests ohne zentrales Fusionsobjekt, die zur Messung von FD verwendet werden, z.B. von Sheedy oder von Saladin.*

Da an allen Testen Tonuslösung auftreten kann, ist keine sichere Differenzierung zwischen motorischen und FD-Anteilen möglich. Die MKH erhebt somit nicht den Anspruch, die Größe einer heterophoriebedingten FD exakt messen zu können.

1 Vorbemerkungen

Darauf hatte auch Haase hingewiesen; Zitat: „*Exakt voneinander trennen kann man diese beiden Phorieanteile nicht.*“⁴ Die verwendeten klassischen FD-Teste und Stereopsis-Teste dienen als wichtige Indikatoren für Richtung und ungefähre Größe einer disparaten Korrespondenz.

Auf die praktische Anwendung der Teste hat dieser Aspekt jedoch keine Auswirkung.

1.3 Grundkonzept der MKH

Zum besseren Verständnis und zur klaren Einordnung der MKH in den Katalog der Heterophorie-Messverfahren soll zunächst das Grundkonzept der Haaseschen Methodik und deren Historie kompakt und vereinfacht dargestellt werden.

Gemeinsam gehen alle Konzepte davon aus, dass Heterophorien Stellungsfehler der Augen sind, die mittels der äußeren Augenmuskeln kompensiert werden können. Dann besteht im freien Sehen keine Fehlstellung. Der Fehler ist somit von außen nicht sichtbar, er ist versteckt (lat. latent). So kann sich das beidäugige Sehen funktionell vollständig und ideal ausbilden, wenn auch unter einer zusätzlichen muskulären Belastung, die in einigen Fällen zu Anstrengungsbeschwerden führen kann. Für die Messung latenter Ruhestellungsfehler wird bei klassischen Verfahren (wie z.B. Maddox, v. Graefe) die Fusion vollständig aufgehoben. Das soll dem Augenpaar die Möglichkeit geben, seine Vergenz-Ruhestellung einzunehmen.

Bei *vollständig* aufgehobener Fusion ermittelte prismatische Korrekturen haben sich jedoch nicht bewährt, da sie in vielen Fällen die Beschwerden nicht zufriedenstellend reduzierten oder unverträglich waren.⁵ Daher wurden Korrektionsregeln (u.a. von Maddox, Sheard, Percival, Schober, v. Graefe) definiert, nach denen der eigentliche Messwert modifiziert werden sollte. Aber auch die daraus resultierenden Unterkorrekturen waren oft nicht erfolgreich, so dass in der Fachwelt – sowohl in der Augenoptik/Optomietrie als auch in der Augenheilkunde – bis heute eine erhebliche Unsicherheit bezüglich

⁴ H.-J. Haase: "Die sensorischen Anomalien des Binokularsehens auf der Grundlage von Stellungsfehlern", Unterrichtsskript SFOF Berlin (1975)

⁵ R.A. Crone: "Heterophoria", A. von Graefes Arch. klin. exp. Ophthal. 177:52-73 (1969)

des Umgangs mit Heterophorien besteht. Viele Fachärzte für Augenheilkunde widmen sich diesem Fachgebiet heute überhaupt nicht mehr und delegieren die Arbeit an eine Orthoptistin.

H.-J. Haase folgte zunächst lediglich dem Ansatz, die Bedingungen bei der Messung von Heterophorien denen im natürlichen Sehen möglichst weit anzunähern. So forderte er, die Messungen im Hellraum, mit möglichst gleichartigen Sehreizen für beide Augen bezüglich Farbe, Kontrast, Leuchtdichte usw. sowie bei nur *dosiert reduzierten* Fusionsreizen – also bei nicht *vollständig* aufgehobener Fusion – durchzuführen. Er fand eine sehr gute Verträglichkeit der so ermittelten prismatischen Korrektionswerte.

Es gab jedoch weiterhin Fälle, in denen so zwar eine Besserung, aber keine völlige Beschwerdefreiheit erreicht werden konnte. Bei der Suche nach den Ursachen wendete Haase auch von ihm konzipierte Tests auf Zyklophorie und Aniseikonie an. Dabei fand er jedoch unerwartete Testwahrnehmungen, nämlich Auswanderungen in horizontaler und vertikaler Richtung, die sich mittels weiterer prismatischer Schritte beseitigen ließen. Entsprechende Brillenkorrekturen reduzierten die Beschwerden nochmals. Schließlich bezog er auch die Stereopsis in seine Betrachtungen ein und stellte fest, dass in etlichen Fällen erst das Hinzufügen eines weiteren – meist recht kleinen – Prismas zu voller Stereopsis führte, was er als Beleg für das Erreichen von idealem Binokularsehen ansah.

Aus all dem schloss Haase, dass es heterophore Augenpaare gibt, die im freien Sehen ihren Stellungsfehler doch nicht vollständig muskulär kompensieren, sondern der Tendenz zur Fehlstellung so weit nachgeben, wie dies nicht zum Doppelsehen führt. Zu dieser Zeit veröffentlichte Studien aus den USA von Ogle et al.⁶ wiesen ebenfalls in diese Richtung. Es bestand schon damals Konsens darüber, dass um die in beiden Augen ideal zusammenarbeitenden (korrespondierenden) Netzhautorte Toleranzbereiche existieren, die sogenannten "Panumbereiche". Derartige kleine Fehlstellungen ohne Diplopie nannte man bereits damals "fixation disparity" (FD).

⁶ K.N. Ogle, M. Frances, A. de H. Prangen: "Fixation disparity and the fusional processes in binocular single vision", American Journal of Ophthalmology 32(8):1069-1087 (1949)

1 Vorbemerkungen

Weitere Studien bestätigen inzwischen Haases Annahme, dass dieser Zustand zu deutlichen Qualitätseinbußen des Binokularsehens führen kann.⁷

FD führt zwar nicht zur Diplopie, aber Haase schloss auf eine Anpassung der sensorischen Beziehung zwischen beiden Augen in Form von Korrespondenzänderung. Damit einhergehend stellte er Einschränkungen des Binokularsehens fest, bis hin zu Suppression und reduzierter Stereopsis. Daher hielt er auch die bei FD bestehende kleine Fehlstellung für korrektionsbedürftig und ermittelte das zur Reaktivierung der ursprünglich erlernten, bizentralen Korrespondenz erforderliche Prisma an seinen Stereopsis-Testen.

Die sensorischen Anpassungen bei heterophoriebedingter FD sind ein entscheidendes Merkmal, das die Theorie der MKH prinzipiell von anderen Ansätzen zur Heterophorie-Korrektion unterscheidet. Vielen Fachleuten ist dies jedoch bisher nicht bewusst bzw. verständlich geworden. Daher soll auch dieser Gedanke hier nochmals erläutert werden:

Ogle hatte herausgefunden, dass "fixation disparity" künstlich hervorgerufen werden kann, indem z.B. einem orthophoren Probanden Prismengläser vorgesetzt werden. Er stellte fest, dass ab einer bestimmten Prismenbelastung kein vollständiger muskulärer Ausgleich mehr erfolgt. Die daraus resultierende Fehlstellung – die FD – bewirkt laut Ogle einen Bildlagefehler, den Crone als "retinal slip" bezeichnete.⁶

⁷ T.C. Jenkins et al.: "Effect of induced fixation disparity on binocular visual acuity", *Ophthal.Physiol.Opt.* 12(3): 299-301 (1992)

D. Methling, W. Jaschinski: "Contrast sensitivity after wearing prisms to correct for heterophoria", *Ophthal.Physiol. Opt.* 16(3): 211-215 (1996)

W. Jaschinski: "Asthenopische Beschwerden und die Konvergenz der Augen am Bildschirmarbeitsplatz: Neue Messverfahren für Praxis und Forschung", *Klin Monatsbl Augenheilkd* 220(8): 551-558 (2003)

C.I. O'Leary, B.J.W. Evans: "Double masked randomised placebocontrolled trial of the effect of prismatic corrections on rate of reading and the relationship with symptoms", *Ophthal.Physiol.Opt.* 26: 555-565 (2006)

M.L. Conway, J. Thomas, A. Subramanian: "Is the aligning prism measured with the Mallett unit correlated with fusional vergence reserves?", *PLoS One* 7(8): e42832 (2012)

Da sich FD durch Prismen induzieren lässt, folgerte Haase, dass die bei Heterophorie bestehende Belastung der äußeren Augenmuskeln ebenfalls zu FD führen kann. Diese FD kann sich durch die permanente phorische Belastung etablieren und verfestigen. Dabei wird im abweichenden Auge ein innerhalb des zentralen Panumbereichs gelegener Netzhautort zur Fixation genutzt.

Zunächst wird dieser disparate Netzhautort zum Fusionieren benutzt, während noch bizenitale Korrespondenz besteht. Diesen Zustand nannte Haase "disparate Fusion". Durch Dauerbenutzung des disparaten Netzhautorts "verlernt" dieser allmählich seinen ursprünglichen Richtungswert und nimmt im Binokularsehen den Richtungswert "Geradeaus" an. Diesen Zustand nannte Haase "disparate Korrespondenz". Aus den Wahrnehmungen an den einzelnen Testen zog Haase Rückschlüsse darauf, wie stark sich die sensorischen Anpassungen bereits verfestigt haben.

Dieses Konzept der heterophoriebedingten FD mit damit einhergehender Änderung der retinalen Korrespondenz macht plausibel, dass selbst geringe prismatische Werte zur angestrebten Reaktivierung von bizenitaler Korrespondenz erforderlich sein können.

Haase versorgte eine Vielzahl von Heterophorikern mit prismatischen Brillen, die auch die FD korrigierten. Die damit beobachteten Erfolge bewogen ihn, die sogenannte "Vollkorrektionsregel" aufzustellen (MKH-Messwert = Korrektionswert). Bei schwächeren Prismenwerten erwartete er ein erneutes Abweichen in eine disparate Fixation und die damit verbundenen Einschränkungen des Binokularsehens.

Haases Ideen überzeugten viele Fachleute, und seine Arbeitsmethodik fand eine breite Akzeptanz in der Augenoptik. Das Konzept einer "heterophoriebedingten FD" fand zwar Eingang auch in das ophthalmologische und orthoptische Gedankengut, die klinische Relevanz (= Korrektionsbedürftigkeit) wird aber bis heute kontrovers diskutiert.

Die Überprüfung der Theorie der MKH ist seit langer Zeit Gegenstand der Forschung. Obwohl die unbestrittenen praktischen Erfolge von MKH-Korrekturen gewiss nicht als wissenschaftlicher Nachweis für deren Wirksamkeit angesehen werden können, ist es aufgrund der Häufigkeit dieser Erfolge und im Interesse der Menschen mit heterophoriebedingten Asthenopien unabdingbar, diese Arbeitsweise weiterhin zu lehren und anzuwenden.

1.4 Immer Korrektion? Immer Vollkorrektion?

Die IVBS hat das Ziel, die MKH als zurzeit erfolgreichste Methodik zur Bestimmung prismatischer Korrektionen zu fördern.

Der mit der MKH häufig verknüpfte Begriff Vollkorrektion beinhaltet aus heutiger Sicht der IVBS nicht die dogmatische Forderung, jede Heterophorie voll zu korrigieren.

Vielmehr ist in jedem Einzelfall unter Berücksichtigung des Messwertes sowie bestehender Anstrengungsbeschwerden und/oder Sehstörungen zu entscheiden, ob eine prismatische Korrektion erfolgversprechend sein kann.

Soll eine Korrektion erfolgen, muss nach Lage des Einzelfalls entschieden werden,

- ob prismatische Vollkorrektion zur Erhaltung oder Reaktivierung bizentraler Korrespondenz erforderlich ist

oder

- ob gezielte Unterkorrektion zur motorischen Entlastung ausreichend ist.

Abgrenzung der Bezeichnung MKH

Nicht in Betracht kommen nach dem Konzept der MKH prismatische Korrektionen aufgrund von Messungen mit provozierten Blickauslenkungen.

Die Publikationen von H.-J. Haase enthalten keine Anweisungen, in bestimmten Fällen auf die – in der Primärstellung ermittelte – prismatische Vollkorrektion zu verzichten und stattdessen dasjenige Prisma zu verordnen, das sich bei provozierten Blickauslenkungen ergibt. Daher sollten derart modifizierte Vorgehensweisen nicht als eine spezielle Art der MKH bezeichnet werden.

MKH vs. Visualtraining

Generell zielen alle Formen von Visualtraining (VT) darauf ab, bestimmte Sehfunktionen anzusprechen und zu verbessern. Unabhängig von der Wirksamkeit dieser Maßnahmen darf vor einer MKH-Messung einige Wochen lang keine Übungs- bzw. Trainingsbehandlung erfolgt sein. Jede Form von Sehtraining übt Einfluss auf das visuelle System aus, der das Messergebnis der MKH verändern kann. Die jeweils eigenständigen Konzepte von MKH und Visualtraining dürfen daher nicht vermischt werden.

Empfehlung der IVBS zum optometrischen Management von symptomatischer Heterophorie

- Erst entlasten – durch prismatische Korrektur,
- dann – sofern noch erforderlich – trainieren.

Das heißt, beim gleichzeitigen Vorhandensein von Heterophorie und Sehbeschwerden sollte *zunächst* ein Korrektionsversuch mit einer MKH-basierten Brille vorgenommen werden.

Falls die Sehbeschwerden durch die Korrektur aller Bildlagefehler nicht vollständig beseitigt werden, kann *anschließend* ein fachmännisch angeleitetes und kontrolliertes Visualtraining zusätzlich zur vollkorrigierenden Brille in Betracht gezogen werden.

Mögliche Kriterien für eine Anwendung der MKH

Eine vollständige Korrektionsbestimmung gemäß MKH erfordert selbstverständlich einen größeren Zeitaufwand als eine bloße Überprüfung der Refraktionswerte.

In der Praxis stellt sich jedoch zuweilen die Frage nach der Notwendigkeit einer vollständigen Untersuchung. Dies kann im Einzelfall anhand folgender Arbeitsschritte entschieden werden:

- **Anamnese** Kriterium: Beschwerden
Da bei symptomatischer Heterophorie in der Regel eine prismatische Korrektur angezeigt ist, sollte jeder Klient nach Beschwerden befragt werden, die binokular bedingt sein könnten. (s. S. 32)

1 Vorbemerkungen

- **Stereo-Sehschärfetest** Kriterium: Stereogrenzwinkel
Beeinträchtigte Stereopsis kann ein entscheidender Hinweis auf heterophoriebedingte FD sein. Daher sollte geprüft werden, ob auffällige Stereogrenzwinkel bestehen. (s. S. 80)
- **Kreuztest** Kriterium: Auswanderung
Auswanderungen am Kreuztest zeigen motorische Kompensation von Heterophorie-Anteilen an. Dies bedeutet, dass eine zuvor ermittelte ideale Stereopsis eventuell erst nach Selbstausgleich einer Heterophorie mittels der äußeren Augenmuskeln zustande kam. Bei Beschwerden, die auch das Nahsehen betreffen, ist zusätzlich der Nah-Kreuztest anzuwenden.

Sofern Beschwerden bestehen und für mindestens ein weiteres Kriterium Auffälligkeiten festgestellt werden, empfiehlt sich eine vollständige Korrektionsbestimmung gemäß MKH.

Die hier vorgeschlagenen Kriterien ermöglichen lediglich ein Screening auf Heterophorie. Wie bei jedem Screening kann das Ergebnis auch falsch-negativ sein, d.h. dass ein unauffälliges Ergebnis vorliegt, obwohl der Fall korrektionsbedürftig ist. Jeder Anwender muss entscheiden, ob er dieses Risiko eingeht oder ob er jeden Klienten sorgfältig und vollständig untersucht.

1.5 Verträglichkeit binokularer Korrekturen

Viele der immer noch angewendeten historischen Messverfahren (z.B. Maddox, Schober, Graefe) sind geprägt von einer gewissen Unsicherheit bezüglich des Umgangs mit dem Messwert. So existieren Korrektionsempfehlungen, die zum Teil deutlich voneinander abweichen.

Für H.-J. Haase stand im Vordergrund, ein Messverfahren zu entwickeln, das einen verträglichen Korrektionswert liefert. Um dies zu erreichen, näherte er die Messbedingungen dem natürlichen Sehen an. So sind im Unterschied zu allen traditionellen Verfahren an sämtlichen Heterophorie-Testen der MKH Fusionsreize wirksam, die Fusion wird also nicht vollständig aufgehoben.

Erfahrungsgemäß ist eine nach den Regeln der MKH bestimmte **Vollkorrektion** meist verträglich.

Auch eine gezielte **Unterkorrektur** (auf Basis der an den Kreuztesten für Ferne und Nähe ermittelten Prismen) ist meist verträglich und kommt in Betracht, wenn primär eine motorische Entlastung angestrebt wird.

Überkorrektur würde zu ungewohnter fusionaler Belastung führen und dadurch die Verträglichkeit gefährden. Bei sachgerechter Anwendung der MKH ist Überkorrektur jedoch ausgeschlossen.

1.6 Kritik an der MKH

Leider verunsichern Kritiker Betroffene oft mit verschiedenen Behauptungen und Vorurteilen, obwohl diese oft unbewiesen oder bereits seit Jahrzehnten entkräftet sind.

Die oft berufspolitisch motivierte Kritik stammt in der Regel von Fachleuten, die über keine eigenen Erfahrungen mit der MKH verfügen. Dem gegenüber gibt es aber auch rein fachlich urteilende Personen, welche die MKH unvoreingenommen erproben und nach diesen Erfahrungen befürworten oder sogar selbst regelmäßig und erfolgreich bei ihren Patienten anwenden.

Nachfolgend häufig genannte Kritikpunkte und Stellungnahmen der IVBS:

Kritik (1) *„Prismenbrillen führen dazu, dass die Heterophorie immer größer wird!“*

Bei einer größeren, unkorrigierten Heterophorie entsteht durch die motorische Kompensation im Laufe der Zeit möglicherweise eine muskuläre Anspannung im Vergenzsystem. Je nach Festigkeit dieses Fusionstonus findet dann bei der Heterophorie-Bestimmung gelegentlich keine vollständige Entspannung statt, weshalb zunächst nur ein Teilbetrag der Heterophorie messbar ist (in Analogie zum Akkommodationstonus bei Hyperopie).

Das Tragen der bislang ermittelten prismatischen Korrektur bewirkt eine Entlastung, wodurch weitere Tonusanteile entspannen und somit nachträglich messbar werden. Die Heterophorie wird folglich im Zuge der prismatischen Korrektur nicht größer, es steigen lediglich die Messwerte in dem Maße an, wie der Fusionstonus entspannt.

1 Vorbemerkungen

Kritik (2) „Prismenbrillen führen zu manifestem Schielen und möglicherweise sogar zu unnötigen Augenmuskeloperationen!“

Die prismatische Korrektur einer Heterophorie ermöglicht dem Augenpaar die Einnahme seiner Ruhestellung. Im Unterschied zum manifesten Schielen besteht dabei aber bizenale Abbildung. Bei großen Heterophorien kann die hinter den Prismengläsern eingenommene Ruhestellung auffällig wirken. Es ist fachlich falsch, dies als manifeste Schielstellung zu bezeichnen.

Eine bereits im Jahr 1980 in der Schweiz veröffentlichte Untersuchung an mehr als 18.500 Personen ergab, dass Heterophorien nur in 2,4% der Fälle größer als 12 cm/m sind.⁸

Moderne Brillenglastechnologien ermöglichen jedoch auch bei hohen Prismenwerten (bis ca. 20 cm/m) gut tragbare Brillen. Operationen kommen also in den meisten Fällen gar nicht in Betracht.

Kritik (3) „Die Versorgung nach MKH erzeugt allenfalls einen Placebo-Effekt!“

Die praktischen Erfolge von MKH-Korrekturen werden auch von den meisten Kritikern nicht bestritten. Derartige Erfolge sind zwar kein wissenschaftlicher Nachweis für die spezifische Wirksamkeit MKH-basierter Prismenbrillen, aufgrund deren Häufigkeit ist es jedoch nicht gerechtfertigt, diese ausschließlich einer Placebo-Wirkung zuzuschreiben. So liegt laut einer statistischen Erhebung die Erfolgsquote bei Kopfschmerzen/Migräne bei 98%.⁹

Kritik (4) „Das theoretische Modell der MKH ist falsch, ihr Ergebnis ist lediglich ein Artefakt des Messverfahrens!“

Diese Kritik basiert im Wesentlichen auf einer Arbeit, deren Ergebnisse jedoch eher im Sinne der MKH interpretiert werden können.¹⁰

An neun Probanden sollte untersucht werden, ob bei Fixationsdisparität im Covertest eine Einstellbewegung auftritt. Es wurde jedoch

⁸ K. Günther: "Heterophorien im Spiegel der Statistik", Der Augenoptiker 12:8-15 (1980)

⁹ S. Schmitz: "Kundenbefragung zur Meß- und Korrektionsmethodik nach H.J. Haase (MKH)", ZVA-Schriftenreihe zur Augenoptik, Band 7 (1998)

¹⁰ J. Gerling, H. de Paz, V. Schroth, M. Bach, G. Kommerell: "Ist die Feststellung einer Fixationsdisparität mit der Mess- und Korrektionsmethodik nach H.-J. Haase (MKH) verlässlich?", Klin Monatsbl Augenheilkd 6:401-411 (2000)

kein echter Covertest durchgeführt, sondern nur das Fixierobjekt für ein Auge im Testfeld ausgeblendet. Somit bestanden unverändert binokulare Sehbedingungen, wodurch das disparate Korrespondenzzentrum im FD-Auge weiterhin aktiv war. Eine Einstellbewegung, mit der das Bild des Fixationspunktes in die Foveamitte verlagert würde, war deshalb gar nicht zu erwarten und trat folgerichtig in diesem Experiment auch nicht auf. Die Versuchsergebnisse entsprechen somit der Beobachtung an den Heterophorie-Testen der MKH, dass bei verfestigter FD unter binokularen Sehbedingungen keine Rückschaltung des Richtungswertes "Geradeaus" auf die Foveamitte erfolgt.¹¹

Bereits einige Jahre zuvor war eine schweizerisch/niederländische Studie zu dem Ergebnis gekommen, dass ein korrekt durchgeführter Covertest bei Fixationsdiparität eine Einstellbewegung auslöst.¹²

Übrigens sieht der Strabologe Kommerell inzwischen nicht mehr nur die MKH, sondern sämtliche Heterophorie-Messverfahren kritisch, da sie aus seiner Sicht unter künstlichen Sehbedingungen durchgeführt werden. Er empfiehlt, dem Patienten z.B. eine Prismenleiste mit nach Hause zu geben, um seine Vergenz-Ruhestellung selbst zu ermitteln ("selbst gewähltes Prisma").¹³

Kritik (5) „Die Kompensationsfähigkeit des visuellen Systems reicht völlig aus, um eine Heterophorie auszugleichen; somit sind Prismenbrillen überflüssig!“

Tatsächlich erfolgt in einigen Fällen ein beschwerdefreier Selbstausgleich der Heterophorie. Sofern aber Beschwerden bestehen, sollte eine Entlastung mittels prismatischer Korrektur erfolgen. Das permanente Kompensieren der Heterophorie erfordert nämlich Energie, die dem System an anderer Stelle fehlt, was zu asthenopischen Beschwerden führen kann.¹⁴

¹¹ Wissenschaftlicher Beirat der IVBV: "Freiburger Studie bestätigt MKH-Beobachtungen zu alter Fixationsdisparation", DOZ 3:35 (2001)

¹² H.J. Simonsz, L.J. Bour: "Covering one eye in fixation-disparity measurement causes slight movement of fellow eye", Documenta Ophthalmologica 78:141-152 (1991)

¹³ G. Kommerell, M. Kromeier, F. Scharff, M. Bach: "Asthenopia, associated phoria, and self-selected prism" Strabismus 23(2):51-65 (2015)

¹⁴ E. Friederichs: "Pestalozzi und die Vision vom Gehirn – Fortsetzung einer Geschichte?", DOZ 3:36-38 (2005)

1 Vorbemerkungen

Kritik (6) *„Nach MKH muss jede Heterophorie mittels Prismenbrille vollkorrigiert werden!“*

Auch dies ist unzutreffend. Die IVBS empfiehlt seit Jahrzehnten, prismatische Korrekturen nur bei entsprechenden Auffälligkeiten abzugeben. Dabei ist in jedem Einzelfall zu entscheiden, ob die Vollkorrektur oder eine gezielte Unterkorrektur sinnvoll ist (s. Kap. 1.4).

Kritik (7) *„Bei der MKH wird die binokulare Korrektur oft nur für die Ferne bestimmt, die Nähe wird häufig vernachlässigt!“*

Diese Behauptung wird leider immer wieder vorgetragen, auch in aktueller Literatur. Tatsächlich schreiben die offiziellen Regeln für die MKH seit Jahrzehnten auch die Anwendung der Nahteste vor.

Sollte also eine Heterophorie-Bestimmung an den Haaseschen Fernstesten durchgeführt werden, im Anschluss aber nicht an den entsprechenden Nahtesten fortgesetzt werden, so kann diese Vorgehensweise nicht als "MKH" bezeichnet werden.

Obwohl seitens der IVBS wiederholt darauf hingewiesen wurde – auch persönlich an die Adresse entsprechender Kritiker – wird die zitierte Falschaussage leider unverändert verbreitet.

2 Ausstattung

2.1 Untersuchungsraum

Im Untersuchungsraum sollen ausreichend helle Lichtverhältnisse herrschen. Ein einfacher Versuch lässt eine grobe Bewertung der Raumbeleuchtung zu:

Ein Testfeld mit Optotypen etwa zwei Minuten lang anblicken, dann auf eine neben dem Test befindliche helle Fläche schauen. Werden Nachbilder der Testfläche wahrgenommen, ist der Untersuchungsraum nicht hell genug ausgeleuchtet.

In der Norm wird für den Untersuchungsraum eine Beleuchtungsstärke von mindestens 600 Lux empfohlen.¹⁵ Zum Vergleich: Ein Büro-Arbeitsplatz soll mit mindestens 500 Lux ausgeleuchtet werden.¹⁶

Für konstante Lichtverhältnisse wird künstliche Beleuchtung empfohlen.

In der für den Klienten während der Messung wahrnehmbaren Umgebung des Testfeldes sollten sich keine Objekte befinden, welche die Aufmerksamkeit auf sich ziehen könnten. Leuchten sind so anzuordnen, dass sie keine störenden Reflexe auf der Testoberfläche erzeugen.

Die Beobachtung der Teste durch den Klienten kann direkt oder über einen oberflächenversilberten Spiegel erfolgen. Um Abbildungsfehler zu vermeiden, müssen Sehprüfgerät bzw. Spiegel so montiert sein, dass beim Blick auf die Testfeldmitte in allen Fällen senkrecht durch die Messgläser geblickt werden kann.

Um den Einfluss der Akkommodation gering zu halten, soll die Prüferentfernung mindestens 5, besser 6 Meter betragen.

¹⁵ DIN EN ISO 12665:2018-08 "Licht und Beleuchtung – Grundlegende Begriffe und Kriterien für die Festlegung von Anforderungen an die Beleuchtung"

¹⁶ E DIN EN 12464-1:2019-06 "Licht und Beleuchtung - Beleuchtung von Arbeitsstätten - Teil 1: Arbeitsstätten in Innenräumen"

2.2 Sehprüfgeräte

Ein wesentliches Charakteristikum der Heterophorie-Teste der MKH ist, dass von Test zu Test mehr bzw. stärkere Fusionsreize dargeboten werden, um die Messsituation im Verlauf der Messung sukzessive den natürlichen Sehbedingungen anzunähern.

In jahrzehntelanger Anwendung der klassischen Polatest-Sehprüfgeräte für Ferne und Nähe haben sich folgende Eigenschaften bewährt:

- Größe des Testfeldes:
Ca. $3,6^\circ$ Sehwinkel (entsprechend ca. 27 x 27 cm bei einer Prüfentfernung von 5 bis 6 m und ca. 2 x 2 cm bei einer Prüfentfernung von 40 cm).
Um bei allen Geräten einheitliche periphere Fusionsreize sicherzustellen, muss bei größeren Displays die Umgebung der Testfläche entsprechend ausgeblendet werden (Abb. 1). Dieses Umfeld muss neutral sein; Hintergrundbilder mit 3D-Motiven führen zu „*starker Verringerung des Nullstellungsprismas*“.¹⁷ Je nach eingestellter Prüfentfernung muss bei elektronischen Sehprüfgeräten automatisch eine Größenanpassung des Rahmens sowie aller Anteile der Testfiguren erfolgen.
- Helligkeit des Testfeldes:
Empfohlene Leuchtdichte gemäß Norm¹⁸: ca. 200 cd/m² (Hinweis: Dieser Wert gilt bei Verwendung der Analysatoren.)
- Kontrast der Testfiguren: ca. 0,9 (Weber-Kontrast)
- dunkle Zeichen in hellem Umfeld
- simultane Darbietung der Testanteile für beide Augen
- vollständige Auslöschung der dem jeweils anderen Auge zugeordneten Testanteile, so dass keine Restbilder (sog. "Geisterbilder") der für ein Auge ausgeblendeten Testanteile sichtbar sind

¹⁷ I. de Wal: "Auswirkungen von Kontrastvariationen des Rahmenfusionsreizes am MKH-Kreuztest", Masterarbeit Beuth Hochschule Berlin (2016)

¹⁸ DIN EN ISO 10938:2017-02 "Augenoptik - Anzeigetafeln für die Sehprüfung - Gedruckt, projiziert und elektronisch"

- gleiche Helligkeit für beide Augen
- gleichfarbige Testzeichen für beide Augen (keine Anaglyphentrennung)
- Möglichkeit zum schnellen Wechsel zwischen beiden Darbietungsarten zum Austausch der Seheindrücke des rechten und linken Auges (s. S. 39)

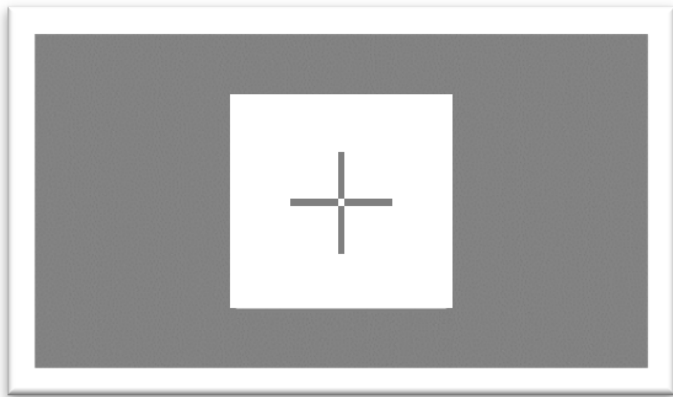


Abb. 1: Größenrichtige Darstellung des MKH-Testfeldes mit neutralem Umfeld auf einem großen Display

Die Durchführung der MKH erfordert Sehprüfgeräte für die Ferne und für die Nähe, jeweils mit folgenden Heterophorie-Testen:

- Kreuztest
- Zeigertest
- Doppelzeigertest
- Hakentest
- Stereo-Verzögerungstest
- Stereo-Dominanztest
- Stereo-Sehschärfetest

2.3 Messbrille vs. Phoropter

Zur Durchführung der MKH ist eine Messbrille mit Analysatoren zwingend erforderlich.

Sofern die Analysatoren nicht eingesetzt, sondern separat an der Messbrille montiert werden, müssen sie für die Anwendung in Ferne und Nähe ausreichend groß sein.

Außerdem ist es vorteilhaft, wenn beide Seiten der Messbrille separat höhenverstellbar sind.

Der Vorneigungswinkel der Messbrille soll so gewählt werden, dass die Fixierlinien beim Blick auf die Testfeldmitte im rechten Winkel auf die Messgläser treffen.

Phoropter

Ein Phoropter in üblicher, raumfester Ausführung ist zur Durchführung der MKH wegen folgender Nachteile ungeeignet:

- wechselnde Durchblickpunkte bei Kopfbewegungen
- unnatürliche Kopf- und Körperhaltung (insbesondere während der Nahprüfung)
- Anreiz zu psychischer Akkommodation
- keine Möglichkeit, den Klienten mit der ermittelten Korrektur umhergehen zu lassen
- nur Prismenkompensatoren vorhanden

Prismenkompensatoren

Manuell einzustellende Prismenkompensatoren sind für die MKH ungeeignet, weil sie keine ausreichend genaue Einstellung und Ablesung gestatten und die prismatische Wirkung nur kontinuierlich geändert werden kann.

Für die prismatische Feinbestimmung am Stereo-Dominanztest sind jedoch sehr kleine und stufenweise Prismenschritte erforderlich (s. S. 71).

Außerdem wäre mit Prismenkompensatoren in Fällen mit Horizontal- und Vertikalphorie eine symmetrische Aufteilung der prismatischen Wirkung nur mittels schräger Basislagen möglich, welche für die MKH nicht empfohlen werden (s. S. 38).

Positionen der Messgläser in der Messbrille

Da dem Brillenglashersteller in bestimmten Fällen die Position der Messgläser in der Messbrille angegeben werden muss, sind den Halterungen Nummern zugeordnet (Abb. 2).

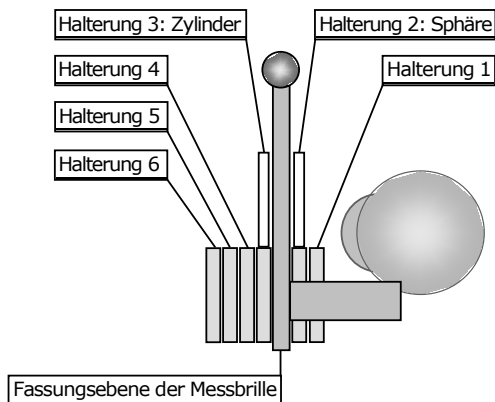


Abb. 2: Augenseitig beginnende Nummerierung der Halterungen für die Messgläser in der Messbrille sowie optimale Position für Sphäre und Zylinder

Abstufung der Messgläser

Für ein rationelles Vorgehen sind prismatische Messgläser in folgender Abstufung und Anzahl empfehlenswert:

- bis 2,0 cm/m in Abstufungen von 0,25 cm/m
- bis 5,0 cm/m in Abstufungen von 0,5 cm/m
- bis 10,0 cm/m in Abstufungen von 1,0 cm/m
- darüber beliebig

2 Ausstattung

Diese Messgläser sollen paarweise in mindestens zwei Basislagen relativ zur Position des Griffs vorhanden sein (Abb. 3). Ein wesentlicher Vorteil besteht darin, dass man jedes Messprisma unabhängig von der erforderlichen Basislage von oben außen in die Messbrille einsetzen kann.

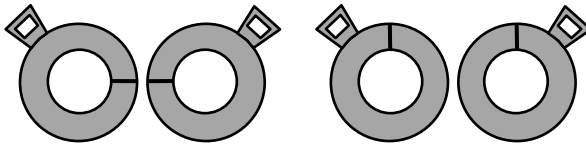


Abb. 3: Prismatische Messgläser mit verschiedenen Positionen des Griffs zur Basislage (mit Strich markiert)

Damit in der Messbrille eine möglichst geringe Anzahl von Messgläsern benötigt wird, sollten auch die übrigen Messgläser jeweils in Abstufungen von 0,25 dpt vorhanden sein:

- sphärische Messgläser bis 6 dpt
- zylindrische Messgläser bis 4 dpt

Alle Messgläser sollen hochwertig entspiegelt sein.

Ergänzend kann die Verwendung von prismatischen Abgleichleisten hilfreich sein.

Da sichergestellt sein muss, dass das zugedeckte Auge hinreichend vom Sehvorgang ausgeschlossen wird, ist eine durchscheinende Scheibe (Mattglas) nicht sinnvoll. Es soll vielmehr eine mattschwarze Zudeckscheibe verwendet und möglichst augennah eingesetzt werden.

3 Brillenglaszentrierung

Eine erfolgreiche prismatische Versorgung erfordert neben der vollständigen optometrischen Untersuchung die sorgfältige Umsetzung der Verordnung.

Bei der Übertragung der Werte aus der Messbrille in die Korrektionsbrille müssen vielfältige Details beachtet werden, um die Verträglichkeit der Korrektion zu gewährleisten.

Die IVBS empfiehlt, die bei der Messbrillen Anpassung vorgenommene Pupillennitten-Zentrierung (PMZ) während der gesamten Korrektionsbestimmung unverändert beizubehalten.

Dies erhöht die Genauigkeit und bedeutet gleichzeitig eine Vereinfachung für die Praxis, weil Änderungen der Zentrierung während der Heterophorie-Bestimmung entfallen (Ausnahmen s.u.).

Erläuterungen:

Am Kreuztest eingesetzte Messprismen ermöglichen dem heterophoren Augenpaar in Richtung seiner Ruhestellung abzuweichen. Dann wird nicht mehr durch die optischen Mittelpunkte der sphärischen und zylindrischen Messgläser geblickt, sodass eine prismatische Nebenwirkung entsteht.

Die prismatische Gesamtwirkung setzt sich dann zusammen aus dieser prismatischen Nebenwirkung und der Wirkung der eingesetzten Messprismen. Somit repräsentieren die eingesetzten Messprismen nicht die Größe der Heterophorie.

Damit der Glashersteller die prismatische Gesamtwirkung berechnen kann, ist bei der Gläserbestellung anzugeben, dass mit PMZ gearbeitet wurde.

Ab einer prismatischen Wirkung der Messgläser von ca. 12 cm/m ist es sinnvoll, weitere Parameter, z.B. Anordnung der Messgläser in der Messbrille bezüglich ihrer Position und der Lage der Prismenschräge (nach vorn oder hinten) anzugeben, da der Hersteller die Brillengläser dann genauer berechnen kann. Dazu ist es auch erforderlich, den HSA anzugeben (vormals "Sonderfall").

3 Brillenglaszentrierung

Ausnahmefall 1: Bei Verwendung von Messgläsern mit einem Glasdurchmesser von 21 mm kann ab einer prismatischen Gesamtwirkung von ca. 24 cm/m eine störende Gesichtsfeldeinschränkung (Vignettierung) auftreten. Dann muss der Mittenabstand entgegen der Basislage verändert werden, bis keine Vignettierung mehr besteht. Bei der Bestellung der Brillengläser werden dem Hersteller die zu Beginn und am Ende der Korrektionsbestimmung eingestellten horizontalen und vertikalen Zentrierwerte der Messbrille mitgeteilt.

Ausnahmefall 2: Aus anatomischen Gründen lässt sich PMZ nicht realisieren (z.B. breite Nase, kleine PD).

Abgesehen von diesen beiden Ausnahmefällen wird eine Veränderung der Messbrilleneinstellung während der Heterophorie-Bestimmung nicht empfohlen, weil die Umsetzung der sog. "Prismen-Faustformel" oft ungenau ist.¹⁹

Fehlende Standards

Bislang existieren seitens der Brillenglashersteller leider keine einheitlichen Standards zur Umsetzung prismatischer Korrekturen. Idealerweise sollten alle Hersteller einheitlich die PMZ als Standard zugrunde legen.

Sofern ein Glashersteller die Bestellwerte im Formelfall-Format verlangt ("nachgedreht" nach "Prismen-Faustformel"), können die dafür erforderlichen Werte mit einem einfachen Programm berechnet werden (Abb. 4). Dieses Programm steht IVBS-Mitgliedern auf der Internetseite der IVBS nach einem Login zur Verfügung.²⁰

¹⁹ S. Reiß: "Wie sinnvoll ist der "Formelfall der Brillenglaszentrierung"?", DOZ 7:82-90 (2020)

²⁰ <https://www.ivbs.org/login/>

Umrechnung PMZ-Prisma in Formelfall-Prisma



Wenn dem Anpasser prismatischer Brillen keine vertikal verstellbare Messbrille während der Augenprüfung zur Verfügung steht, und der Glasbesteller eine Bestellung nach Formelfall verlangt, ist das Programm eine gute Hilfe, um prismatische Nebenwirkungen, die im Rahmen einer binokularen Messung entstehen, wenn die Messbrillengläser nicht nachgeführt werden, zu berechnen und dadurch aus einem "PMZ-Fall" einen "Formel-Fall" machen zu können. Der Faustformel-Nachstellbetrag von 0,25 mm pro Prisma ist nur für einen ISA von 10-12 mm gültig. Das Programm rechnet jedoch mit dem tatsächlichen Messbrillen-ISA. Auch die dioptrischen Bestellwerte, sowie die notwendige Korrektur bei Abhängigkeit von der Pupillendistanz, werden in einem separaten Feld angegeben. Die Werte für die ISA-Anpassung sind für die Berechnung der dioptrischen Bestellwerte zu berücksichtigen. Die Werte für die ISA-Anpassung sind in der Gebrauchssituation festgelegt.

© Michaela Reinhard

Alle weiß unterlegten Felder müssen ausgefüllt werden! Bitte Minuszeichen und Prismen in Tabo-Grad-Angaben!

<table border="1"> <tr> <td>sch. Wert</td> <td>sch. Wert</td> <td>Achse</td> <td>U</td> </tr> <tr> <td>R: 0,00</td> <td>0,00</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>L: 0,00</td> <td>0,00</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> </table>	sch. Wert	sch. Wert	Achse	U	R: 0,00	0,00	0	0	L: 0,00	0,00	0	0	<table border="1"> <tr> <td>Prisma horizontal:</td> <td> <table border="1"> <tr> <td>0,00</td> <td>cm/min</td> <td>0</td> <td>°</td> </tr> <tr> <td>0,00</td> <td>cm/min</td> <td>180</td> <td>°</td> </tr> </table> </td> <td> <table border="1"> <tr> <td>Prisma vertikal:</td> <td> <table border="1"> <tr> <td>0,00</td> <td>cm/min</td> <td>90</td> <td>°</td> </tr> <tr> <td>0,00</td> <td>cm/min</td> <td>270</td> <td>°</td> </tr> </table> </td> </tr> </table> </td> <td> <table border="1"> <tr> <td>ISA Messbrille</td> <td> <table border="1"> <tr> <td>12,0</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>12,0</td> <td>mm</td> </tr> </table> </td> <td> <table border="1"> <tr> <td>ISA Johannes</td> <td> <table border="1"> <tr> <td>32,0</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>32,0</td> <td>mm</td> </tr> </table> </td> <td> Bitte eingang auf die Pupillendistanzen zentrieren! <table border="1"> <tr> <td>32,0</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>32,0</td> <td>mm</td> </tr> </table> </td> </tr> </table> </td> </tr> <tr> <td> Hier werden die monokular nach Victoria ermittelten Zentrierdaten für die Gebrauchssituation eingetragen, die linke Einzel-PD wird ergänzt, (um den genau ermittelten Messbrillen-Gesamtmittelpunkt zu erhalten): Gesamtprisma für die Gebrauchssituation: <table border="1"> <tr> <td>0,00</td> <td>cm/min</td> <td>0</td> <td>°</td> <td>R</td> </tr> <tr> <td>0,0000</td> <td>cm/min</td> <td>0</td> <td>°</td> <td>R</td> </tr> </table> ...und ⇒ <table border="1"> <tr> <td>0,0000</td> <td>cm/min</td> </tr> </table> </td> <td> <table border="1"> <tr> <td>p_R</td> <td> <table border="1"> <tr> <td>32,0</td> <td>mm</td> </tr> </table> </td> <td> <table border="1"> <tr> <td>h_R</td> <td> <table border="1"> <tr> <td>0,0</td> <td>mm</td> </tr> </table> </td> </tr> <tr> <td>p_L</td> <td> <table border="1"> <tr> <td>32,0</td> <td>mm</td> </tr> </table> </td> <td> <table border="1"> <tr> <td>h_L</td> <td> <table border="1"> <tr> <td>0,0</td> <td>mm</td> </tr> </table> </td> </tr> </table> </td> <td> ISA Gebrauchssituation <table border="1"> <tr> <td>0,0</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>0,0</td> <td>mm</td> </tr> </table> </td> </tr> </table> </td> </tr> <tr> <td> Dioptrische Bestellwerte: <table border="1"> <tr> <td>R:</td> <td>0,00</td> <td>0,00</td> <td>0</td> <td>°</td> <td>0,00</td> <td>cm/min</td> <td>0</td> <td>°</td> <td>90</td> <td>°</td> </tr> <tr> <td>L:</td> <td>0,00</td> <td>0,00</td> <td>0</td> <td>°</td> <td>0,00</td> <td>cm/min</td> <td>180</td> <td>°</td> <td>0,00</td> <td>cm/min</td> </tr> </table> </td> <td> Die horizontalen und vertikalen Zentrierdaten Werte sollten sinnvoll auf beide Gläser verteilt werden! ...inclusive aller vier Nachkommastellen in die beiden unteren weißen Felder eintragen, das Programm rundet den Bestellwert dann sinnvoll! Eine andere Verteilung ist natürlich auch möglich! (Nur die Werte für das rechte Glas eingeben, die linken werden automatisch ergänzt.) Aufteilung der prismatische Bestellwerte: <table border="1"> <tr> <td>R:</td> <td>0,00</td> <td>0,00</td> <td>0</td> <td>°</td> <td>0,00</td> <td>cm/min</td> <td>0</td> <td>°</td> <td>90</td> <td>°</td> </tr> <tr> <td>L:</td> <td>0,00</td> <td>0,00</td> <td>0</td> <td>°</td> <td>0,00</td> <td>cm/min</td> <td>180</td> <td>°</td> <td>0,00</td> <td>cm/min</td> </tr> </table> </td> </tr> <tr> <td> Bestellung mit resultierendem Prisma: <table border="1"> <tr> <td>R:</td> <td>0,00</td> <td>cm/min</td> <td>Basis</td> <td>0</td> <td>°</td> </tr> <tr> <td>L:</td> <td>0,00</td> <td>cm/min</td> <td>Basis</td> <td>180</td> <td>°</td> </tr> </table> </td> <td> ...wenn die horizontalen und vertikalen Komponenten durch Rundung auf Vierteldioptrien zu ungenau werden! p_{vert} <table border="1"> <tr> <td>R:</td> <td>32,0</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>L:</td> <td>32,0</td> <td>mm</td> </tr> </table> </td> </tr> </table> </td></tr></table></td></tr></table>	Prisma horizontal:	<table border="1"> <tr> <td>0,00</td> <td>cm/min</td> <td>0</td> <td>°</td> </tr> <tr> <td>0,00</td> <td>cm/min</td> <td>180</td> <td>°</td> </tr> </table>	0,00	cm/min	0	°	0,00	cm/min	180	°	<table border="1"> <tr> <td>Prisma vertikal:</td> <td> <table border="1"> <tr> <td>0,00</td> <td>cm/min</td> <td>90</td> <td>°</td> </tr> <tr> <td>0,00</td> <td>cm/min</td> <td>270</td> <td>°</td> </tr> </table> </td> </tr> </table>	Prisma vertikal:	<table border="1"> <tr> <td>0,00</td> <td>cm/min</td> <td>90</td> <td>°</td> </tr> <tr> <td>0,00</td> <td>cm/min</td> <td>270</td> <td>°</td> </tr> </table>	0,00	cm/min	90	°	0,00	cm/min	270	°	<table border="1"> <tr> <td>ISA Messbrille</td> <td> <table border="1"> <tr> <td>12,0</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>12,0</td> <td>mm</td> </tr> </table> </td> <td> <table border="1"> <tr> <td>ISA Johannes</td> <td> <table border="1"> <tr> <td>32,0</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>32,0</td> <td>mm</td> </tr> </table> </td> <td> Bitte eingang auf die Pupillendistanzen zentrieren! <table border="1"> <tr> <td>32,0</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>32,0</td> <td>mm</td> </tr> </table> </td> </tr> </table> </td> </tr> <tr> <td> Hier werden die monokular nach Victoria ermittelten Zentrierdaten für die Gebrauchssituation eingetragen, die linke Einzel-PD wird ergänzt, (um den genau ermittelten Messbrillen-Gesamtmittelpunkt zu erhalten): Gesamtprisma für die Gebrauchssituation: <table border="1"> <tr> <td>0,00</td> <td>cm/min</td> <td>0</td> <td>°</td> <td>R</td> </tr> <tr> <td>0,0000</td> <td>cm/min</td> <td>0</td> <td>°</td> <td>R</td> </tr> </table> ...und ⇒ <table border="1"> <tr> <td>0,0000</td> <td>cm/min</td> </tr> </table> </td> <td> <table border="1"> <tr> <td>p_R</td> <td> <table border="1"> <tr> <td>32,0</td> <td>mm</td> </tr> </table> </td> <td> <table border="1"> <tr> <td>h_R</td> <td> <table border="1"> <tr> <td>0,0</td> <td>mm</td> </tr> </table> </td> </tr> <tr> <td>p_L</td> <td> <table border="1"> <tr> <td>32,0</td> <td>mm</td> </tr> </table> </td> <td> <table border="1"> <tr> <td>h_L</td> <td> <table border="1"> <tr> <td>0,0</td> <td>mm</td> </tr> </table> </td> </tr> </table> </td> <td> ISA Gebrauchssituation <table border="1"> <tr> <td>0,0</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>0,0</td> <td>mm</td> </tr> </table> </td> </tr> </table> </td> </tr> <tr> <td> Dioptrische Bestellwerte: <table border="1"> <tr> <td>R:</td> <td>0,00</td> <td>0,00</td> <td>0</td> <td>°</td> <td>0,00</td> <td>cm/min</td> <td>0</td> <td>°</td> <td>90</td> <td>°</td> </tr> <tr> <td>L:</td> <td>0,00</td> <td>0,00</td> <td>0</td> <td>°</td> <td>0,00</td> <td>cm/min</td> <td>180</td> <td>°</td> <td>0,00</td> <td>cm/min</td> </tr> </table> </td> <td> Die horizontalen und vertikalen Zentrierdaten Werte sollten sinnvoll auf beide Gläser verteilt werden! ...inclusive aller vier Nachkommastellen in die beiden unteren weißen Felder eintragen, das Programm rundet den Bestellwert dann sinnvoll! Eine andere Verteilung ist natürlich auch möglich! (Nur die Werte für das rechte Glas eingeben, die linken werden automatisch ergänzt.) Aufteilung der prismatische Bestellwerte: <table border="1"> <tr> <td>R:</td> <td>0,00</td> <td>0,00</td> <td>0</td> <td>°</td> <td>0,00</td> <td>cm/min</td> <td>0</td> <td>°</td> <td>90</td> <td>°</td> </tr> <tr> <td>L:</td> <td>0,00</td> <td>0,00</td> <td>0</td> <td>°</td> <td>0,00</td> <td>cm/min</td> <td>180</td> <td>°</td> <td>0,00</td> <td>cm/min</td> </tr> </table> </td> </tr> <tr> <td> Bestellung mit resultierendem Prisma: <table border="1"> <tr> <td>R:</td> <td>0,00</td> <td>cm/min</td> <td>Basis</td> <td>0</td> <td>°</td> </tr> <tr> <td>L:</td> <td>0,00</td> <td>cm/min</td> <td>Basis</td> <td>180</td> <td>°</td> </tr> </table> </td> <td> ...wenn die horizontalen und vertikalen Komponenten durch Rundung auf Vierteldioptrien zu ungenau werden! p_{vert} <table border="1"> <tr> <td>R:</td> <td>32,0</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>L:</td> <td>32,0</td> <td>mm</td> </tr> </table> </td> </tr> </table> </td></tr></table>	ISA Messbrille	<table border="1"> <tr> <td>12,0</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>12,0</td> <td>mm</td> </tr> </table>	12,0	mm	12,0	mm	<table border="1"> <tr> <td>ISA Johannes</td> <td> <table border="1"> <tr> <td>32,0</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>32,0</td> <td>mm</td> </tr> </table> </td> <td> Bitte eingang auf die Pupillendistanzen zentrieren! <table border="1"> <tr> <td>32,0</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>32,0</td> <td>mm</td> </tr> </table> </td> </tr> </table>	ISA Johannes	<table border="1"> <tr> <td>32,0</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>32,0</td> <td>mm</td> </tr> </table>	32,0	mm	32,0	mm	Bitte eingang auf die Pupillendistanzen zentrieren! <table border="1"> <tr> <td>32,0</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>32,0</td> <td>mm</td> </tr> </table>	32,0	mm	32,0	mm	Hier werden die monokular nach Victoria ermittelten Zentrierdaten für die Gebrauchssituation eingetragen, die linke Einzel-PD wird ergänzt, (um den genau ermittelten Messbrillen-Gesamtmittelpunkt zu erhalten): Gesamtprisma für die Gebrauchssituation: <table border="1"> <tr> <td>0,00</td> <td>cm/min</td> <td>0</td> <td>°</td> <td>R</td> </tr> <tr> <td>0,0000</td> <td>cm/min</td> <td>0</td> <td>°</td> <td>R</td> </tr> </table> ...und ⇒ <table border="1"> <tr> <td>0,0000</td> <td>cm/min</td> </tr> </table>	0,00	cm/min	0	°	R	0,0000	cm/min	0	°	R	0,0000	cm/min	<table border="1"> <tr> <td>p_R</td> <td> <table border="1"> <tr> <td>32,0</td> <td>mm</td> </tr> </table> </td> <td> <table border="1"> <tr> <td>h_R</td> <td> <table border="1"> <tr> <td>0,0</td> <td>mm</td> </tr> </table> </td> </tr> <tr> <td>p_L</td> <td> <table border="1"> <tr> <td>32,0</td> <td>mm</td> </tr> </table> </td> <td> <table border="1"> <tr> <td>h_L</td> <td> <table border="1"> <tr> <td>0,0</td> <td>mm</td> </tr> </table> </td> </tr> </table> </td> <td> ISA Gebrauchssituation <table border="1"> <tr> <td>0,0</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>0,0</td> <td>mm</td> </tr> </table> </td> </tr> </table> </td> </tr> <tr> <td> Dioptrische Bestellwerte: <table border="1"> <tr> <td>R:</td> <td>0,00</td> <td>0,00</td> <td>0</td> <td>°</td> <td>0,00</td> <td>cm/min</td> <td>0</td> <td>°</td> <td>90</td> <td>°</td> </tr> <tr> <td>L:</td> <td>0,00</td> <td>0,00</td> <td>0</td> <td>°</td> <td>0,00</td> <td>cm/min</td> <td>180</td> <td>°</td> <td>0,00</td> <td>cm/min</td> </tr> </table> </td> <td> Die horizontalen und vertikalen Zentrierdaten Werte sollten sinnvoll auf beide Gläser verteilt werden! ...inclusive aller vier Nachkommastellen in die beiden unteren weißen Felder eintragen, das Programm rundet den Bestellwert dann sinnvoll! Eine andere Verteilung ist natürlich auch möglich! (Nur die Werte für das rechte Glas eingeben, die linken werden automatisch ergänzt.) Aufteilung der prismatische Bestellwerte: <table border="1"> <tr> <td>R:</td> <td>0,00</td> <td>0,00</td> <td>0</td> <td>°</td> <td>0,00</td> <td>cm/min</td> <td>0</td> <td>°</td> <td>90</td> <td>°</td> </tr> <tr> <td>L:</td> <td>0,00</td> <td>0,00</td> <td>0</td> <td>°</td> <td>0,00</td> <td>cm/min</td> <td>180</td> <td>°</td> <td>0,00</td> <td>cm/min</td> </tr> </table> </td> </tr> <tr> <td> Bestellung mit resultierendem Prisma: <table border="1"> <tr> <td>R:</td> <td>0,00</td> <td>cm/min</td> <td>Basis</td> <td>0</td> <td>°</td> </tr> <tr> <td>L:</td> <td>0,00</td> <td>cm/min</td> <td>Basis</td> <td>180</td> <td>°</td> </tr> </table> </td> <td> ...wenn die horizontalen und vertikalen Komponenten durch Rundung auf Vierteldioptrien zu ungenau werden! p_{vert} <table border="1"> <tr> <td>R:</td> <td>32,0</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>L:</td> <td>32,0</td> <td>mm</td> </tr> </table> </td> </tr> </table>	p_R	<table border="1"> <tr> <td>32,0</td> <td>mm</td> </tr> </table>	32,0	mm	<table border="1"> <tr> <td>h_R</td> <td> <table border="1"> <tr> <td>0,0</td> <td>mm</td> </tr> </table> </td> </tr> <tr> <td>p_L</td> <td> <table border="1"> <tr> <td>32,0</td> <td>mm</td> </tr> </table> </td> <td> <table border="1"> <tr> <td>h_L</td> <td> <table border="1"> <tr> <td>0,0</td> <td>mm</td> </tr> </table> </td> </tr> </table> </td> <td> ISA Gebrauchssituation <table border="1"> <tr> <td>0,0</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>0,0</td> <td>mm</td> </tr> </table> </td> </tr> </table>	h_R	<table border="1"> <tr> <td>0,0</td> <td>mm</td> </tr> </table>	0,0	mm	p_L	<table border="1"> <tr> <td>32,0</td> <td>mm</td> </tr> </table>	32,0	mm	<table border="1"> <tr> <td>h_L</td> <td> <table border="1"> <tr> <td>0,0</td> <td>mm</td> </tr> </table> </td> </tr> </table>	h_L	<table border="1"> <tr> <td>0,0</td> <td>mm</td> </tr> </table>	0,0	mm	ISA Gebrauchssituation <table border="1"> <tr> <td>0,0</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>0,0</td> <td>mm</td> </tr> </table>	0,0	mm	0,0	mm	Dioptrische Bestellwerte: <table border="1"> <tr> <td>R:</td> <td>0,00</td> <td>0,00</td> <td>0</td> <td>°</td> <td>0,00</td> <td>cm/min</td> <td>0</td> <td>°</td> <td>90</td> <td>°</td> </tr> <tr> <td>L:</td> <td>0,00</td> <td>0,00</td> <td>0</td> <td>°</td> <td>0,00</td> <td>cm/min</td> <td>180</td> <td>°</td> <td>0,00</td> <td>cm/min</td> </tr> </table>	R:	0,00	0,00	0	°	0,00	cm/min	0	°	90	°	L:	0,00	0,00	0	°	0,00	cm/min	180	°	0,00	cm/min	Die horizontalen und vertikalen Zentrierdaten Werte sollten sinnvoll auf beide Gläser verteilt werden! ...inclusive aller vier Nachkommastellen in die beiden unteren weißen Felder eintragen, das Programm rundet den Bestellwert dann sinnvoll! Eine andere Verteilung ist natürlich auch möglich! (Nur die Werte für das rechte Glas eingeben, die linken werden automatisch ergänzt.) Aufteilung der prismatische Bestellwerte: <table border="1"> <tr> <td>R:</td> <td>0,00</td> <td>0,00</td> <td>0</td> <td>°</td> <td>0,00</td> <td>cm/min</td> <td>0</td> <td>°</td> <td>90</td> <td>°</td> </tr> <tr> <td>L:</td> <td>0,00</td> <td>0,00</td> <td>0</td> <td>°</td> <td>0,00</td> <td>cm/min</td> <td>180</td> <td>°</td> <td>0,00</td> <td>cm/min</td> </tr> </table>	R:	0,00	0,00	0	°	0,00	cm/min	0	°	90	°	L:	0,00	0,00	0	°	0,00	cm/min	180	°	0,00	cm/min	Bestellung mit resultierendem Prisma: <table border="1"> <tr> <td>R:</td> <td>0,00</td> <td>cm/min</td> <td>Basis</td> <td>0</td> <td>°</td> </tr> <tr> <td>L:</td> <td>0,00</td> <td>cm/min</td> <td>Basis</td> <td>180</td> <td>°</td> </tr> </table>	R:	0,00	cm/min	Basis	0	°	L:	0,00	cm/min	Basis	180	°	...wenn die horizontalen und vertikalen Komponenten durch Rundung auf Vierteldioptrien zu ungenau werden! p_{vert} <table border="1"> <tr> <td>R:</td> <td>32,0</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>L:</td> <td>32,0</td> <td>mm</td> </tr> </table>	R:	32,0	mm	L:	32,0	mm
sch. Wert	sch. Wert	Achse	U																																																																																																																																																									
R: 0,00	0,00	0	0																																																																																																																																																									
L: 0,00	0,00	0	0																																																																																																																																																									
Prisma horizontal:	<table border="1"> <tr> <td>0,00</td> <td>cm/min</td> <td>0</td> <td>°</td> </tr> <tr> <td>0,00</td> <td>cm/min</td> <td>180</td> <td>°</td> </tr> </table>	0,00	cm/min	0	°	0,00	cm/min	180	°	<table border="1"> <tr> <td>Prisma vertikal:</td> <td> <table border="1"> <tr> <td>0,00</td> <td>cm/min</td> <td>90</td> <td>°</td> </tr> <tr> <td>0,00</td> <td>cm/min</td> <td>270</td> <td>°</td> </tr> </table> </td> </tr> </table>	Prisma vertikal:	<table border="1"> <tr> <td>0,00</td> <td>cm/min</td> <td>90</td> <td>°</td> </tr> <tr> <td>0,00</td> <td>cm/min</td> <td>270</td> <td>°</td> </tr> </table>	0,00	cm/min	90	°	0,00	cm/min	270	°	<table border="1"> <tr> <td>ISA Messbrille</td> <td> <table border="1"> <tr> <td>12,0</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>12,0</td> <td>mm</td> </tr> </table> </td> <td> <table border="1"> <tr> <td>ISA Johannes</td> <td> <table border="1"> <tr> <td>32,0</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>32,0</td> <td>mm</td> </tr> </table> </td> <td> Bitte eingang auf die Pupillendistanzen zentrieren! <table border="1"> <tr> <td>32,0</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>32,0</td> <td>mm</td> </tr> </table> </td> </tr> </table> </td> </tr> <tr> <td> Hier werden die monokular nach Victoria ermittelten Zentrierdaten für die Gebrauchssituation eingetragen, die linke Einzel-PD wird ergänzt, (um den genau ermittelten Messbrillen-Gesamtmittelpunkt zu erhalten): Gesamtprisma für die Gebrauchssituation: <table border="1"> <tr> <td>0,00</td> <td>cm/min</td> <td>0</td> <td>°</td> <td>R</td> </tr> <tr> <td>0,0000</td> <td>cm/min</td> <td>0</td> <td>°</td> <td>R</td> </tr> </table> ...und ⇒ <table border="1"> <tr> <td>0,0000</td> <td>cm/min</td> </tr> </table> </td> <td> <table border="1"> <tr> <td>p_R</td> <td> <table border="1"> <tr> <td>32,0</td> <td>mm</td> </tr> </table> </td> <td> <table border="1"> <tr> <td>h_R</td> <td> <table border="1"> <tr> <td>0,0</td> <td>mm</td> </tr> </table> </td> </tr> <tr> <td>p_L</td> <td> <table border="1"> <tr> <td>32,0</td> <td>mm</td> </tr> </table> </td> <td> <table border="1"> <tr> <td>h_L</td> <td> <table border="1"> <tr> <td>0,0</td> <td>mm</td> </tr> </table> </td> </tr> </table> </td> <td> ISA Gebrauchssituation <table border="1"> <tr> <td>0,0</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>0,0</td> <td>mm</td> </tr> </table> </td> </tr> </table> </td> </tr> <tr> <td> Dioptrische Bestellwerte: <table border="1"> <tr> <td>R:</td> <td>0,00</td> <td>0,00</td> <td>0</td> <td>°</td> <td>0,00</td> <td>cm/min</td> <td>0</td> <td>°</td> <td>90</td> <td>°</td> </tr> <tr> <td>L:</td> <td>0,00</td> <td>0,00</td> <td>0</td> <td>°</td> <td>0,00</td> <td>cm/min</td> <td>180</td> <td>°</td> <td>0,00</td> <td>cm/min</td> </tr> </table> </td> <td> Die horizontalen und vertikalen Zentrierdaten Werte sollten sinnvoll auf beide Gläser verteilt werden! ...inclusive aller vier Nachkommastellen in die beiden unteren weißen Felder eintragen, das Programm rundet den Bestellwert dann sinnvoll! Eine andere Verteilung ist natürlich auch möglich! (Nur die Werte für das rechte Glas eingeben, die linken werden automatisch ergänzt.) Aufteilung der prismatische Bestellwerte: <table border="1"> <tr> <td>R:</td> <td>0,00</td> <td>0,00</td> <td>0</td> <td>°</td> <td>0,00</td> <td>cm/min</td> <td>0</td> <td>°</td> <td>90</td> <td>°</td> </tr> <tr> <td>L:</td> <td>0,00</td> <td>0,00</td> <td>0</td> <td>°</td> <td>0,00</td> <td>cm/min</td> <td>180</td> <td>°</td> <td>0,00</td> <td>cm/min</td> </tr> </table> </td> </tr> <tr> <td> Bestellung mit resultierendem Prisma: <table border="1"> <tr> <td>R:</td> <td>0,00</td> <td>cm/min</td> <td>Basis</td> <td>0</td> <td>°</td> </tr> <tr> <td>L:</td> <td>0,00</td> <td>cm/min</td> <td>Basis</td> <td>180</td> <td>°</td> </tr> </table> </td> <td> ...wenn die horizontalen und vertikalen Komponenten durch Rundung auf Vierteldioptrien zu ungenau werden! p_{vert} <table border="1"> <tr> <td>R:</td> <td>32,0</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>L:</td> <td>32,0</td> <td>mm</td> </tr> </table> </td> </tr> </table> </td></tr></table>	ISA Messbrille	<table border="1"> <tr> <td>12,0</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>12,0</td> <td>mm</td> </tr> </table>	12,0	mm	12,0	mm	<table border="1"> <tr> <td>ISA Johannes</td> <td> <table border="1"> <tr> <td>32,0</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>32,0</td> <td>mm</td> </tr> </table> </td> <td> Bitte eingang auf die Pupillendistanzen zentrieren! <table border="1"> <tr> <td>32,0</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>32,0</td> <td>mm</td> </tr> </table> </td> </tr> </table>	ISA Johannes	<table border="1"> <tr> <td>32,0</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>32,0</td> <td>mm</td> </tr> </table>	32,0	mm	32,0	mm	Bitte eingang auf die Pupillendistanzen zentrieren! <table border="1"> <tr> <td>32,0</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>32,0</td> <td>mm</td> </tr> </table>	32,0	mm	32,0	mm	Hier werden die monokular nach Victoria ermittelten Zentrierdaten für die Gebrauchssituation eingetragen, die linke Einzel-PD wird ergänzt, (um den genau ermittelten Messbrillen-Gesamtmittelpunkt zu erhalten): Gesamtprisma für die Gebrauchssituation: <table border="1"> <tr> <td>0,00</td> <td>cm/min</td> <td>0</td> <td>°</td> <td>R</td> </tr> <tr> <td>0,0000</td> <td>cm/min</td> <td>0</td> <td>°</td> <td>R</td> </tr> </table> ...und ⇒ <table border="1"> <tr> <td>0,0000</td> <td>cm/min</td> </tr> </table>	0,00	cm/min	0	°	R	0,0000	cm/min	0	°	R	0,0000	cm/min	<table border="1"> <tr> <td>p_R</td> <td> <table border="1"> <tr> <td>32,0</td> <td>mm</td> </tr> </table> </td> <td> <table border="1"> <tr> <td>h_R</td> <td> <table border="1"> <tr> <td>0,0</td> <td>mm</td> </tr> </table> </td> </tr> <tr> <td>p_L</td> <td> <table border="1"> <tr> <td>32,0</td> <td>mm</td> </tr> </table> </td> <td> <table border="1"> <tr> <td>h_L</td> <td> <table border="1"> <tr> <td>0,0</td> <td>mm</td> </tr> </table> </td> </tr> </table> </td> <td> ISA Gebrauchssituation <table border="1"> <tr> <td>0,0</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>0,0</td> <td>mm</td> </tr> </table> </td> </tr> </table> </td> </tr> <tr> <td> Dioptrische Bestellwerte: <table border="1"> <tr> <td>R:</td> <td>0,00</td> <td>0,00</td> <td>0</td> <td>°</td> <td>0,00</td> <td>cm/min</td> <td>0</td> <td>°</td> <td>90</td> <td>°</td> </tr> <tr> <td>L:</td> <td>0,00</td> <td>0,00</td> <td>0</td> <td>°</td> <td>0,00</td> <td>cm/min</td> <td>180</td> <td>°</td> <td>0,00</td> <td>cm/min</td> </tr> </table> </td> <td> Die horizontalen und vertikalen Zentrierdaten Werte sollten sinnvoll auf beide Gläser verteilt werden! ...inclusive aller vier Nachkommastellen in die beiden unteren weißen Felder eintragen, das Programm rundet den Bestellwert dann sinnvoll! Eine andere Verteilung ist natürlich auch möglich! (Nur die Werte für das rechte Glas eingeben, die linken werden automatisch ergänzt.) Aufteilung der prismatische Bestellwerte: <table border="1"> <tr> <td>R:</td> <td>0,00</td> <td>0,00</td> <td>0</td> <td>°</td> <td>0,00</td> <td>cm/min</td> <td>0</td> <td>°</td> <td>90</td> <td>°</td> </tr> <tr> <td>L:</td> <td>0,00</td> <td>0,00</td> <td>0</td> <td>°</td> <td>0,00</td> <td>cm/min</td> <td>180</td> <td>°</td> <td>0,00</td> <td>cm/min</td> </tr> </table> </td> </tr> <tr> <td> Bestellung mit resultierendem Prisma: <table border="1"> <tr> <td>R:</td> <td>0,00</td> <td>cm/min</td> <td>Basis</td> <td>0</td> <td>°</td> </tr> <tr> <td>L:</td> <td>0,00</td> <td>cm/min</td> <td>Basis</td> <td>180</td> <td>°</td> </tr> </table> </td> <td> ...wenn die horizontalen und vertikalen Komponenten durch Rundung auf Vierteldioptrien zu ungenau werden! p_{vert} <table border="1"> <tr> <td>R:</td> <td>32,0</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>L:</td> <td>32,0</td> <td>mm</td> </tr> </table> </td> </tr> </table>	p_R	<table border="1"> <tr> <td>32,0</td> <td>mm</td> </tr> </table>	32,0	mm	<table border="1"> <tr> <td>h_R</td> <td> <table border="1"> <tr> <td>0,0</td> <td>mm</td> </tr> </table> </td> </tr> <tr> <td>p_L</td> <td> <table border="1"> <tr> <td>32,0</td> <td>mm</td> </tr> </table> </td> <td> <table border="1"> <tr> <td>h_L</td> <td> <table border="1"> <tr> <td>0,0</td> <td>mm</td> </tr> </table> </td> </tr> </table> </td> <td> ISA Gebrauchssituation <table border="1"> <tr> <td>0,0</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>0,0</td> <td>mm</td> </tr> </table> </td> </tr> </table>	h_R	<table border="1"> <tr> <td>0,0</td> <td>mm</td> </tr> </table>	0,0	mm	p_L	<table border="1"> <tr> <td>32,0</td> <td>mm</td> </tr> </table>	32,0	mm	<table border="1"> <tr> <td>h_L</td> <td> <table border="1"> <tr> <td>0,0</td> <td>mm</td> </tr> </table> </td> </tr> </table>	h_L	<table border="1"> <tr> <td>0,0</td> <td>mm</td> </tr> </table>	0,0	mm	ISA Gebrauchssituation <table border="1"> <tr> <td>0,0</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>0,0</td> <td>mm</td> </tr> </table>	0,0	mm	0,0	mm	Dioptrische Bestellwerte: <table border="1"> <tr> <td>R:</td> <td>0,00</td> <td>0,00</td> <td>0</td> <td>°</td> <td>0,00</td> <td>cm/min</td> <td>0</td> <td>°</td> <td>90</td> <td>°</td> </tr> <tr> <td>L:</td> <td>0,00</td> <td>0,00</td> <td>0</td> <td>°</td> <td>0,00</td> <td>cm/min</td> <td>180</td> <td>°</td> <td>0,00</td> <td>cm/min</td> </tr> </table>	R:	0,00	0,00	0	°	0,00	cm/min	0	°	90	°	L:	0,00	0,00	0	°	0,00	cm/min	180	°	0,00	cm/min	Die horizontalen und vertikalen Zentrierdaten Werte sollten sinnvoll auf beide Gläser verteilt werden! ...inclusive aller vier Nachkommastellen in die beiden unteren weißen Felder eintragen, das Programm rundet den Bestellwert dann sinnvoll! Eine andere Verteilung ist natürlich auch möglich! (Nur die Werte für das rechte Glas eingeben, die linken werden automatisch ergänzt.) Aufteilung der prismatische Bestellwerte: <table border="1"> <tr> <td>R:</td> <td>0,00</td> <td>0,00</td> <td>0</td> <td>°</td> <td>0,00</td> <td>cm/min</td> <td>0</td> <td>°</td> <td>90</td> <td>°</td> </tr> <tr> <td>L:</td> <td>0,00</td> <td>0,00</td> <td>0</td> <td>°</td> <td>0,00</td> <td>cm/min</td> <td>180</td> <td>°</td> <td>0,00</td> <td>cm/min</td> </tr> </table>	R:	0,00	0,00	0	°	0,00	cm/min	0	°	90	°	L:	0,00	0,00	0	°	0,00	cm/min	180	°	0,00	cm/min	Bestellung mit resultierendem Prisma: <table border="1"> <tr> <td>R:</td> <td>0,00</td> <td>cm/min</td> <td>Basis</td> <td>0</td> <td>°</td> </tr> <tr> <td>L:</td> <td>0,00</td> <td>cm/min</td> <td>Basis</td> <td>180</td> <td>°</td> </tr> </table>	R:	0,00	cm/min	Basis	0	°	L:	0,00	cm/min	Basis	180	°	...wenn die horizontalen und vertikalen Komponenten durch Rundung auf Vierteldioptrien zu ungenau werden! p_{vert} <table border="1"> <tr> <td>R:</td> <td>32,0</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>L:</td> <td>32,0</td> <td>mm</td> </tr> </table>	R:	32,0	mm	L:	32,0	mm														
0,00	cm/min	0	°																																																																																																																																																									
0,00	cm/min	180	°																																																																																																																																																									
Prisma vertikal:	<table border="1"> <tr> <td>0,00</td> <td>cm/min</td> <td>90</td> <td>°</td> </tr> <tr> <td>0,00</td> <td>cm/min</td> <td>270</td> <td>°</td> </tr> </table>	0,00	cm/min	90	°	0,00	cm/min	270	°																																																																																																																																																			
0,00	cm/min	90	°																																																																																																																																																									
0,00	cm/min	270	°																																																																																																																																																									
ISA Messbrille	<table border="1"> <tr> <td>12,0</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>12,0</td> <td>mm</td> </tr> </table>	12,0	mm	12,0	mm	<table border="1"> <tr> <td>ISA Johannes</td> <td> <table border="1"> <tr> <td>32,0</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>32,0</td> <td>mm</td> </tr> </table> </td> <td> Bitte eingang auf die Pupillendistanzen zentrieren! <table border="1"> <tr> <td>32,0</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>32,0</td> <td>mm</td> </tr> </table> </td> </tr> </table>	ISA Johannes	<table border="1"> <tr> <td>32,0</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>32,0</td> <td>mm</td> </tr> </table>	32,0	mm	32,0	mm	Bitte eingang auf die Pupillendistanzen zentrieren! <table border="1"> <tr> <td>32,0</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>32,0</td> <td>mm</td> </tr> </table>	32,0	mm	32,0	mm																																																																																																																																											
12,0	mm																																																																																																																																																											
12,0	mm																																																																																																																																																											
ISA Johannes	<table border="1"> <tr> <td>32,0</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>32,0</td> <td>mm</td> </tr> </table>	32,0	mm	32,0	mm	Bitte eingang auf die Pupillendistanzen zentrieren! <table border="1"> <tr> <td>32,0</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>32,0</td> <td>mm</td> </tr> </table>	32,0	mm	32,0	mm																																																																																																																																																		
32,0	mm																																																																																																																																																											
32,0	mm																																																																																																																																																											
32,0	mm																																																																																																																																																											
32,0	mm																																																																																																																																																											
Hier werden die monokular nach Victoria ermittelten Zentrierdaten für die Gebrauchssituation eingetragen, die linke Einzel-PD wird ergänzt, (um den genau ermittelten Messbrillen-Gesamtmittelpunkt zu erhalten): Gesamtprisma für die Gebrauchssituation: <table border="1"> <tr> <td>0,00</td> <td>cm/min</td> <td>0</td> <td>°</td> <td>R</td> </tr> <tr> <td>0,0000</td> <td>cm/min</td> <td>0</td> <td>°</td> <td>R</td> </tr> </table> ...und ⇒ <table border="1"> <tr> <td>0,0000</td> <td>cm/min</td> </tr> </table>	0,00	cm/min	0	°	R	0,0000	cm/min	0	°	R	0,0000	cm/min	<table border="1"> <tr> <td>p_R</td> <td> <table border="1"> <tr> <td>32,0</td> <td>mm</td> </tr> </table> </td> <td> <table border="1"> <tr> <td>h_R</td> <td> <table border="1"> <tr> <td>0,0</td> <td>mm</td> </tr> </table> </td> </tr> <tr> <td>p_L</td> <td> <table border="1"> <tr> <td>32,0</td> <td>mm</td> </tr> </table> </td> <td> <table border="1"> <tr> <td>h_L</td> <td> <table border="1"> <tr> <td>0,0</td> <td>mm</td> </tr> </table> </td> </tr> </table> </td> <td> ISA Gebrauchssituation <table border="1"> <tr> <td>0,0</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>0,0</td> <td>mm</td> </tr> </table> </td> </tr> </table> </td> </tr> <tr> <td> Dioptrische Bestellwerte: <table border="1"> <tr> <td>R:</td> <td>0,00</td> <td>0,00</td> <td>0</td> <td>°</td> <td>0,00</td> <td>cm/min</td> <td>0</td> <td>°</td> <td>90</td> <td>°</td> </tr> <tr> <td>L:</td> <td>0,00</td> <td>0,00</td> <td>0</td> <td>°</td> <td>0,00</td> <td>cm/min</td> <td>180</td> <td>°</td> <td>0,00</td> <td>cm/min</td> </tr> </table> </td> <td> Die horizontalen und vertikalen Zentrierdaten Werte sollten sinnvoll auf beide Gläser verteilt werden! ...inclusive aller vier Nachkommastellen in die beiden unteren weißen Felder eintragen, das Programm rundet den Bestellwert dann sinnvoll! Eine andere Verteilung ist natürlich auch möglich! (Nur die Werte für das rechte Glas eingeben, die linken werden automatisch ergänzt.) Aufteilung der prismatische Bestellwerte: <table border="1"> <tr> <td>R:</td> <td>0,00</td> <td>0,00</td> <td>0</td> <td>°</td> <td>0,00</td> <td>cm/min</td> <td>0</td> <td>°</td> <td>90</td> <td>°</td> </tr> <tr> <td>L:</td> <td>0,00</td> <td>0,00</td> <td>0</td> <td>°</td> <td>0,00</td> <td>cm/min</td> <td>180</td> <td>°</td> <td>0,00</td> <td>cm/min</td> </tr> </table> </td> </tr> <tr> <td> Bestellung mit resultierendem Prisma: <table border="1"> <tr> <td>R:</td> <td>0,00</td> <td>cm/min</td> <td>Basis</td> <td>0</td> <td>°</td> </tr> <tr> <td>L:</td> <td>0,00</td> <td>cm/min</td> <td>Basis</td> <td>180</td> <td>°</td> </tr> </table> </td> <td> ...wenn die horizontalen und vertikalen Komponenten durch Rundung auf Vierteldioptrien zu ungenau werden! p_{vert} <table border="1"> <tr> <td>R:</td> <td>32,0</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>L:</td> <td>32,0</td> <td>mm</td> </tr> </table> </td> </tr> </table>	p_R	<table border="1"> <tr> <td>32,0</td> <td>mm</td> </tr> </table>	32,0	mm	<table border="1"> <tr> <td>h_R</td> <td> <table border="1"> <tr> <td>0,0</td> <td>mm</td> </tr> </table> </td> </tr> <tr> <td>p_L</td> <td> <table border="1"> <tr> <td>32,0</td> <td>mm</td> </tr> </table> </td> <td> <table border="1"> <tr> <td>h_L</td> <td> <table border="1"> <tr> <td>0,0</td> <td>mm</td> </tr> </table> </td> </tr> </table> </td> <td> ISA Gebrauchssituation <table border="1"> <tr> <td>0,0</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>0,0</td> <td>mm</td> </tr> </table> </td> </tr> </table>	h_R	<table border="1"> <tr> <td>0,0</td> <td>mm</td> </tr> </table>	0,0	mm	p_L	<table border="1"> <tr> <td>32,0</td> <td>mm</td> </tr> </table>	32,0	mm	<table border="1"> <tr> <td>h_L</td> <td> <table border="1"> <tr> <td>0,0</td> <td>mm</td> </tr> </table> </td> </tr> </table>	h_L	<table border="1"> <tr> <td>0,0</td> <td>mm</td> </tr> </table>	0,0	mm	ISA Gebrauchssituation <table border="1"> <tr> <td>0,0</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>0,0</td> <td>mm</td> </tr> </table>	0,0	mm	0,0	mm	Dioptrische Bestellwerte: <table border="1"> <tr> <td>R:</td> <td>0,00</td> <td>0,00</td> <td>0</td> <td>°</td> <td>0,00</td> <td>cm/min</td> <td>0</td> <td>°</td> <td>90</td> <td>°</td> </tr> <tr> <td>L:</td> <td>0,00</td> <td>0,00</td> <td>0</td> <td>°</td> <td>0,00</td> <td>cm/min</td> <td>180</td> <td>°</td> <td>0,00</td> <td>cm/min</td> </tr> </table>	R:	0,00	0,00	0	°	0,00	cm/min	0	°	90	°	L:	0,00	0,00	0	°	0,00	cm/min	180	°	0,00	cm/min	Die horizontalen und vertikalen Zentrierdaten Werte sollten sinnvoll auf beide Gläser verteilt werden! ...inclusive aller vier Nachkommastellen in die beiden unteren weißen Felder eintragen, das Programm rundet den Bestellwert dann sinnvoll! Eine andere Verteilung ist natürlich auch möglich! (Nur die Werte für das rechte Glas eingeben, die linken werden automatisch ergänzt.) Aufteilung der prismatische Bestellwerte: <table border="1"> <tr> <td>R:</td> <td>0,00</td> <td>0,00</td> <td>0</td> <td>°</td> <td>0,00</td> <td>cm/min</td> <td>0</td> <td>°</td> <td>90</td> <td>°</td> </tr> <tr> <td>L:</td> <td>0,00</td> <td>0,00</td> <td>0</td> <td>°</td> <td>0,00</td> <td>cm/min</td> <td>180</td> <td>°</td> <td>0,00</td> <td>cm/min</td> </tr> </table>	R:	0,00	0,00	0	°	0,00	cm/min	0	°	90	°	L:	0,00	0,00	0	°	0,00	cm/min	180	°	0,00	cm/min	Bestellung mit resultierendem Prisma: <table border="1"> <tr> <td>R:</td> <td>0,00</td> <td>cm/min</td> <td>Basis</td> <td>0</td> <td>°</td> </tr> <tr> <td>L:</td> <td>0,00</td> <td>cm/min</td> <td>Basis</td> <td>180</td> <td>°</td> </tr> </table>	R:	0,00	cm/min	Basis	0	°	L:	0,00	cm/min	Basis	180	°	...wenn die horizontalen und vertikalen Komponenten durch Rundung auf Vierteldioptrien zu ungenau werden! p_{vert} <table border="1"> <tr> <td>R:</td> <td>32,0</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>L:</td> <td>32,0</td> <td>mm</td> </tr> </table>	R:	32,0	mm	L:	32,0	mm																																																						
0,00	cm/min	0	°	R																																																																																																																																																								
0,0000	cm/min	0	°	R																																																																																																																																																								
0,0000	cm/min																																																																																																																																																											
p_R	<table border="1"> <tr> <td>32,0</td> <td>mm</td> </tr> </table>	32,0	mm	<table border="1"> <tr> <td>h_R</td> <td> <table border="1"> <tr> <td>0,0</td> <td>mm</td> </tr> </table> </td> </tr> <tr> <td>p_L</td> <td> <table border="1"> <tr> <td>32,0</td> <td>mm</td> </tr> </table> </td> <td> <table border="1"> <tr> <td>h_L</td> <td> <table border="1"> <tr> <td>0,0</td> <td>mm</td> </tr> </table> </td> </tr> </table> </td> <td> ISA Gebrauchssituation <table border="1"> <tr> <td>0,0</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>0,0</td> <td>mm</td> </tr> </table> </td> </tr> </table>	h_R	<table border="1"> <tr> <td>0,0</td> <td>mm</td> </tr> </table>	0,0	mm	p_L	<table border="1"> <tr> <td>32,0</td> <td>mm</td> </tr> </table>	32,0	mm	<table border="1"> <tr> <td>h_L</td> <td> <table border="1"> <tr> <td>0,0</td> <td>mm</td> </tr> </table> </td> </tr> </table>	h_L	<table border="1"> <tr> <td>0,0</td> <td>mm</td> </tr> </table>	0,0	mm	ISA Gebrauchssituation <table border="1"> <tr> <td>0,0</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>0,0</td> <td>mm</td> </tr> </table>	0,0	mm	0,0	mm																																																																																																																																						
32,0	mm																																																																																																																																																											
h_R	<table border="1"> <tr> <td>0,0</td> <td>mm</td> </tr> </table>	0,0	mm																																																																																																																																																									
0,0	mm																																																																																																																																																											
p_L	<table border="1"> <tr> <td>32,0</td> <td>mm</td> </tr> </table>	32,0	mm	<table border="1"> <tr> <td>h_L</td> <td> <table border="1"> <tr> <td>0,0</td> <td>mm</td> </tr> </table> </td> </tr> </table>	h_L	<table border="1"> <tr> <td>0,0</td> <td>mm</td> </tr> </table>	0,0	mm	ISA Gebrauchssituation <table border="1"> <tr> <td>0,0</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>0,0</td> <td>mm</td> </tr> </table>	0,0	mm	0,0	mm																																																																																																																																															
32,0	mm																																																																																																																																																											
h_L	<table border="1"> <tr> <td>0,0</td> <td>mm</td> </tr> </table>	0,0	mm																																																																																																																																																									
0,0	mm																																																																																																																																																											
0,0	mm																																																																																																																																																											
0,0	mm																																																																																																																																																											
Dioptrische Bestellwerte: <table border="1"> <tr> <td>R:</td> <td>0,00</td> <td>0,00</td> <td>0</td> <td>°</td> <td>0,00</td> <td>cm/min</td> <td>0</td> <td>°</td> <td>90</td> <td>°</td> </tr> <tr> <td>L:</td> <td>0,00</td> <td>0,00</td> <td>0</td> <td>°</td> <td>0,00</td> <td>cm/min</td> <td>180</td> <td>°</td> <td>0,00</td> <td>cm/min</td> </tr> </table>	R:	0,00	0,00	0	°	0,00	cm/min	0	°	90	°	L:	0,00	0,00	0	°	0,00	cm/min	180	°	0,00	cm/min	Die horizontalen und vertikalen Zentrierdaten Werte sollten sinnvoll auf beide Gläser verteilt werden! ...inclusive aller vier Nachkommastellen in die beiden unteren weißen Felder eintragen, das Programm rundet den Bestellwert dann sinnvoll! Eine andere Verteilung ist natürlich auch möglich! (Nur die Werte für das rechte Glas eingeben, die linken werden automatisch ergänzt.) Aufteilung der prismatische Bestellwerte: <table border="1"> <tr> <td>R:</td> <td>0,00</td> <td>0,00</td> <td>0</td> <td>°</td> <td>0,00</td> <td>cm/min</td> <td>0</td> <td>°</td> <td>90</td> <td>°</td> </tr> <tr> <td>L:</td> <td>0,00</td> <td>0,00</td> <td>0</td> <td>°</td> <td>0,00</td> <td>cm/min</td> <td>180</td> <td>°</td> <td>0,00</td> <td>cm/min</td> </tr> </table>	R:	0,00	0,00	0	°	0,00	cm/min	0	°	90	°	L:	0,00	0,00	0	°	0,00	cm/min	180	°	0,00	cm/min																																																																																																															
R:	0,00	0,00	0	°	0,00	cm/min	0	°	90	°																																																																																																																																																		
L:	0,00	0,00	0	°	0,00	cm/min	180	°	0,00	cm/min																																																																																																																																																		
R:	0,00	0,00	0	°	0,00	cm/min	0	°	90	°																																																																																																																																																		
L:	0,00	0,00	0	°	0,00	cm/min	180	°	0,00	cm/min																																																																																																																																																		
Bestellung mit resultierendem Prisma: <table border="1"> <tr> <td>R:</td> <td>0,00</td> <td>cm/min</td> <td>Basis</td> <td>0</td> <td>°</td> </tr> <tr> <td>L:</td> <td>0,00</td> <td>cm/min</td> <td>Basis</td> <td>180</td> <td>°</td> </tr> </table>	R:	0,00	cm/min	Basis	0	°	L:	0,00	cm/min	Basis	180	°	...wenn die horizontalen und vertikalen Komponenten durch Rundung auf Vierteldioptrien zu ungenau werden! p_{vert} <table border="1"> <tr> <td>R:</td> <td>32,0</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>L:</td> <td>32,0</td> <td>mm</td> </tr> </table>	R:	32,0	mm	L:	32,0	mm																																																																																																																																									
R:	0,00	cm/min	Basis	0	°																																																																																																																																																							
L:	0,00	cm/min	Basis	180	°																																																																																																																																																							
R:	32,0	mm																																																																																																																																																										
L:	32,0	mm																																																																																																																																																										

Abb. 4: Eingabemaske zur Umrechnung von PMZ-Prisma in Formelfall-Prisma mit Beispielwerten

4 Dokumentation

Unabhängig von Dokumentationspflichten der jeweiligen Berufsgruppe sind für die MKH bestimmte Angaben festzuhalten.

Dies soll sicherstellen,

1. dass der Messvorgang nachvollziehbar ist, z.B. für Kontrollen und Beratungen. Dazu werden relevante Details festgehalten:

- Ergebnisse von Anamnese und Voruntersuchungen
- Nullstellungsprisma am Kreuztest
- Gesamtprisma nach Zeiger-, Doppelzeiger- und Hakentest
- Stereo-Verzögerung, Stereo-Dominanz und Stereo-Sehschärfe (jeweils mit zugehörigem Prisma)
- Tonuslösung, Diplopie, Suppressionen, Exklusionen, ggf. Ergebnis der FD-Analyse, ggf. Differenz Ferne/Nähe etc.

2. dass in der anzufertigenden Korrektionsbrille die beabsichtigte dioptrische Wirkung erzielt wird. Dazu werden folgende Parameter dokumentiert und ggf. dem Glashersteller übermittelt:

- Korrektionswerte R/L:
sph; cyl, A; p_{hor} , B; p_{vert} , B; Add; (ggf.: Np_{hor} , B; Np_{vert} , B)
- Zentrierdaten der Messbrille zu Beginn der Korrektionsbestimmung: horizontal (z_R , z_L) und ggf. Höhendifferenz (Δy)
- Einstellung der Messbrille am Ende der Korrektionsbestimmung (in der Regel PMZ, s. Kap. 3)
- Hauptarbeitsentfernung (falls davon abweichend: Nahprüfentfernung)
- Sehschärfe (sc u. cc: mon. u. bin.; jeweils für Ferne und Nähe)
- Hornhaut-Scheitelabstand (HSA) R/L von Mess- und Korrektionsbrille
- Vorneigungswinkel der Korrektionsbrille
- Fassungs-scheibenwinkel der Korrektionsbrille

5 Grundsätzliches zur Korrektionsbestimmung

Die Korrektionsbestimmung (vereinfacht auch "Refraktion", "Augenglasbestimmung" oder "Brillenglasbestimmung" genannt) ist Bestandteil der optometrischen Untersuchung, die außerdem zur Aufgabe hat, den Gesundheitszustand des Auges und verschiedene Sehfunktionen zu überprüfen.

Eine vollständige Korrektionsbestimmung gemäß MKH setzt stets Anamnese und Voruntersuchungen voraus.

Es folgen die **Refraktionsbestimmung** (Ermittlung der auf die Einzelaugen bezogenen sphärischen und zylindrischen Messwerte) und später die **Heterophorie-Bestimmung** (Ermittlung der auf das Augenpaar bezogenen prismatischen Messwerte) für Ferne und Nähe.

Auf Grundlage von Anamnese, Voruntersuchungen, monokularer und binokularer Messwerte sowie einer Erprobung werden die endgültigen refraktiven und prismatischen Korrektionswerte festgelegt. Ggf. muss dabei der HSA berücksichtigt werden (und in Ausnahmefällen auch die Messbrilleneinstellung, s. S. 25).

6 Ablaufplan der MKH

Bestandteile einer vollständigen Korrektionsbestimmung nach MKH sowie ergänzende Arbeitsschritte:

1. **Anamnese**
2. **Voruntersuchungen**
 - Einstellbewegungen
 - Motilität
 - Konvergenznahpunkt
 - Pupillenreaktionen
 - vorderer und hinterer Augenabschnitt (bei Bedarf)
3. **Ergänzende Voruntersuchungen**
 - Akkommodation, Vergenz (bei Bedarf)
 - Folgebewegungen, Sakkaden (bei Bedarf)
4. **Refraktionsbestimmung Ferne**
 - objektiv
 - subjektiv
5. **Optionale Messungen**
 - binokulare Sehschärfe
 - Stereo-Sehschärfe
6. **Heterophorie-Bestimmung Ferne**
7. **Tonuskontrolle**
(am Fern-Kreuztest)
8. **Binokular-refraktiver Abgleich Ferne**
 - Zylinderachsen (falls cyl. $>1,0$ dpt)
 - sphärische Werte (bei Änderung: Überprüfung der prismatischen Werte am Fern-Kreuztest)

9. **Heterophorie-Bestimmung Nähe**

- bei Presbyopie: mit provisorischem Nahzusatz
- bei Anisometropie: vorab Prüfung auf Akkommodationsgleichgewicht
- Abschluss: Kontrolle an Heterophorie-Testen für die Ferne

10. **Refraktionsbestimmung Nähe**

- bei Presbyopie: endgültige Nahzusätze und Akkommodationsgleichgewicht für die individuelle Hauptarbeitsentfernung
- Nahastigmatismus (bei Bedarf)

11. **FD-Analyse**

(optional; an den Ferntesten)

- Bestimmung der Unterart von disparater Korrespondenz

12. **Erprobung**

der vorgesehenen Korrektur unter realen Bedingungen

- Festlegung der endgültigen Korrektionswerte

13. **Beratung und Brillenanpassung**

- Erläuterung der Korrektionswerte
- Fassungsauswahl
- anatomische und optische Brillenanpassung
- Gläserauswahl

14. **Gläserbestellung und Brillenfertigung**

15. **Brillenabgabe**

- individuelle Gebrauchshinweise
- ggf. Maßnahmen zur Förderung der Verträglichkeit

16. **Verlaufskontrolle**

zur gezielten Nachbetreuung

7 Anamnese

Im Rahmen der MKH ist eine vollständige optometrische Anamnese unerlässlich, einschließlich einer sorgfältigen Dokumentation (z.B. mithilfe von Fragebögen).

Wesentliche Kriterien:

- Zeitpunkt und Art der Erstversorgung
- okuläre und systemische Vorerkrankungen
- Augen-OPs, Sehschulbehandlungen
- Medikamente, aktuelle Therapien
- familiäre Prädisposition (z.B. Strabismus, starke Hyperopie)

Im Zusammenhang mit dem Binokularsehen sind besonders folgende asthenopische Beschwerden zu beachten:

- Kopfschmerzen, Migräne
- Nackenbeschwerden
- störende Lichtempfindlichkeit
- schnelle Ermüdung / mangelnde Konzentration bei anspruchsvollen Sehaufgaben
- Schwierigkeiten beim Wechsel von Blickrichtung und/oder Sehentfernung
- Probleme beim Nahsehen
- Fixationsschwierigkeiten
- Unruhe der visuellen Wahrnehmung
- Schwierigkeiten beim Schätzen von Entfernungen und Geschwindigkeiten
- gelegentliche Diplopie
- Probleme beim Lesen und Schreiben, vor allem bei Kindern

8 Voruntersuchungen

Es werden mindestens folgende Teste durchgeführt:

- Cover- /Uncovertest für Ferne und Nähe
- Motilitätstest
- NPC-Test (near point of convergence, Konvergenznahpunkt)
- Pupillenreaktionstest

Auffälligkeiten beim Covertest und beim Motilitätstest sind konkrete Hinweise auf Strabismus und erfordern weitere Abklärung. Beim Uncovertest deuten Auffälligkeiten auf Heterophorie hin, sind in der Regel aber nur bei größeren Heterophorien deutlich erkennbar (eine Einstellbewegung von 0,5 mm entspricht ca. 4 cm/m). Auffälligkeiten beim NPC-Test hingegen lassen sich häufig nicht sofort einer bestimmten Ursache zuordnen. Die Überprüfung der Konvergenzfähigkeit ist dennoch sinnvoll, denn dadurch kann u.a. abgeschätzt werden, ob Probleme mit Gleitsichtgläsern zu erwarten sind.

Die Ergebnisse des Pupillenreaktionstests haben keinen direkten Bezug zum Binokularsehen. Der Test ist dennoch Bestandteil dieses Ablaufplans, da er auch in den Richtlinien der zuständigen Berufsverbände als obligatorisch gilt.²¹

Da die visuelle Wahrnehmung durch vielfältige Faktoren beeinflusst sein kann, sind bei Bedarf weitere gezielte Voruntersuchungen vorzunehmen. Dies betrifft insbesondere folgende Bereiche:

- Lider (z.B. unvollständiger Lidschluss, Entropium, Ektropium)
- Tränensystem (z.B. trockene / tränende Augen)
- Hornhaut (z.B. Dystrophien, Irregularitäten, Zustand nach refraktiver Chirurgie)
- Iris (z.B. Anisokorie, Pupillentrübung, Synechie)
- Augenlinse (z.B. Katarakt, multifokale IOL, Nachstar)
- Glaskörper (z.B. Mouches volantes, Trübungen)
- Netzhaut (z.B. Ödeme, AMD, Verschlusserkrankungen)

Siehe auch "Wichtige Hinweise zu Voruntersuchungen" auf Seite 34.

²¹ Zentralverband der Augenoptiker und Optometristen: "Arbeits- und Qualitätsrichtlinien für Augenoptik und Optometrie", 10. Auflage (2024)

9 Ergänzende Voruntersuchungen

In Abhängigkeit der Ergebnisse von Anamnese und bisherigen Testen werden bei Bedarf zusätzliche Untersuchungen durchgeführt, zum Beispiel:

- Prüfen der Akkommodation (z.B. maximaler Akkommodationserfolg, Akkommodationsgenauigkeit, Akkommodationsflexibilität, relative Akkommodation)
- Beurteilung der Koppelung von Akkommodation und Vergenz (z.B. mittels dynamischer Skiaskopie, AC/A-Messung)
- Überprüfung von Folgebewegungen und Sakkaden mit speziellen Tests (in Ergänzung zum Motilitätstest)

Wichtige Hinweise zu Voruntersuchungen

- Bei allen Voruntersuchungen ist zu entscheiden, ob sie mit bisher getragener Korrektur durchgeführt werden sollen oder ohne diese. Beispiel: Motilitätstest ohne Korrektur, u.a. damit die Fassungsänderungen nicht begrenzend wirken und die Beobachtung nicht stören.
- Falls in der Folge die neu ermittelte Korrektur von der bisher getragenen abweicht, sind die Ergebnisse der Voruntersuchungen möglicherweise anders zu bewerten. So kann z.B. eine unkorrigierte Hyperopie eine Akkommodationsinsuffizienz vortäuschen.
- Für nähere Informationen zu allen in den Kapiteln 8 und 9 genannten Voruntersuchungen und zur Beurteilung der Ergebnisse wird auf die einschlägige Fachliteratur verwiesen.
- Zusätzliche, interdisziplinäre Abklärungen sollten insbesondere dann empfohlen werden, wenn Störungen vorliegen, die neben okulären auch andere Ursachen haben können (z.B. neurologische Abklärung bei plötzlich auftretender Diplopie).

10 Refraktionsbestimmung Ferne

Beim Vorhandensein von Heterophorien – gemäß übereinstimmenden Angaben in der Fachliteratur bei 70 bis 80% der Bevölkerung – ist es unerlässlich, die Refraktionswerte (Sphäre und Zylinder) zunächst unter *monokularen* Bedingungen zu ermitteln.

Begründung: Akkommodation und Vergenz sind gekoppelt, jedoch ist der binokulare Status zu Beginn der Brillenglasbestimmung in der Regel noch nicht bekannt.

Abgrenzung

Ohne Zudeckscheibe könnte aufgrund der o.g. Koppelung z.B. ein exophorer Klient zu viel Minus annehmen – um durch akkommodative Konvergenz seine Heterophorie zu kompensieren. Somit besteht unter binokularen Sehbedingungen weder Akkommodationsruhelage noch Vergenzruhestellung. Beides ist jedoch Grundvoraussetzung für eine verlässliche Korrektionsbestimmung.

Weitere Beispiele für Fälle, in denen eine "monokulare Refraktion unter binokularen Bedingungen" problematisch sein kann: Klienten mit alternierendem Sehen, stark ausgeprägten visuellen Hemmungen, Fusionsproblemen aufgrund von Aniseikonie oder Amblyopie. Daher gilt nicht nur in derartigen Sonderfällen, sondern grundsätzlich: „*Objektive und/oder subjektive Refraktionsbestimmung unter monokularen Bedingungen*“ (Zitat aus Arbeitsrichtlinien des ZVA).²¹

Aus diesen fachlichen Gründen unterscheidet sich auch die MKH vom Konzept der sogenannten "3D-Refraktion", die Refraktionsbestimmung grundsätzlich im Binokularsehen durchzuführen.

Abschlusskriterium für die sphärische Feinbestimmung

Sukzessiver, monokularer Abgleich an kleinstmöglichen Hochkontrast-Optotypen (schwarz in hellem Umfeld). Keinesfalls sollte ein Rot-Grün-Test verwendet werden, weil der Farblängsfehler des Auges an diesem Test einen unkontrollierbaren Einfluss auf die Akkommodation auslösen kann.

Im direkten Anschluss an die monokulare Refraktionsbestimmung beider Augen erfolgt kein binokular-refraktiver Abgleich (s. S. 86).

11 Optionale Messungen

Zur Erfassung der binokularen Ausgangssituation kann es sinnvoll sein, bestimmte visuelle Leistungsparameter zu messen, bevor diese durch das Vorsetzen von prismatischen Messgläsern möglicherweise verändert werden.

Binokulare Sehschärfe

Bei idealem Binokularsehen ist die binokulare Sehschärfe aufgrund der binokularen Summation stets (um ca. eine Visusstufe) höher als die Sehschärfe der Einzelaugen. Bei FD-bedingten visuellen Hemmungen trifft dies jedoch nicht zu. Dabei gilt bereits als auffällig, wenn die binokulare Sehschärfe nur den monokularen Werten entspricht.

Beispiel: Monokulare Sehschärfe beiderseits 1,25; binokulare Sehschärfe 1,25. Im Idealfall würde hier ein Wert von 1,6 erwartet. Im Einzelfall sind hierbei mögliche Abbildungsfehler stärkerer prismatischer Werte zu berücksichtigen.

Sofern die binokularen Sehschärfewerte mit und ohne prismatische Korrektur miteinander verglichen werden sollen, ist es zwingend erforderlich, diese schon vor der Heterophorie-Bestimmung zu messen. Begründung: Im Verlauf der Heterophorie-Bestimmung können visuelle Hemmungen oftmals aufgelöst werden.

Stereo-Sehschärfe

Aus ähnlichen Gründen sollte auch die Stereo-Sehschärfe bereits vor der Heterophorie-Bestimmung gemessen werden. Nach Reaktivierung von bizentraler Korrespondenz und Auflösung aller visueller Hemmungen wäre ein Unterschied der Stereo-Sehschärfen mit und ohne Prismen nicht mehr zu erwarten.

Zur Bestimmung wird der Stereo-Sehschärfetest verwendet. Da dieser hier erstmals dargeboten wird, sollte er dem Klienten zunächst erläutert werden (s. S. 79).

Als Maß für die Stereo-Sehschärfe dient der Stereogrenzwinkel. Hinweise zu dessen Bestimmung finden sich auf den Seiten 81-82.

12 Heterophorie-Bestimmung Ferne

Eine vollständige Heterophorie-Bestimmung muss sowohl die *motorische* Kompensation als auch alle Arten der *sensorischen* Anpassung an die Heterophorie erfassen. Dazu sind drei verschiedene Testarten erforderlich: Ein konventioneller Heterophorie-Test, klassische FD-Teste (mit zentralem Fusionsobjekt zur Erfassung von wenig verfestigten sensorischen Anpassungen) und Stereopsis-Teste (zur Erfassung von stärker verfestigten sensorischen Anpassungen).²² (s. S. 7)

Kritisch zu sehen sind daher Verfahren, bei denen die Heterophorie-Bestimmung ausschließlich an klassischen FD-Testen durchgeführt wird. Aufgrund des darin enthaltenen zentralen Fusionsobjekts lassen sich motorisch kompensierte Heterophorie-Anteile nur bedingt bzw. mit größerem Zeitaufwand ermitteln. Die Bestimmung dieser Anteile ist jedoch wichtig, da der muskuläre Ausgleich für Anstrengungsbeschwerden verantwortlich sein kann. Daher wird eine Heterophorie-Bestimmung gemäß MKH obligatorisch mit dem Kreuztest – also einem konventionellen Heterophorie-Test – begonnen.

Ebenso ist es wichtig, die Heterophorie-Bestimmung im Anschluss an die klassischen FD-Teste mit Stereopsis-Testen fortzusetzen. Nur so lassen sich FD-Anteile mit disparater Korrespondenz ermitteln, bei der sich die Richtungswertumstellung bereits in die Netzhautperipherie ausgeweitet hat.

Voraussetzung für ein korrektes Ergebnis der Heterophorie-Bestimmung ist refraktive Vollkorrektur für beide Einzelaugen.

Vor Beginn der Heterophorie-Bestimmung sollten alle Daten der Refraktionsbestimmung (einschließlich Visus und Messbrilleneinstellungen) notiert werden, um z. B. ein versehentliches Verdrehen der Zylinderachsen schnell und einfach berichtigen zu können.

Um sich bei Folgeterminen schnell wieder orientieren zu können und auch den Zeitbedarf einzuschätzen, wird empfohlen, den Ablauf an den Heterophorie-Testen zu dokumentieren.

Optional können die Heterophorie-Teste zu Beginn ohne Verwendung von Messprismen dargeboten werden. Ein solcher Nulldurch-

²² H. Goersch: "Die drei notwendigen Testarten zur vollständigen Heterophoriebestimmung", Deutsche Optikerzeitung 11:6-16 (1987)

12 Heterophorie-Bestimmung Ferne

lauf dient zum Unterscheiden zwischen motorischer Kompensation und disparater Fusion (FD I).

Insbesondere bei der Heterophorie-Bestimmung kommt es darauf an, dem Klienten zu vermitteln, dass seine Antworten, auch wenn sie unsicher geäußert werden, immer richtig und wichtig sind und seine Sehprobleme verstanden werden.

Sofern der Klient Schwierigkeiten hat, seine Seheindrücke zu beschreiben, können Hilfsmittel zum Anzeigen der Testwahrnehmung verwendet werden, z.B. verschiebbare Miniaturbilder der Teste.

Da Überkorrektur in jeder Phase der Heterophorie-Bestimmung zu vermeiden ist, sollten im Zweifelsfall kleinere Prismenschritte vorgenommen werden. Überkorrektur würde Fusion in ungewohnter Richtung auslösen und könnte dadurch sogar das Ergebnis verfälschen.

Reihenfolge der Teste

Die Teste werden zunächst in folgender Reihenfolge angewendet: Kreuztest, Zeigertest, Doppelzeigertest, Hakentest, Stereo-Verzögerungstest, Stereo-Dominanztest, Stereo-Sehschärfetest.

Es kann zweckmäßig sein, von dieser Reihenfolge abzuweichen, z.B. um zu prüfen, wie sich ein Messschritt an einem der anderen Teste auswirkt.

Prismenverteilung

Die prismatische Wirkung soll möglichst gleichmäßig vor beiden Augen verteilt werden, um die Abbildungsfehler prismatischer Messgläser zu minimieren.

Schräge Basislagen

Diese werden nicht empfohlen, weil damit Horizontal- und Vertikalprismen nicht unabhängig voneinander verändert werden können. Ebenso wird davon abgeraten, z.B. eine vertikalprismatische Wirkung durch Verdrehen eingesetzter Horizontalprismen zu erzeugen, weil dies die horizontalprismatische Wirkung abschwächen würde.

Mögliche Risiken schräger Basislagen:

- ungenaue Ablesung der Basislage durch Parallaxenfehler
- Verdrehung der Zylinderachsen beim Drehen der Prismen

Darbietungsarten

In allen Heterophorie-Testen werden dem rechten und dem linken Auge jeweils festgelegte Teilbilder dargeboten. Dabei ist für jeden Test eine bestimmte Zuordnung als "Konversdarbietung" definiert und eine als "Inversdarbietung", wobei die Zuordnung der Teilbilder jeweils umgekehrt ist.

Es ist nicht ausreichend, lediglich für *eine* Darbietungsart die Idealwahrnehmung herbeizuführen. Vielmehr ist diese an fast allen Heterophorie-Testen in *beiden* Darbietungsarten anzustreben. Konvers- und Inversdarbietung haben also absolut gleiche Priorität.

Da die Bezeichnung "Normaldarbietung" häufig zu dem Missverständnis geführt hat, diese Darbietungsart sei prioritär, wurde sie in "Konversdarbietung" umbenannt.

12.1 Grundsätzliches zu Kreuztest und klassischen FD-Testen

Die klassischen FD-Teste der MKH (Zeigertest, Doppelzeigertest und Hakentest) zeigen FD aufgrund der Richtungswerte an den jeweiligen Bildorten. An den Stereopsis-Testen der MKH werden weitere FD-Anteile ermittelt, jedoch nach anderen Kriterien (s. Kap. 12.6).

Kontrastunterschiede

Sowohl am Kreuztest und bei Bedarf auch am Hakentest wird auf Kontrastgleichheit der Testanteile für rechtes und linkes Auge geprüft.

Kontrastgleichheit ist meist ein Beleg für Refraktionsgleichgewicht, gelegentlich sogar bei einseitigen Amblyopien.

Kontrastunterschiede an Heterophorie-Testen können zwar durch FD-bedingte visuelle Hemmungen verursacht sein, können aber auch andere Ursachen haben, z.B. einseitige Katarakt oder Refraktionsungleichgewicht.

12 Heterophorie-Bestimmung Ferne

Insbesondere kann nicht geklärt werden, ob Hemmungserscheinungen an Binokulartesten auch im natürlichen Sehen bestehen. Vielmehr provoziert die Abbildung von unterschiedlichen Bildern auf Netzhautstellen, die im freien Sehen in beiden Augen stets gleiche Bilder empfangen, geradezu das Auftreten von binokularem Wettstreit und somit visuellen Hemmungen.

Sofern am Ende der Messung am Kreuztest und/oder am Haken-test noch Kontrastunterschiede bestehen, wird bei der Tonuskontrolle und bei der FD-Analyse darauf geachtet, ob sich im weiteren Verlauf der Heterophorie-Bestimmung Kontrastgleichheit eingestellt hat. In diesem Fall kann die Schlussfolgerung gezogen werden, dass die Kontrastunterschiede durch FD-bedingte Hemmungen hervorgerufen wurden.

Im Gegensatz zum Kreuztest und zum Hakentest werden die Bildanteile am Zeiger- und am Doppelzeigertest in beiden Augen auf ungleichwertigen Netzhautstellen abgebildet (Skalen weiter peripher als Zeiger). Daher erfolgt an diesen beiden Testen keine Prüfung auf Kontrastgleichheit.

Bleiben Kontrastunterschiede bis zum Ende der Heterophorie-Bestimmung an den Ferntesten bestehen, wird z.B. am Fern-Kreuztest geprüft, ob deren Ursache in einem Refraktionsungleichgewicht liegt.

Weitere mögliche Ursachen für Kontrastunterschiede:

- unterschiedliche Anzahl von Messgläsern vor beiden Augen
 - Abweichungen vom physiologischen Idealzustand der Augen
- Zudecken des "schwärzer" sehenden Auges allein lässt keine sichere Zuordnung der Ursache zu, denn eine dadurch auftretende Kontrastverbesserung kann sowohl durch genauere Akkommodation als auch durch genauere Fixation bedingt sein.

Sofern am Kreuztest stabiles Simultansehen und Kontrastgleichheit bestehen, muss am Hakentest nicht mehr auf Kontrastgleichheit geprüft werden.

Widersprüchliche Wahrnehmungen

- Entgegengesetzte Phorie-Anzeigen an verschiedenen Testen bei gleicher Darbietungsart (z.B. Exo-Wahrnehmung am Kreuztest und Eso-Wahrnehmung am Zeigertest):
 - Prisma versuchsweise verstärken
 - Prisma versuchsweise abschwächen
 - Wechsel der Darbietungsart

- Entgegengesetzte Phorie-Anzeigen am selben Test in beiden Darbietungsarten (z.B. am Zeigertest Exo-Wahrnehmung bei Konvers- und Eso-Wahrnehmung bei Inversdarbietung):
 - Prisma versuchsweise verstärken
 - Prisma versuchsweise abschwächen


- Gleichgerichtete, aber unterschiedlich große Phorie-Anzeigen am selben Test in beiden Darbietungsarten (z.B. am Zeigertest größere Exo-Wahrnehmung bei Konvers- als bei Inversdarbietung):
 - zunächst die größere Auswanderung ausgleichen
 - anschließend in der anderen Darbietungsart kontrollieren

Sofern sich widersprüchliche Wahrnehmungen nicht beseitigen lassen, wird die Heterophorie-Bestimmung an den weiteren Testen fortgesetzt. Häufig bestehen diese Widersprüche mit der prismatischen Vollkorrektur nicht mehr.

12.2 Kreuztest

en: cross test

Kurzzeichen: K

	<p>In Konversdarbietung ist dem rechten Auge der vertikale (unterbrochene) Balken zugeordnet, dem linken Auge der horizontale (unterbrochene) Balken. In Inversdarbietung ist die Zuordnung umgekehrt.</p>
---	--

Anwendungszweck

- Prismatischer Ausgleich von motorisch kompensierten Heterophorie-Anteilen und/oder disparater Fusion (FD I).
- Beim binokular-refraktiven Abgleich: Herstellen von Refraktionsgleichgewicht.

Testerläuterung und -anwendung

Zu Beginn zum besseren Verständnis das symmetrische Kreuz monokular ohne Analysatoren darbieten (mit Zudeckscheibe vor einem Auge).

Dann die Analysatoren vorsetzen.

Fragebeispiel:

„Was bleibt von dem Kreuz übrig?“

Die Wortwahl bei der Antwort ist hilfreich für die weitere Frage-technik (Beispiele: waagrecht, horizontal, liegend – Strich, Balken, Linie). Die vom Klienten gewählte Bezeichnung soll weiterverwendet werden.

Nun die Zudeckscheibe entfernen.

Von allen beidäugig fixierten Sehobjekten geht ein zentraler Fusionsreiz aus, der die motorische Fusion anregt. Damit die Motorik am Kreuztest bestmöglich entspannen kann, sollen die Augen dabei keine fusionierbaren Objekte fixieren.

Den Klienten daher (nötigenfalls wiederholt) auffordern:

„Bitte schauen Sie immer nur auf die Mitte des Testfeldes.“

Fragekriterien

1. Gleichzeitigkeit und Vollständigkeit (Simultansehen)
2. Kontrastgleichheit (umgangssprachlich "Schwärzgleichheit")
3. Stellung und Bildruhe (Symmetrie)

zu 1.: Um Testfehlstellungen sicher angeben zu können, sollte der Klient die Kreuzbalken für rechtes und linkes Auge gleichzeitig und vollständig sehen. Daher wird als erstes auf absolute Hemmungen (Exklusionen) geprüft.

zu 2.: Um Veränderungen von wahrgenommenen Kontrastunterschieden im Verlauf der Heterophorie-Bestimmung verfolgen zu können, wird erfragt, ob die beiden Kreuzbalken jeweils kontrastgleich ("gleich schwarz") wahrgenommen werden. Kontrastunterschiede können auf relative Hemmungen (Suppressionen) hinweisen.

zu 3.: Um die Richtung der Heterophorie zu ermitteln, wird die Stellung der beiden Kreuzbalken zueinander erfragt. Die Wahrnehmung der Teststellung resultiert aus den Richtungswerten der Bildorte in beiden Augen.

Beurteilungsschwierigkeiten

Werden die Kreuzbalken in der zunächst gewählten Darbietungsart unruhig oder nur abwechselnd gesehen, wird geprüft, ob der Klient in der anderen Darbietungsart bessere Angaben zu Auswanderungen machen kann (stabilere Wahrnehmung). Die Messung wird dann in dieser Darbietungsart begonnen.

Wahrnehmung am Nah-Kreuztest

Vor dem ersten Prismenschritt am Fern-Kreuztest kann die Wahrnehmung am Nah-Kreuztest erfragt werden – bevor mögliche Beeinflussungen durch die Fernprismen eingetreten sind.

Dazu wird kurz auf das Nah-Sehprüfgerät gewechselt und die Wahrnehmung am Nah-Kreuztest abgefragt, ohne eine eventuell beschriebene Auswanderung prismatisch auszugleichen. Bei Presbyopie wird diese Überprüfung mit einem provisorischen Nahzusatz durchgeführt. Nachdem der Untersucher die Ausgangssituation beim Nahsehen kennt, beginnt er die Heterophorie-Bestimmung für die Ferne.

Diese Überprüfung ist optional, kann aber zusätzliche Informationen zur Beurteilung des Zusammenspiels von Akkommodation und Vergenz liefern. Sofern die Fernprismen eine Verbesserung der Sehfunktionen bewirken, wird später am Nah-Kreuztest eine verbesserte Wahrnehmung erwartet. Falls sie sich hingegen verschlechtert hat, ist dies ein wichtiger Hinweis, weitergehende Untersuchungen durchzuführen (s. Kap. 9). Abbildung 5 zeigt zwei Beispielfälle, weitere Praxisbeispiele werden ab Seite 98 im Kapitel Heterophorie-Bestimmung Nähe beschrieben.

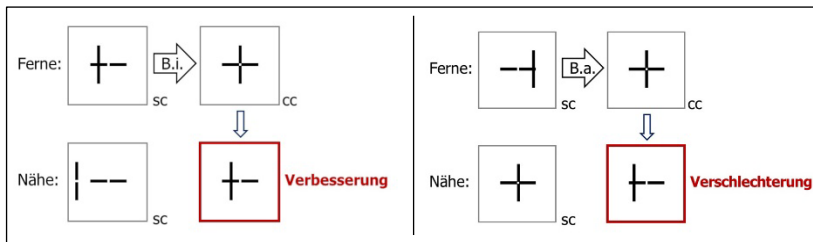


Abb. 5: Praxisbeispiele für veränderte Wahrnehmungen am Nah-Kreuztest

In beiden Fällen aus Abbildung 5 besteht an den Ferntesten_{cc} Nullstellungswahrnehmung und in der Nähe jeweils Exo-Wahrnehmung. Nur anhand der vorab erfassten Wahrnehmung_{sc} lässt sich erkennen, dass die Fernprismen in einem Fall zu einer Verbesserung und im anderen Fall zu einer Verschlechterung am Nah-Kreuztest geführt haben.

Größe des ersten Prismenschrittes

- horizontal 1,0 cm/m
- vertikal 0,5 cm/m

Die Größe des nächsten Prismenschrittes richtet sich nach der Auswirkung des vorangegangenen Schrittes.

Bei unterschiedlicher Auswanderung in der Horizontalen und in der Vertikalen soll die größere der beiden zuerst ausgeglichen werden, bis beide Auswanderungen ungefähr gleich groß sind. Dann in kleinen Schritten abwechselnd die Auswanderung in beiden Richtungen reduzieren.

Bei Nachuntersuchungen sollte ein Ausgangswert in die Messbrille eingesetzt werden, der etwas geringer als der zuletzt getragene Prismenwert ist.

Tonuslösung

Am Kreuztest besonders viel Zeit lassen, damit sich ein eventuell bestehender Fusionstonus möglichst vollständig lösen kann.

Bei nur zögerlicher Tonusentspannung können folgende Maßnahmen hilfreich sein:

- mehrmaliges Wechseln der Darbietungsart am Stereo-Verzögerungstest
- mehrmaliges abwechselndes Darbieten des Kreuztestes für Ferne und Nähe (bei Presbyopie mit Nahzusatz)

Die Entspannung von Fusionstonus kann auch durch eine oder mehrere Unterbrechungen der Messung (von ca. 10 Minuten) unterstützt werden. Dabei soll der Klient die bis dahin ermittelten Werte nutzen.

Sofern im weiteren Verlauf der Heterophorie-Bestimmung vermutet wird, dass sich Fusionstonus gelöst hat, kann jederzeit zum Kreuztest zurückgekehrt werden, denn dort können motorisch kompensierte Heterophorie-Anteile schneller und sicherer ausgeglichen werden. Anschließend wird die Heterophorie-Bestimmung an dem zuvor verwendeten Test fortgesetzt.

Angestrebte Testwahrnehmung

Im Idealfall: Ruhige Nullstellung (Symmetrie) mit dem schwächsten Prisma in beiden Darbietungsarten.

Wird dies nicht erreicht, so verbleibt das schwächste Prisma in der Messbrille, mit dem die geringste Abweichung von der Nullstellung wahrgenommen wird.

Bei unruhiger Wahrnehmung wird gleich weites, gleich häufiges und gleich langes Schwanken oder Springen des unruhig gesehene Kreuzbalkens um die Nullstellung angestrebt.

Protokollierung

Es ist wichtig, die am Kreuztest ermittelte prismatische Wirkung zu protokollieren, weil je nach weiterem Verlauf der Heterophorie-Bestimmung ggf. auf diesen Wert zurückgegriffen werden muss.

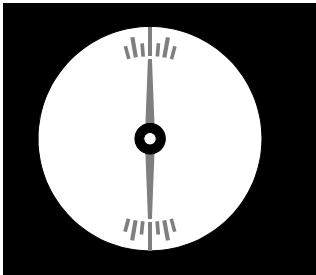
Wird die Messung z.B. aufgrund Ermüdung des Klienten oder unklarer *sensorischer* Verhältnisse abgebrochen, kann dennoch eine *motorische* Entlastung angezeigt sein: Sofern Anstrengungsschwerden bestehen, wird geprüft, ob das Kreuztest-Prisma für Ferne und Nähe verträglich ist. Bei Bedarf wird dieser Wert am Nah-Kreuztest abgeglichen und maximal das an beiden Kreuztesten ermittelte Prisma verordnet.

12.3 Zeigertest

(vormals: Zyklophorietest)

en: pointer test

Kurzzeichen: Z



In Konversdarbietung sind dem rechten Auge beide Zeiger zugeordnet, dem linken Auge beide Skalen, während der zentrale Kreisring (und das schwarze Umfeld) beiden Augen dargeboten wird. In Inversdarbietung ist die Zuordnung umgekehrt.

Anwendungszweck

- Prismatischer Ausgleich des horizontalen Anteils der ersten Unterart von disparater Korrespondenz (FD II/1) und motorisch kompensierter Heterophorie-Anteile, die sich am Kreuztest noch nicht entspannt hatten.

Testerläuterung und -anwendung

Da die Beschreibung der Testwahrnehmung am Zeigertest einfacher ist, wird dieser gewöhnlich vor dem Doppelzeigertest angewendet.

Den Zeigertest monokular vorstellen, das heißt nacheinander jedem Auge kurzzeitig seinen Testanteil darbieten.

Formulierungsbeispiel:

„Sie sehen in der Mitte einen Kreis und eine Skala oben und eine Skala unten.“

12 Heterophorie-Bestimmung Ferne

Und entsprechend:

„Sie sehen in der Mitte wieder den Kreis und einen Zeiger nach oben und einen Zeiger nach unten.“

Anschließend wird gefragt, ob beide Zeiger und beide Skalen gleichzeitig gesehen werden.

Praxistipp: Sofern mit dem Nullstellungsprisma am Kreuztest noch Hemmungen bestanden, zunächst die Darbietungsart wählen, in der das abweichende Auge die *Zeiger* sieht. Begründung: Bei den visuell anspruchsvolleren Skalen könnten mit diesem Auge möglicherweise Wahrnehmungsprobleme auftreten.

Die Zeigerpositionen werden für oben und für unten einzeln abgefragt.

Fragebeispiel:

„Zeigt der obere Zeiger auf die Mitte seiner Skala, oder nach rechts oder links?“

Der Zeigertest ist in *beiden* Darbietungsarten anzuwenden.

Begründung: Falls die Richtungswertumstellung bei disparater Korrespondenz gerade bis zu den Bildorten der Zeigerspitzen erfolgt ist, wird eine Fehlstellungswahrnehmung nur eintreten, wenn im abweichenden Auge die Skalen abgebildet werden.

Größe der Prismenschritte

- 0,25 cm/m
- bei Ausbleiben einer Reaktion 0,5 cm/m

Ab einer Verstärkung um etwa eine Prismendioptrie am Zeigertest ist es empfehlenswert, auf den Kreuztest zurückzuschalten, um zu überprüfen, ob sich motorische Anteile entspannt haben und diese dort auszugleichen.

Ist bestmögliche Testwahrnehmung erreicht, wird der Klient gefragt, ob er die Zeigerstellungen auch beim Anblicken des Kreises noch beurteilen kann. Wenn ja, und falls dabei erneute Auswanderungen auftreten, werden auch diese prismatisch ausgeglichen.

Hinweise zu Fixationsobjekten an FD-Testen

Da FD-Teste konzeptbedingt ein zentrales Fusionsobjekt enthalten, müsste dieses nach der Theorie direkt angeblickt (fixiert) werden, um den zentralen Fusionsreiz voll wirksam werden zu lassen. Die zu beurteilenden Testdetails (z.B. Zeigerspitze/Skala) werden jedoch auf parazentrale Netzhautstellen abgebildet und liegen somit relativ weit vom zentralen Fusionsobjekt (Kreis) entfernt.

Da im natürlichen Sehen zu beurteilende Details stets direkt angeblickt werden, ist vielen Klienten die Beurteilung der Testdetails nicht möglich, wenn sie gleichzeitig das zentrale Fusionsobjekt fixieren sollen.

Um eine Verunsicherung des Klienten durch zu hohe Anforderungen zu vermeiden, wird an den FD-Testen der MKH zunächst nicht aufgefordert, auf den Kreis zu schauen. Im weiteren Verlauf wird zusätzlich die Wahrnehmung bei Anblicken des Kreises abgefragt, und Auswanderungen werden prismatisch ausgeglichen.

Der Kreis stellt in jedem Fall einen starken Fusionsreiz dar, auch wenn er nicht angeblickt wird.

Angestrebte Testwahrnehmung

Im Idealfall sollen mit dem schwächsten Prisma beide Zeigerspitzen in beiden Darbietungsarten auf die Mitte der zugehörigen Skala zeigen.

Wird dies nicht erreicht, so verbleibt das schwächste Prisma in der Messbrille, mit dem die geringste Abweichung von der Nullstellung wahrgenommen wird. Das bedeutet nicht automatisch Symmetrie; Beispiel: Mit bestmöglichem Prismenwert wird der obere Zeiger mittig und der untere geringfügig nach rechts wahrgenommen.

Horizontaler Zeigertest

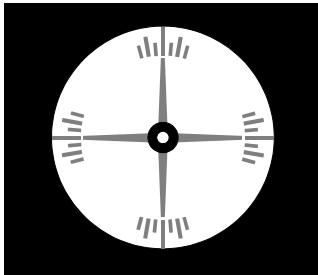
Optional kann der in manchen Sehprüfgeräten enthaltene horizontale Zeigertest zum Ausgleich *vertikaler* Anteile verwendet werden.

Hinweis: Dieser Test entstand lediglich aus technischen Gründen. Die erste Generation des elektronischen Polatest-Geräts enthielt ein relativ kleines Display (rund 40% geringere Testfeldhöhe gegenüber dem mechanischen Referenzgerät), wodurch die Anwendung des Hakentests stark eingeschränkt war.

12.4 Doppelzeigertest

en: double pointer test

Kurzzeichen: DZ



In Konversdarbietung sind dem rechten Auge alle vier Zeiger zugeordnet, dem linken Auge alle vier Skalen, während der zentrale Kreisring (und das schwarze Umfeld) beiden Augen dargeboten wird. In Inversdarbietung ist die Zuordnung umgekehrt.

Anwendungszweck

- Prismatischer Ausgleich des horizontalen und vertikalen Anteils der ersten Unterart von disparater Korrespondenz (FD II/1) sowie motorisch kompensierter Heterophorie-Anteile, die sich bisher noch nicht entspannt hatten.
- Unterscheiden von Zyklophorie und anamorphotischer Bildverzerrung.

Testerläuterung und -anwendung

Auch der Doppelzeigertest ist in beiden Darbietungsarten anzuwenden. Begründung wie beim Zeigertest (s. S. 48).

Sofern zuvor der Zeigertest angewendet wurde, muss der Doppelzeigertest nicht monokular vorgestellt werden. Es genügt dann, auf die zusätzlichen Zeiger und Skalen rechts und links hinzuweisen.

Fragebeispiel:

„Sehen Sie jetzt zusätzlich einen rechten und einen linken Zeiger mit den dazugehörigen Skalen?“

Die vier Zeigerpositionen werden einzeln abgefragt; die Reihenfolge ist dabei beliebig.

Größe der Prismenschritte

- 0,25 cm/m
- bei Ausbleiben einer Reaktion 0,5 cm/m

Ab einer Verstärkung um etwa eine Prismendioptrie am Doppelzeitertest ist es empfehlenswert, auf den Kreuztest zurückzuschalten, um zu überprüfen, ob sich motorische Anteile entspannt haben und diese dort auszugleichen.

Ist bestmögliche Testwahrnehmung erreicht, wird der Klient gefragt, ob er die Zeigerstellungen auch beim Anblicken des Kreises noch beurteilen kann. Wenn ja, und falls dabei erneute Auswanderungen auftreten, werden auch diese prismatisch ausgeglichen.

Zyklophorie oder anamorphotische Bildverzeichnung?

Zyklophorie und anamorphotische Bildverzeichnung lassen sich wie folgt unterscheiden:

- Zyklophorie: Alle vier Zeiger sind um den gleichen Betrag in die gleiche Richtung verdreht.
- Anamorphotische Bildverzeichnung: Es besteht kein rechter Winkel zwischen den Zeigern (aufgrund meridional unterschiedlicher Abbildungsmaßstäbe bei hohem Astigmatismus obliquus).

Daraus lassen sich keine Prismenschritte ableiten, es verbessert jedoch das Verständnis der visuellen Situation des Klienten.

Angestrebte Testwahrnehmung

Im Idealfall sollen mit dem schwächsten Prisma alle vier Zeigerspitzen in beiden Darbietungsarten auf die Mitte der zugehörigen Skala zeigen.

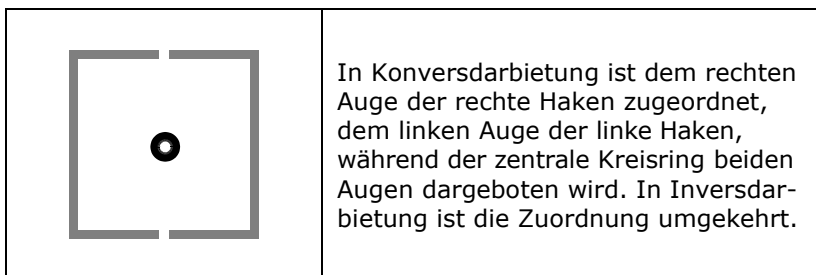
Wird dies nicht erreicht, so verbleibt das schwächste Prisma in der Messbrille, mit dem die geringste Abweichung von der Nullstellung wahrgenommen wird. Das bedeutet nicht automatisch Symmetrie; Beispiel: Mit bestmöglichem Prismenwert werden drei Zeiger mittig wahrgenommen und einer geringfügig verschoben.

12.5 Hakentest

(vormals: Aniseikonietest, Rechtecktest senkrecht)

en: rectangle test

Kurzzeichen: H



Anwendungszweck

- Prismatischer Ausgleich des vertikalen Anteils der ersten Unterart von disparater Korrespondenz (FD II/1) und motorisch kompensierter Heterophorie-Anteile, die sich bisher noch nicht entspannt hatten.
- Erkennen von Aniseikonie in der Vertikalen und Abschätzen ihrer Größe. Eine Balkenbreite entspricht ca. 4% Differenz.

Testerläuterung und -anwendung

Den Hakentest monokular vorstellen.

Formulierungsbeispiele:

„Sie sehen eine rechte/linke Klammer.“

Anschließend wird gefragt, ob beide Haken gleichzeitig gesehen werden.

Da die Haken in beiden Augen auf gleichwertigen Netzhautstellen abgebildet werden, muss hier nur in einer Darbietungsart gemessen werden. Zunächst ist zu prüfen, welche Darbietungsart dafür besser geeignet ist. Dazu wird gefragt, ob oben und unten zwischen beiden Haken jeweils eine Lücke gesehen wird oder ob die Haken ineinanderlaufen.

Falls die Lücken nicht konstant wahrgenommen werden, soll zunächst die Darbietungsart gewechselt werden. Wird das Problem dadurch nicht gelöst, soll der Fixierkreis konzentriert angeblickt werden.

Werden die Lücken in keiner Darbietungsart stabil erkannt, dürfen am Hakentest keine Prismenschritte erfolgen.

Sofern am Kreuztest noch Kontrastunterschiede bestanden, wird anschließend nach Kontrastgleichheit der Haken gefragt (s. Kap. 12.1).

Die Stellung der beiden Haken zueinander wird für oben und unten einzeln abgefragt.

Insbesondere bei ungleich groß wahrgenommenen Haken (Aniseikonie) wird versucht, mit Höhenprismen eine vertikalsymmetrische Wahrnehmung zu erreichen.

Größe der Prismenschritte

- 0,25 cm/m
- bei Ausbleiben einer Reaktion 0,5 cm/m

Ab einer Verstärkung um etwa eine Prismendioptrie am Hakentest ist es empfehlenswert, auf den Kreuztest zurückzuschalten, um zu überprüfen, ob sich motorische Anteile entspannt haben und diese dort auszugleichen.

Ist bestmögliche Testwahrnehmung erreicht, wird der Klient gefragt, ob er die Hakenstellungen auch beim Anblicken des Kreises noch beurteilen kann. Wenn ja, und falls dabei erneute Auswanderungen auftreten, werden auch diese prismatisch ausgeglichen.

12 Heterophorie-Bestimmung Ferne

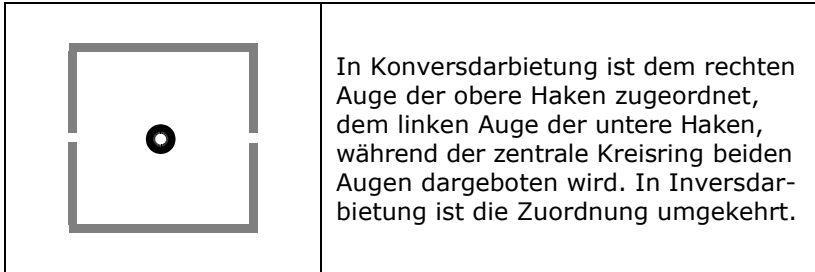
Angestrebte Testwahrnehmung

Im Idealfall sollen sich mit dem schwächsten Prisma in einer Darbietungsart beide Haken exakt gegenüberstehen.

Wird dies nicht erreicht, so verbleibt das schwächste Prisma in der Messbrille, mit dem die geringste Abweichung von der Nullstellung wahrgenommen wird.

Horizontaler Hakentest

(Rechtecktest waagrecht, Hakentest quer)



Dieser Test löst unnatürliche Fusionsreize aus (vertikal wirkende Orthofugalreize). Deshalb soll er zur Messung von horizontalen Heterophorie-Anteilen nicht verwendet werden. Er kann aber zum Beurteilen einer Aniseikonie in der Horizontalen dienen.

12.6 Grundsätzliches zu Stereopsis-Testen

Es ist ein Alleinstellungsmerkmal der MKH, an Stereopsis-Testen prismatische Messschritte aufgrund eingeschränkter Stereopsis abzuleiten.

Stereopsis (Stereosehen, 3D-Sehen) bedeutet räumliches Sehen ausschließlich aufgrund unterschiedlich querdisparater Netzhautbildlage. Räumliches Sehen aufgrund monokular wahrnehmbarer Phänomene (z.B. Objektüberdeckungen) gehört somit nicht zur Stereopsis.

Stereopsis besteht aus zwei Komponenten:

- querdisparates Tiefensehen
- querdisparates Richtungssehen

In der MKH werden diese beiden Komponenten separat an verschiedenen Testen überprüft.

Die sensorische Auswertung querdisparater Bildlage kann durch Fixationsdisparität (FD) beeinträchtigt sein. FD entsteht, um heterophoriebedingten motorischen Fusionsaufwand einzusparen. Damit geht jedoch eine Zweckentfremdung der Panumbereiche einher, z.B. des temporalen Teils im Falle einer Exo-FD. So führen temporal querdisparat dargebotene Stereo-Objekte im Falle einer Exo-FD zu größeren Stereopsis-Problemen als nasal querdisparat dargebotene Stereo-Objekte.

Bei Einstellung der Augen auf die Prüferntfernung liefert die Konversdarbietung von Stereopsis-Testen eine temporal-querdisparate Abbildung der Stereofiguren (Wahrnehmung nach vorn), die Inversdarbietung eine nasal-querdisparate (Wahrnehmung nach hinten).

Dabei bedeutet "nach vorn": Stereofiguren vor der Testebene und somit näher am Betrachter (proximal). Entsprechend bedeutet "nach hinten": Stereofiguren hinter der Testebene und somit weiter vom Betrachter entfernt (distal).

Prismenschritte an Stereopsis-Testen sind nur möglich, wenn Informationen über die Wahrnehmung in *beiden* Darbietungsarten vorliegen.

Daher muss jeder Stereopsis-Test der MKH sowohl in Konvers- als auch in Inversdarbietung angewendet werden.

In der MKH wird die Qualität der Stereopsis anhand verschiedener Kriterien beurteilt:

- Spontanität der Stereopsis (am Stereo-Verzögerungstest)
- Stereo-Sehgleichgewicht (am Stereo-Dominanztest)
- Stereogrenzwinkel (am Stereo-Sehschärfetest)

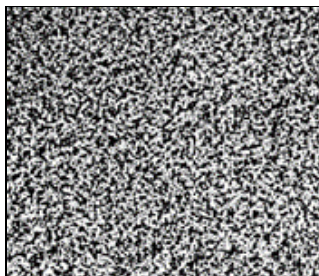
Problematische Testwahrnehmungen

- Falls keine Stereopsis besteht, kommen u.a. folgende Ursachen mit unterschiedlicher Prognose in Betracht:
 - Stereopsis in der sensitiven Phase nicht erlernt
 - Strabismus, Mikrostrabismus
 - Amblyopie
 - einseitige Augenerkrankungen
 - Anisometropie, Aniseikonie
 - verfestigte disparate Korrespondenz

Insbesondere im letzteren Fall kann eine prismatische Korrektur das Stereosehen wiederherstellen.

- Diplopie von Bildanteilen an Stereopsis-Testen kann durch eingeschränkte Panumbereiche hervorgerufen werden. Diese Ursache gilt als bestätigt, wenn an Testen mit kleineren Stereowinkeln keine Diplopie mehr besteht.

Random-Dot-Teste



Stereopsis-Test mit zufällig verteilten Punkten (Random-Dots), in dem Stereofiguren verborgen sind, ohne monokular erkennbare Konturen zu liefern. Dabei werden die zu Stereofiguren gehörigen Punkte dem rechten und linken Auge mit einer Querdisparität dargeboten.

Ergänzend zu den Stereopsis-Testen der MKH können Random-Dot-Teste oder andere Stereobilder verwendet werden, um erzielte Verbesserungen des Binokularsehens zu demonstrieren. Zum Ermitteln der prismatischen Korrektur sind diese nicht erforderlich.


Bei Verdacht auf Mikrostrabismus kann – ergänzend zu anderen Überprüfungen – ein Random-Dot-Test verwendet werden, was jedoch keine sichere Abklärung zulässt.

12.7 Stereo-Verzögerungstest

(vormals: Stereotest, Stereo-Dreiecktest, Dreiecktest)

en: stereo-delay test

Kurzzeichen: SV

	<p>In Konvergenzdarbietung sind dem rechten Auge die beiden linken Dreiecke zugeordnet, dem linken Auge die beiden rechten Dreiecke, während der zentrale Punkt beiden Augen dargeboten wird. In Inversdarbietung ist die Zuordnung der Dreiecke umgekehrt.</p>
---	---

Begriffe

- **Stereo-Verzögerung**

Sammelbegriff für Primärverzögerung und Sekundärverzögerung.

- **Primärverzögerung** (vormals: Spontanverzögerung)

Verzögerte Wahrnehmung der räumlichen Zuordnung von Stereofiguren ("Dreiecke nach vorn" oder "Dreiecke nach hinten").

- **Sekundärverzögerung** (vormals: Nachverzögerung)

Verzögerte Wahrnehmung der endgültigen, größeren räumlichen Tiefe von Stereofiguren ("Nachrutschen" der Dreiecke).

- **Wechselprobe**

Wechsel zwischen beiden Darbietungsarten zur Prüfung auf Stereo-Verzögerung.

Anwendungszweck

- Prismatischer Ausgleich der zweiten Unterart von disparater Korrespondenz (FD II/2) und motorisch kompensierter Heterophorie-Anteile, die sich bisher noch nicht entspannt hatten.
- Klären der folgenden Fragen:
 - Ist an diesem Test Tiefensehen vorhanden?
 - Besteht in beiden Darbietungsarten richtige räumliche Zuordnung der Dreiecke (in Konversdarbietung vor dem Fixierpunkt und in Inversdarbietung dahinter)?
 - Besteht Stereo-Verzögerung?
 - Optional: Wird die individuell optimale Stereotiefe erreicht?

Ausführungsformen

Der Stereo-Verzögerungstest steht mit unterschiedlichen Stereowinkeln zur Verfügung.

Standard: Stereowinkel 12,5' (entspricht 20 mm Stereoparallaxe bei 5,5 m Prüferentfernung)

Wurde nicht diese Standardausführung angewendet, muss dokumentiert werden, mit welchem Stereowinkel (bzw. mit welcher Stereoparallaxe bei welcher Prüferentfernung) geprüft wurde.

Testerläuterung und -anwendung

Der Stereo-Verzögerungstest wird zunächst ohne Hinweis auf räumliche Tiefe dargeboten. Dabei soll der Klient in beiden Darbietungsarten seinen Seheindruck beschreiben.

Im weiteren Verlauf wird darauf geachtet, ob einer der folgenden Fälle besteht:

Fall 1: Tiefensehen mit zeitlicher Verzögerung

Fall 2: kein Tiefensehen

Fall 3: Diplopie der Dreiecke oder des Punktes

Fall 4: Tiefensehen mit falscher räumlicher Zuordnung

Zu Fall 1 (Verzögerung):

Die Prüfung auf Stereo-Verzögerung erfolgt stets in zwei Schritten: Primärverzögerung und Sekundärverzögerung.

Zunächst wird mittels mehrmaliger Wechselprobe geprüft, ob die Dreiecke unmittelbar nach Wechseln der Darbietungsart nach vorn bzw. hinten angegeben werden (Prüfung auf Primärverzögerung).

Vor einer Prismenänderung muss geprüft werden, ob bereits mehrmalige Wechselproben die Primärverzögerung reduzieren oder sogar beseitigen. Erfahrungsregel: Tritt nach etwa zehnmaliger Wechselprobe keine Verbesserung ein, wird ein erster versuchsweiser Prismenschritt vorgenommen.

Begründung: Es kann bereits Vollkorrektur vorliegen, aber noch bestehende visuelle Hemmungen behindern das spontane Zustandekommen des Tiefensehens. Mehrmalige Wechselproben können diese Hemmungen auflösen. In einem solchen Fall hätte eine vorschnelle Verstärkung der prismatischen Wirkung zu Überkorrektur geführt.

Außerdem soll durch häufige Wechselprobe vermieden werden, dass eine Verbesserung der Stereopsis durch einen Lerneffekt vorgetäuscht wird.

Anschließend wird geprüft, ob sich die Stereotiefe bei längerer Betrachtung vergrößert (Prüfung auf Sekundärverzögerung). Auch in diesem Fall muss vor einer Prismenänderung die Wechselprobe mehrfach durchgeführt werden (Begründung: siehe oben).

In der Praxis stellt sich die Situation meist sehr einfach dar:

Beim Übergang zum Stereo-Verzögerungstest befinden sich häufig bereits Prismengläser in der Messbrille, die an den vorherigen Testen ermittelt wurden.

Dann gilt als vereinfachende Grundregel, die prismatische Wirkung zunächst versuchsweise zu verstärken (siehe Ausgangssituation A in Tab. 1).

Die Tabelle enthält außerdem Regeln für den Fall, dass noch keine Prismen ermittelt wurden (Ausgangssituation B).

12 Heterophorie-Bestimmung Ferne

Tab. 1: Stereoregeln für den Stereo-Verzögerungstest

Ausgangssituation		Stereo-Verzögerung	Versuchsweise Maßnahme
A	bereits Prismen in der Messbrille	in nur einer Darbietungsart	Horizontalprisma* verstärken
		in beiden Darbietungsarten, aber unterschiedlich groß	
		in beiden Darbietungsarten und gleich groß	Vertikalprisma* verstärken
B	noch keine Prismen in der Messbrille	größer in Konversdarbietung (Dreiecke vorn)	mit Prisma Basis innen prüfen
		größer in Inversdarbietung (Dreiecke hinten)	mit Prisma Basis außen prüfen
		gleich groß in beiden Darbietungsarten	mit Prisma Basis oben oder unten prüfen

**Ausnahmen:*

- *Stereo-Verzögerung in nur einer Darbietungsart oder in beiden Darbietungsarten, aber unterschiedlich, bisher aber nur Vertikalprisma ermittelt. Dann versuchsweise mit Horizontalprisma gemäß Ausgangssituation B prüfen.*
- *Identische Verzögerung in beiden Darbietungsarten, aber bisher nur Horizontalprisma ermittelt. Dann versuchsweise mit Vertikalprisma prüfen.*

Die Regeln für Ausgangssituation B gelten nur, wenn der Klient den Fixierpunkt anblickt, andernfalls – bei "falscher" Fixation – kehren sich die Regeln um. Daher sollte der Klient entsprechend angewiesen werden.

Beispiele zu den Stereoregeln:

1. Prismen in der Messbrille: Basislage vertikal
Stereo-Verzögerung: In beiden Darbietungsarten gleich
Maßnahme: Vertikalprisma versuchsweise verstärken
2. Prismen in der Messbrille: Basislage vertikal
Stereo-Verzögerung: Nur in Konversdarbietung*
Maßnahme: Versuchsweise mit Basis innen prüfen

**Überlegungen: Die bestehende Stereo-Verzögerung deutet auf einen nicht korrigierten Horizontalanteil hin. Eine Verstärkung des vorhandenen Vertikalprismas scheidet demnach aus. Da sich noch keine Horizontalprismen in der Messbrille befinden, an Ausgangssituation B orientieren.*

Für die Stereoregeln gilt: Mittels mehrmaliger Wechselprobe wird geprüft, ob der jeweilige Prismenschritt zu einer Verringerung der Stereo-Verzögerung geführt hat.

Sofern die Stereo-Verzögerung durch ein versuchsweise eingesetztes Prisma zwar verringert, aber noch nicht beseitigt wurde, muss gemäß den Stereoregeln (Tab. 1) der nächste Prismenschritt festgelegt werden.

Beispiel: Zu Beginn gleich große Stereo-Verzögerungen in beiden Darbietungsarten. Nach Veränderung mit Vertikalprisma: Stereo-Verzögerung nur noch in einer Darbietungsart; jetzt also versuchsweise mit Horizontalprisma prüfen.

Lassen sich Stereo-Verzögerungen durch die bisherigen Maßnahmen nicht beseitigen oder zumindest verringern, wird auch mit den übrigen Basislagen auf verbliebene Fehler geprüft. Die Auswirkungen entsprechender Prismenschritte werden ebenfalls mittels mehrmaliger Wechselprobe kontrolliert.

Abfolge der Prismenschritte

- Größe des ersten Prismenschrittes: 0,25 cm/m

Das jeweilige Messprisma versuchsweise *einsetzen*, aber nur bei bleibender Verbesserung in der Messbrille belassen, ansonsten *entfernen* und mit dem nächststärkeren Messprisma in gleicher Weise verfahren.

12 Heterophorie-Bestimmung Ferne

Begründung: Ein Messprisma, welches keine Verbesserung bewirkt, muss wieder entfernt werden, weil ansonsten Gefahr zu Überkorrektur besteht. Im Gegensatz zu Testen, an denen Überkorrektur zu Fehlstellungswahrnehmung in Gegenrichtung führen kann, ist an Stereopsis-Testen keine eindeutige Überkorrekturwahrnehmung zu erwarten.

Falls die Stereo-Verzögerung mit dem ersten versuchsweise eingesetzten Messprisma

- beseitigt wird:
0,25 cm/m belassen und Stereo-Verzögerungstest verlassen
- verringert wird:
0,25 cm/m belassen und zusätzlich versuchsweise 0,25 cm/m einsetzen* (ggf. mit anderer Basislage, siehe letztgenanntes Beispiel)
- weder beseitigt noch verringert wird:
0,25 cm/m entfernen und versuchsweise 0,5 cm/m einsetzen* (mit gleicher Basislage)

**Bei Bedarf sinngemäß weitere Prismenschritte in Abstufungen von 0,25 cm/m vornehmen (erfahrungsgemäß bis ca. 1,0 cm/m).*

Bei Verdacht auf Tonuslösung sollten diese motorischen Anteile zunächst am Kreuztest ausgeglichen werden. Anschließend wird die Messung am Stereo-Verzögerungstest fortgesetzt.

Prüfkriterium

Ein versuchsweise eingesetztes Prisma darf nur dann in der Messbrille verbleiben, wenn es sich positiv auf die Stereo-Verzögerung auswirkt. Die Wahrnehmung einer größeren räumlichen Tiefe ist kein Prüfkriterium.

Ebenso darf auch keine Prismenänderung aufgrund von unterschiedlich wahrgenommenen Stereotiefen nach vorn und hinten vorgenommen werden.

Prinzipiell gilt:

Nur bei beseitigter oder eindeutig verringerter Stereo-Verzögerung wird eine prismatische Veränderung in der Messbrille belassen.

Angestrebte Testwahrnehmung

Unverzögertes Tiefensehen in beiden Darbietungsarten.

Wird dies nicht erreicht, wird bestmögliche Symmetrie mit dem schwächsten Prisma angestrebt. Das bedeutet, verbleibende Stereo-Verzögerungen sollten in beiden Darbietungsarten möglichst gleich und gleichzeitig möglichst gering sein.

Zu Fall 2 (kein Tiefensehen):

Hinweis geben, dass der Fixierpunkt angeschaut werden soll, er in fester Entfernung steht und dass die Dreiecke vor oder hinter dem Punkt gesehen werden könnten.

Formulierungsbeispiel:

„Schauen Sie bitte auf den Punkt, stehen die Dreiecke davor oder dahinter?“

Falls mit der Antwort gezögert wird, weiterfragen:

„... oder sind Dreiecke und Punkt gleich weit entfernt?“

Falls durch gezielte Nachfragen schließlich doch Tiefensehen zustande kommt, dann weiter wie zu Fall 1 beschrieben (auf Stereo-Verzögerung prüfen).

Falls keine Stereopsis besteht, sollten in Abhängigkeit von Anamnese und Voruntersuchungen mögliche Ursachen in Betracht gezogen werden und ggf. am Stereo-Dominanztest weitergeprüft werden. Zu Ursachen für fehlende Stereopsis siehe Seite 56.

Zu Fall 3 (Diplopie):

Zunächst ist zu klären, ob Diplopie (der Dreiecke oder des Punktes) in *beiden* Darbietungsarten besteht.

Tritt Diplopie in nur *einer* Darbietungsart auf, wird vorgegangen wie bei einer Stereo-Verzögerung in nur einer Darbietungsart (Horizontalprisma gemäß Stereoregeln, Tab. 1). Ziel ist dabei zunächst die Beseitigung der Diplopie. Anschließend wird auf Stereo-Verzögerung geprüft.

12 Heterophorie-Bestimmung Ferne

Tritt Diplopie in *beiden* Darbietungsarten auf, wird von eingeschränkten Panumbereichen ausgegangen. Daher wird dann ein Stereo-Verzögerungstest mit kleinerem Stereowinkel angewendet. Sollte auch dort Diplopie bestehen (was sehr selten vorkommt), wird die Prüfung am Stereo-Verzögerungstest abgebrochen, der Stereo-Dominanztest übersprungen und direkt auf den Stereo-Sehschärfetest gewechselt.

Zu Fall 4 (falsche Zuordnung):

Beispiel: Die Dreiecke werden in Konversdarbietung hinter dem Fixierpunkt wahrgenommen.

In diesen sehr selten vorkommenden Fällen wird die erzeugte Quersparität sensorisch falsch ausgewertet. Aus derartigen sensorischen Anomalien können keine Prismenschritte abgeleitet werden.

Daher wird die Heterophorie-Bestimmung für die Ferne an dieser Stelle abgebrochen und es wird maximal das an den Kreuztesten für Ferne und Nähe ermittelte Prisma in die Korrektur übernommen, sofern eine motorische Entlastung bei Anstrengungsschwerden angezeigt ist.

Hinweise zur Stereotiefe

Optional kann am Stereo-Verzögerungstest die Stereotiefe nach vorn (in Konversdarbietung) ermittelt werden. Dazu kann der Untersucher mit seiner Hand die Position der Dreiecke im Raum aufgrund von Anweisungen des Klienten aufsuchen und deren Entfernung zur Testebene abschätzen.

Die sich rechnerisch ergebende Stereotiefe ist von verschiedenen Parametern abhängig (u.a. vom Pupillenabstand des Klienten).

Beispiele für Prüferentfernung 6 m und Stereoparallaxe 20 mm:

- Stereotiefe (nach vorn) bei PD 60 mm: 1,50 m
- Stereotiefe (nach vorn) bei PD 70 mm: 1,33 m

Aus geometrischen Gründen ist die Stereotiefe für Stereo-Objekte hinter dem Fixationsobjekt (Wahrnehmung in Inversdarbietung) immer größer als für Stereo-Objekte vor dem Fixationsobjekt (Wahrnehmung in Konversdarbietung). Daher dürfen aus diesem Unterschied keine Prismenschritte abgeleitet werden.

Die wahrgenommene Stereotiefe liefert einen Hinweis auf die momentane Qualität der sensorischen Auswertung der querdysparaten Abbildung.

Für zu geringe Stereotiefe kommen verschiedene Ursachen in Frage:

1. Die Vollkorrektur ist noch nicht erreicht.
Dann verbessert sich die Stereotiefe oft durch Prismenschritte an weiteren Testen, insbesondere am Stereo-Dominanztest.
2. Trotz Vollkorrektur hat (noch) keine vollständige sensorische Rückschaltung auf bizentrale Korrespondenz stattgefunden.
Dann verbessert sich die Stereotiefe in der Regel nach längerem Tragen der prismatischen Korrektur.

Da zunächst nicht unterschieden werden kann, welche Ursache vorliegt, darf aufgrund zu geringer Stereotiefe am Stereo-Verzögerungstest keine Prismenänderung vorgenommen werden.


Dennoch kann die Erfassung der wahrgenommenen Stereotiefe für die Verlaufskontrolle sinnvoll sein.

12.8 Stereo-Dominanztest

(vormals: Stereo-Valenztest, Valenztest, Stereo-Sehgleichgewichtstest)

en: stereo-dominance test

Kurzzeichen: SD

	<p>In Konversdarbietung sind dem rechten Auge die beiden linken Dreiecke zugeordnet, dem linken Auge die beiden rechten Dreiecke, während der zentrale Punkt mit den Skalen beiden Augen dargeboten wird. In Inversdarbietung ist die Zuordnung der Dreiecke umgekehrt.</p>
---	---

Begriffe

- **Stereo-Valenz**
Wertigkeit beider Augen im querdissparaten Richtungssehen.
- **Stereo-Dominanz** (vormals: Stereo-Prävalenz, Anisovalenz)
Dominanz eines Auges (und somit Ungleichwertigkeit beider Augen) im querdissparaten Richtungssehen.
Hinweis: Stereo-Dominanz führt an diesem Test zur Wahrnehmung von seitlichen Auswanderungen der Dreiecke.
- **Stereo-Äquivalenz** (vormals: Isovalenz)
Gleichwertigkeit beider Augen im querdissparaten Richtungssehen bei temporaler oder bei nasaler Querdissparität.
Hinweis: Bei Stereo-Äquivalenz werden die Dreiecke am Stereo-Dominanztest in *einer* Darbietungsart mittig zu den Skalen wahrgenommen, in der anderen Darbietungsart kann dabei noch eine seitliche Auswanderung der Dreiecke bestehen.

▪ **Stereo-Sehgleichgewicht**

Gleichzeitiges Vorhandensein von Stereo-Äquivalenz in beiden Darbietungsarten.

Hinweis: Bei Stereo-Sehgleichgewicht werden die Dreiecke am Stereo-Dominanztest in *beiden* Darbietungsarten mittig zu den Skalen wahrgenommen.

Missverständliche Verwendung des Begriffs "Prävalenz"

Da Prävalenz (genauer: Stereo-Prävalenz) im Kontext der MKH eine Eigenschaft des *Auges* ist, sollte dieser Begriff – entgegen langjährigen Gepflogenheiten auch innerhalb der IVBS – nicht mehr zur Beschreibung der *Testwahrnehmung* verwendet werden.

Ein Wechsel der Darbietungsart hat keinen Einfluss auf die Stereo-Prävalenz, also die Stereo-Dominanz des stellungsmäßigen Führungsauges.

Entsprechend missverständlich sind Angaben wie "größere Prävalenz in Inversdarbietung" als Beschreibung einer größeren Auswanderung der Dreiecke in dieser Darbietungsart oder "Prävalenz nach rechts" als Beschreibung der Auswanderung der Dreiecke in diese Richtung.

Um derartige Missverständnisse zu vermeiden, wurde der Begriff Stereo-Dominanz eingeführt.

Anwendungszweck

- Prismatischer Ausgleich der dritten bis sechsten Unterart von disparater Korrespondenz (FD II/3-6, verfestigte FD) und motorisch kompensierter Heterophorie-Anteile, die sich bisher noch nicht entspannt hatten.
- Klären der Frage, ob an diesem Test Stereo-Dominanz besteht.

Ausführungsformen

Der Stereo-Dominanztest steht mit unterschiedlichen Stereowinkeln zur Verfügung.

12 Heterophorie-Bestimmung Ferne

Standard: Stereowinkel 12,5' (entspricht 20 mm Stereoparallaxe bei 5,5 m Prüferentfernung).

Wurde nicht diese Standardausführung angewendet, muss dokumentiert werden, mit welchem Stereowinkel (bzw. mit welcher Stereoparallaxe bei welcher Prüferentfernung) geprüft wurde.

Funktionsweise

In Konversdarbietung werden dem rechten Auge die Dreiecke auf den linken äußeren Skalenstrich zeigend dargeboten und dem linken Auge auf den rechten äußeren Skalenstrich. Nur wenn beide Augen absolut gleichwertig am Zustandekommen der binokularen Raumwahrnehmung beteiligt sind, werden die Dreiecke nach der Verarbeitung beider Einzelbilder mittig auf die Skalen zeigend wahrgenommen. (Abb. 6)

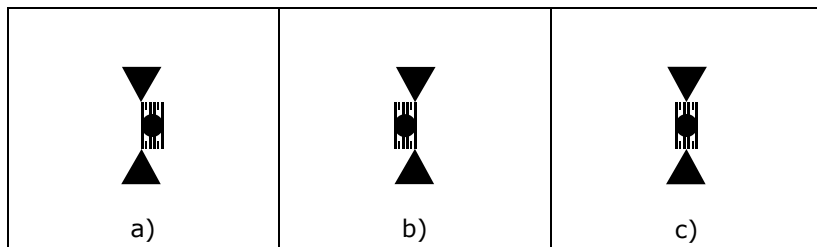


Abb. 6: Seheindrücke am Stereo-Dominanztest; a) Seheindruck des rechten Auges in Konversdarbietung; b) Seheindruck des linken Auges in Konversdarbietung; c) Idealer binokularer Seheindruck

Sofern jedoch eines der Augen stereo-dominant ist, wird sich dessen monokularer Seheindruck im Binokularsehen durchsetzen, d.h. die Dreiecke werden mit einer seitlichen Auswanderung (nach rechts oder links) wahrgenommen. Jedoch kann eine solche Auswanderung auch von einer funktionellen Ungleichwertigkeit der beiden Augen (bezüglich Visus, Kontrastempfindlichkeit usw.) verursacht werden.

Trotz ansonsten funktioneller Gleichwertigkeit arbeiten Augenpaare mit verfestigter FD nicht mehr gleichwertig zusammen. Am Stereo-Dominanztest zeigen sich dann seitliche Auswanderungen der Dreiecke. Um daraus die sinnvolle Prismenbasislage ableiten zu können, ist stets die Wahrnehmung in *beiden* Darbietungsarten zu vergleichen.

Begründung:

- Bei Exo-FD besteht eine größere seitliche Auswanderung der Dreiecke in Konversdarbietung.
- Bei Eso-FD besteht eine größere seitliche Auswanderung der Dreiecke in Inversdarbietung.
- Bei Vertikal-FD bestehen gleich große seitliche Auswanderungen der Dreiecke in beiden Darbietungsarten.

Das Ausmaß der seitlichen Auswanderung der Dreiecke ist davon abhängig, wie stark die Unterlegenheit des nicht führenden Auges ausgeprägt ist. Dies wird bestimmt durch die Intensität visueller Hemmungen sowie die Größe der FD (Abstand des disparaten Korrespondenzentrums von der Foveamitte).

Testerläuterung und -anwendung

Zunächst kann darauf hingewiesen werden, dass an diesem Test nicht die räumliche Tiefe, sondern die seitliche Position der Dreiecke zu den Skalen beurteilt werden soll.

Bei Bedarf kann die maximal mögliche seitliche Auswanderung der Dreiecke (bis zum Ende der Skalen) durch Zudecken jeweils eines Auges gezeigt werden.

Aufgrund der räumlichen Tiefe der Dreiecke ist die Beurteilung ihrer horizontalen Position recht anspruchsvoll. Bei nicht ausreichender Sehschärfe (kleiner als 0,8) kann die Beurteilung zusätzlich erschwert sein, weil dann die feinen Skalenstriche nicht hinreichend erkannt werden. Daher muss der Untersucher seine Befragung so anpassen, dass der Klient nicht verunsichert oder überfordert wird.

Im weiteren Verlauf wird darauf geachtet, ob einer der folgenden Fälle besteht:

Fall 1: Seitliche Auswanderung der Dreiecke

Fall 2: Diplopie der Dreiecke oder des Punktes (mit Skalen)

12 Heterophorie-Bestimmung Ferne

Zu Fall 1 (Auswanderung):

Zu Beginn erfolgt eine möglichst genaue Abfrage der Dreieckpositionen:

- separat in beiden Darbietungsarten
- jeweils für oben und unten

Bei seitlicher Auswanderung der Dreiecke wird unabhängig davon, ob sich bereits Prismen in der Messbrille befinden, zunächst ein erster versuchsweiser Prismenschritt gemäß folgender Stereoregeln durchgeführt:

Tab. 2: Stereoregeln für den Stereo-Dominanztest

Auswanderung	Versuchsweise Maßnahme
größer in Konversdarbietung	mit Prisma Basis innen prüfen
größer in Inversdarbietung	mit Prisma Basis außen prüfen
gleich groß in beiden Darbietungsarten	mit Prisma Basis oben oder unten prüfen

Sonderfall:

Unterschiedliche seitliche Auswanderungen von oberem und unterem Dreieck in einer Darbietungsart weisen auf einen Vertikalfehler hin. Falls bereits ein Vertikalprisma ermittelt wurde, wird dieses zunächst versuchsweise verstärkt.

Die Auswirkung einer jeden prismatischen Änderung wird durch erneutes Abfragen der seitlichen Position von oberem und unterem Dreieck in beiden Darbietungsarten geprüft.

Sofern seitliche Auswanderungen der Dreiecke zwar verringert, aber noch nicht beseitigt wurden, muss gemäß den Stereoregeln (Tab. 2) der nächste Prismenschritt festgelegt werden.

Beispiel: Zu Beginn gleich große seitliche Auswanderung in beiden Darbietungsarten. Nach Veränderung mit Vertikalprisma: Seitliche Auswanderung nur noch in einer Darbietungsart; jetzt also versuchsweise mit Horizontalprisma prüfen.

Lassen sich seitliche Auswanderungen durch diese Stereoregeln nicht beseitigen oder zumindest verringern, wird auch mit den übrigen Basislagen in beiden Darbietungsarten auf verbliebene Fehler geprüft.

Anmerkung zu den Stereoregeln

Am Stereo-Verzögerungstest kann "falsche" Fixation (Anblicken der Dreiecke anstelle des Fixierpunktes) zu einer scheinbar widersprüchlichen Stereo-Verzögerung führen (z.B. bei Esophorie Verzögerung nach vorn anstatt nach hinten). Aus diesem Grund wird am Stereo-Verzögerungstest zwischen zwei Ausgangssituationen unterschieden (mit/ohne Prismen in der Messbrille). Durch die für die meisten Fälle zutreffende Regel, an den vorherigen Testen ermittelte Prismen zunächst versuchsweise zu verstärken, treten entsprechende Missverständnisse häufig erst gar nicht auf.

Am Stereo-Dominanztest können derartige Widersprüche nicht auftreten, denn die Stereo-Dominanz kann nicht dadurch zwischen beiden Augen wechseln, dass der Klient andere Testteile anblickt. Daher gelten die für diesen Test angegebenen Stereoregeln für alle Fälle (mit oder ohne Prismen in der Messbrille); sie entsprechen den Stereoregeln für den Stereo-Verzögerungstest für Ausgangssituation B.

Abfolge der Prismenschritte

- Größe des ersten Prismenschrittes: 0,25 cm/m

Das jeweilige Messprisma *vorhalten* und nur bei bleibender Verbesserung in die Messbrille einsetzen, ansonsten *entfernen* und mit dem nächststärkeren Messprisma in gleicher Weise verfahren.

Begründung: Ein Messprisma, welches keine dauerhafte Verbesserung bewirkt, muss wieder entfernt werden, weil ansonsten Gefahr zu Überkorrektur besteht (s. S. 62).

12 Heterophorie-Bestimmung Ferne

Außerdem sollen dadurch Messfehler aufgrund möglicher Ausweichbewegungen eines zentral gehemmten Auges vermieden werden.

Aus diesem Grund sollen auch prismatische Abgleichleisten nicht durchgezogen werden, und es darf keine kontinuierliche Verstärkung der prismatischen Wirkung erfolgen (daher keine Verwendung von Prismenkompensatoren).

Falls die seitliche Auswanderung mit dem ersten versuchsweise vorgehaltenen Messprisma

- dauerhaft beseitigt wird:
0,25 cm/m einsetzen und Stereo-Dominanztest verlassen
- dauerhaft verringert wird:
0,25 cm/m einsetzen und zusätzlich versuchsweise 0,25 cm/m vorhalten* (ggf. mit anderer Basislage, siehe obiges Beispiel)
- unverändert bestehen bleibt oder nur kurzzeitig (im ersten Moment des Vorhaltens) verringert wird:
0,25 cm/m unbedingt wieder entfernen und versuchsweise 0,5 cm/m vorhalten* (mit gleicher Basislage)

**Bei Bedarf sinngemäß weitere Prismenschritte in Abstufungen von 0,25 cm/m vornehmen (erfahrungsgemäß bis ca. 1,0 cm/m). Bei Verdacht auf Tonuslösung sollten diese motorischen Anteile zunächst am Kreuztest ausgeglichen werden. Anschließend wird die Messung am Stereo-Dominanztest fortgesetzt.*

Zum Feststellen geringer Unterschiede zwischen oberer und unterer Dreieckposition wird gefragt, ob die Dreieckspitzen genau aufeinander zeigen.

Zum Erkennen geringer (Rest-)Abweichungen von der Skalenmitte kann das schnelle Wechseln der Darbietungsart hilfreich sein. Sollten die Dreiecke dabei seitlich springen, ist noch kein Stereo-Sehgleichgewicht erreicht.

Für fortbestehende, in beiden Darbietungsarten gleich große seitliche Auswanderungen der Dreiecke kommen verschiedene Ursachen in Betracht:

- noch nicht aufgelöste visuelle Hemmungen (und damit weiterhin Stereo-Dominanz des Gegenauges)
- noch nicht korrigierte Anteile von Vertikal-FD
- Refraktionsungleichgewicht
- funktionelle Ungleichwertigkeit beider Augen (Visus- bzw. Kontrastunterschiede), hervorgerufen z.B. durch Amblyopie, einseitige Augenerkrankungen, Irregularitäten der Cornea oder Entwicklungsdefizite

Zumindest bei der ersten Messung einer Heterophorie mit verfestigter Fixationsdisparität ist selbst mit prismatischer Vollkorrektur nicht in jedem Fall zu erwarten, dass sofort Stereo-Sehgleichgewicht erreicht wird. Begründung: Fortbestehende visuelle Hemmungen verhindern zunächst noch eine gleichwertige Verarbeitung. Die somit fortbestehende Stereo-Dominanz wird erst durch das längere Tragen der prismatischen Vollkorrektur beseitigt. Falls dadurch kein Stereo-Sehgleichgewicht erreicht wird, ist ein Mikrostrabismus in Betracht zu ziehen.

Prüfkriterium

Ein versuchsweise vorgehaltenes Prisma wird nur dann in die Messbrille eingesetzt, wenn dadurch die seitliche Auswanderung der Dreiecke verringert wird. Die Wahrnehmung einer größeren räumlichen Tiefe ist kein Prüfkriterium.

Am Stereo-Dominanztest können bei bestimmten Prismenschritten scheinbare Verbesserungen auftreten, die allerdings zu Fehlinterpretationen führen können. Ursache sind die mit verfestigter Fixationsdisparität einhergehenden visuellen Hemmungen, die im Netzhautzentrum des FD-Auges besonders stark ausgeprägt sein können. Je näher das Netzhautbild diesem derart gehemmten Netzhautbereich liegt, umso unruhiger kann die Wahrnehmung zunächst sein.

12 Heterophorie-Bestimmung Ferne

Wird die prismatische Wirkung – aufgrund fortbestehender Stereo-Dominanz – im Zuge eines Feinabgleichs versuchsweise abgeschwächt, empfindet der Klient diese Änderung möglicherweise spontan als besser, ruhiger oder angenehmer, weil das Bild auf eine weniger gehemmte Netzhautstelle verlagert wurde. Langfristig lassen sich die visuellen Hemmungen jedoch nur durch bizenale Bildlage auflösen, was für eine verträgliche prismatische Korrektur häufig unerlässlich ist.

Bei verfestigten sensorischen Anpassungen ist zu erwarten, dass sich das mit einer prismatischen Korrektur angestrebte entspannte Sehen nicht spontan einstellt, sondern erst nach längerer Tragezeit (erfahrungsgemäß bis zu sechs Wochen). Daher stellt die subjektive Empfindung des Klienten während oder unmittelbar nach der Messung in derartigen Fällen kein Prüfkriterium dar.

Prinzipiell gilt:

Nur bei beseitigter oder eindeutig verringerter seitlicher Auswanderung der Dreiecke wird eine prismatische Veränderung in die Messbrille übernommen.

Angestrebte Testwahrnehmung

Die Dreiecke sollen in beiden Darbietungsarten ohne seitliche Auswanderung, also mittig zum Fixierobjekt (Punkt mit Skalen) wahrgenommen werden.

Wird dies nicht erreicht, wird bestmögliche Symmetrie mit dem schwächsten Prisma angestrebt. Das bedeutet, verbleibende seitliche Auswanderungen sollten in beiden Darbietungsarten möglichst gleich und gleichzeitig möglichst klein sein.

Placebo-Kontrolle mit Nullglas?

Gelegentlich wird vorgeschlagen, die Zuverlässigkeit der Klientenaussagen mit Hilfe eines Nullglases zu überprüfen und eine Änderung der prismatischen Wirkung nur dann vorzunehmen, wenn mit dem Prismenglas eindeutig eine verbesserte Testwahrnehmung abgegeben wird, mit dem Nullglas hingegen nicht.

Das funktioniert allerdings nur in Fällen, bei denen die seitliche Verschiebung der Dreiecke beim Entfernen des versuchsweise vorgehaltenen Messprismas wieder auftritt.

In anderen Fällen kann die verbesserte Testwahrnehmung jedoch nach Entfernen des versuchsweise vorgehaltenen Messprismas kurzzeitig bestehen bleiben. Dann kann das Nullglas-Kriterium zu fehlerhaften Messschritten führen.

Erläuterung: Angenommen ein bestimmtes Messprisma bewirkt im FD-Auge zentrale Abbildung und beseitigt damit die bis dato bestehende visuelle Hemmung. Durch die Reaktivierung der Foveola als Korrespondenzzentrum wird der Stereo-Dominanztest jetzt ohne seitliche Verschiebung der Dreiecke wahrgenommen. Dieser ideale Zustand kann auch nach Entfernen des zugehörigen Messprismas kurzzeitig bestehen bleiben. Ein Vergleich Prismenglas/Nullglas könnte dann keinen Unterschied anzeigen und würde sogar implizieren, das zuvor korrekt bestimmte Prisma nicht zu geben.

Demnach müsste das Nullglas rein theoretisch *vor jeder* einzelnen Überprüfung mit einem Prismenglas vorgehalten werden. Dies würde jedoch die praktische Anwendbarkeit des Stereo-Dominanztests deutlich erschweren.

Zu Fall 2 (Diplopie):

Zunächst ist zu klären, ob Diplopie (der Dreiecke oder des Punktes mit Skalen) in *beiden* Darbietungsarten besteht.

Tritt Diplopie in nur *einer* Darbietungsart auf, wird vorgegangen wie bei einer seitlichen Auswanderung der Dreiecke in nur einer Darbietungsart (Horizontalprisma gemäß Tabelle 2). Ziel ist dabei zunächst die Beseitigung der Diplopie. Anschließend wird auf Stereo-Dominanz geprüft.

Tritt Diplopie in *beiden* Darbietungsarten auf, wird von eingeschränkten Panumbereichen ausgegangen. Daher wird dann ein Stereo-Dominanztest mit kleinerem Stereowinkel angewendet. Sollte auch dort Diplopie bestehen, wird die Prüfung am Stereo-Dominanztest abgebrochen und auf den Stereo-Sehschärfetest gewechselt.

Typische Fehler am Stereo-Dominanztest

Fehler 1: Prismenschritte werden aufgrund der seitlichen Auswanderung der Dreiecke in nur einer Darbietungsart abgeleitet.

Beispiel: Sie bieten den Stereo-Dominanztest nur in Konversdarbietung dar, und es besteht dort keine Auswanderung der Dreiecke. Sie werten dies fälschlicherweise als Hinweis auf bereits erreichte Vollkorrektion.

Tatsächlich liegt ein noch unkorrigierter Anteil von Eso-FD vor. Den entscheidenden Hinweis darauf hätten Sie aufgrund einer seitlichen Auswanderung der Dreiecke in Inversdarbietung erhalten. Also hätten Sie mit Prisma Basis außen prüfen müssen.

Abhilfe: Prismenschritte müssen stets anhand des Vergleichs der seitlichen Auswanderungen der Dreiecke in beiden Darbietungsarten abgeleitet werden!

Fehler 2: Die Basislage des erforderlichen Prismas wird anhand der Richtung der seitlichen Auswanderung der Dreiecke festgelegt.

Beispiel: Sie finden in Konversdarbietung eine Auswanderung der Dreiecke nach rechts und in Inversdarbietung keine Auswanderung. Sie werten die Auswanderung der Dreiecke nach rechts fälschlicherweise als Hinweis auf ein erforderliches Prisma mit Basis außen (in Analogie zum Kreuztest).

Tatsächlich liegt jedoch ein noch unkorrigierter Anteil von Exo-FD mit Stereo-Dominanz des linken Auges vor, und Sie hätten Prisma Basis innen verstärken müssen.

(Erläuterung: Die Exo-FD erschwert die Auswertung der temporal-querdisparat liegenden Dreieck-Bilder, die Stereo-Dominanz des linken Auges verursacht in Konversdarbietung die wahrgenommene Auswanderung der Dreiecke nach rechts.)


Abhilfe: Die Basislage des erforderlichen Prismas muss anhand des Vergleichs der Auswanderungsgrößen in beiden Darbietungsarten bestimmt werden (s. Tab. 2).

12.9 Stereo-Sehschärfetest

(vormals: Differenzierter Stereotest)

en: stereo-acuity test

Kurzzeichen: Dn (n = Anzahl der Zeilen)

	<p>In Konversdarbietung erscheint in jeder Zeile eine Stereofigur nach vorn, wobei der Stereowinkel von Zeile zu Zeile abnimmt. In Inversdarbietung erscheinen die Stereofiguren nach hinten.</p>
---	---

Begriffe

- **Stereogrenzwinkel**

Kleinster Stereowinkel, bei dem Stereopsis vorhanden ist.

- **Stereo-Sehschärfe**

Schwellenwert der Fähigkeit, ausschließlich aufgrund querdispersiver Abbildung im relativen Tiefensehen kleine Entfernungsdifferenzen wahrzunehmen.

Die Qualität der Stereo-Sehschärfe kann über den Stereogrenzwinkel ausgedrückt werden.

Anwendungszweck

- Falls am Stereo-Dominanztest Stereo-Sehgleichgewicht erreicht wurde: Ermitteln des Stereogrenzwinkels in beiden Darbietungsarten.
- Falls kein Stereo-Sehgleichgewicht erreicht wurde: Feinbestimmung der prismatischen Wirkung anhand der Kriterien Stereogrenzwinkel und (optional) Primärverzögerung.

12 Heterophorie-Bestimmung Ferne

Dies gilt auch für Fälle, bei denen sich die Stereowinkel in beiden Darbietungsarten trotz Stereo-Sehgleichgewichts um mehr als eine Winkelstufe unterscheiden.

Eine an diesem Test ermittelte prismatische Veränderung darf sich jedoch nicht nachteilig auf die Wahrnehmung am Stereo-Dominanztest auswirken.

Testvarianten

Stereo-Sehschärfeteste werden mit der jeweiligen Zeilenanzahl benannt. Für die MKH wurden im Laufe der Jahre verschiedene Varianten entwickelt: D5 (1970), D6 (1997), D8 (1999), D9 (1999), D10 (2014).

Diese Kurzzeichen werden weiterverwendet. Sie beziehen sich auf die frühere Bezeichnung "Differenzierter Stereotest".

Tab. 3: Stereowinkel in verschiedenen Stereo-Sehschärfetesten

Zeile	D5	D6	D8	D9	D10
1	4'	5'	5'	5'	300" (5')
2	3'	4'	4'	4'	192" (3,2')
3	2'	3'	3'	3'	120" (2')
4	1'	2'	2'	2'	75" (1,25')
5	30"	1'	1'	1'	48" (0,8')
6		30"	30"	30"	30" (0,5')
7			20"	20"	19,2" (0,32')
8			10"	10"	12" (0,2')
9				5"	7,5" (0,125')
10					4,8" (0,08')

Da der physiologische Stereogrenzwinkel meist 5 bis 10" beträgt²³, ist mit Testen, die als kleinsten Stereowinkel 30" enthalten (D5 und D6), keine zuverlässige Bestimmung möglich.

Anforderungen

Idealerweise sollten Stereo-Sehschärfeteste die nachfolgend aufgeführten Kriterien erfüllen.

Tab. 4: Kriterien für Stereo-Sehschärfeteste

Kriterium	D5	D6	D8	D9	D10
schwarze Testfiguren auf weißem Untergrund	●	●	●	●	●
keine Stereofiguren direkt untereinander	●	●	●	●	●
keine Stereofiguren in Randposition		●	●	●	●
maximal drei Zeilen pro Testfeld		●	●	●	●
ausschließlich strichförmige Testfiguren		●	●	●	●
zufallsgenerierte Position der Stereofiguren		●	●		●
Stereowinkel bis ca. 5 Winkelsekunden				●	●
logarithmische Abstufung der Stereowinkel					●

Testerläuterung und -anwendung

Zu Beginn wird der Klient gebeten, in jeder Zeile denjenigen Strich anzugeben, den er mit räumlicher Tiefe wahrnimmt.

²³ H. Schober: "Das Sehen", Band II, 2. Auflage, Leipzig, Fachbuchverlag (1958); S. 420

M. Millodot: "Dictionary of Optometry and Vision Science", 8. Auflage, Elsevier (2019); S. 10

12 Heterophorie-Bestimmung Ferne

Im weiteren Verlauf wird darauf geachtet, ob einer der folgenden Fälle besteht:

Fall 1: Auffällig große und/oder unterschiedliche Stereogrenzwinkel in beiden Darbietungsarten

Fall 2: Tiefensehen mit zeitlicher Verzögerung

Fall 3: kein Tiefensehen

Bei Heterophorie werden sich an dieser Stelle aufgrund des bisherigen Ablaufs der Heterophorie-Bestimmung bereits Prismen in der Messbrille befinden, und nur in diesem Fall werden weitere prisma-tische Prüfschritte vorgenommen.

Es wird zunächst das vorhandene Prisma versuchsweise verstärkt. Tritt damit keine Verbesserung ein, wird versuchsweise abgeschwächt.

Folgende Regeln gelten einheitlich für beide Prüfkriterien (Stereogrenzwinkel und Primärverzögerung) und werden deshalb vorab genannt. (Tab. 5)

Tab. 5: Stereoregeln für den Stereo-Sehschärfetest

Auffälliger Stereogrenzwinkel oder Primärverzögerung	Versuchsweise Maßnahme
in nur einer Darbietungsart	Horizontalprisma* verstärken
in beiden Darbietungsarten, aber unterschiedlich groß	
in beiden Darbietungsarten und gleich groß	Vertikalprisma* verstärken

*Ausnahmen: Siehe Tabelle 1, Seite 60 (Stereo-Verzögerungstest)

Auffälliger Stereogrenzwinkel

Es sollten mindestens 12" erreicht werden (Zeile 8 im D10).

Größere Werte gelten in der MKH als auffällig.

Der Stereogrenzwinkel ist individuell unterschiedlich, und für größere Werte können u.a. Alter und pathologische Veränderungen verantwortlich sein.²⁴

Prismenschritte

- erster Prismenschritt: 0,25 cm/m vorhalten bzw. einsetzen
- bei Verbesserung: weitere 0,25 cm/m vorhalten bzw. einsetzen
- bei Ausbleiben einer Reaktion: 0,25 cm/m entfernen* und 0,5 cm/m vorhalten bzw. einsetzen
- weitere Prismenschritte werden nicht empfohlen
- maximale Veränderung der prismatischen Wirkung an diesem Test: 0,5 cm/m (jeweils horizontal und vertikal)

**Analog zu den anderen Stereopsis-Testen muss auch hier ein Messprisma, welches keine Verbesserung bewirkt, wieder entfernt werden, weil ansonsten Gefahr zu Überkorrektion besteht (s. S. 62).*

Zu Fall 1 (Stereogrenzwinkel):

Der Klient soll zunächst die obere Zeile anblicken.

Fragebeispiel:

„In der oberen Zeile befinden sich fünf Striche. Sind diese alle gleich weit von Ihnen entfernt?“

Dementsprechend wird Zeile für Zeile vorgegangen, zunächst in der einen, danach in der anderen Darbietungsart.

Da dieser Test sehr hohe Anforderungen an die Stereopsis stellt, liefert nur anfänglich fehlendes Tiefensehen keinen Hinweis auf Prismenschritte.

²⁴ K. Mörer, J. Vogl: "Ermittlung des Normwertes für den Stereogrenzwinkel bei Erwachsenen", Masterarbeit Beuth Hochschule Berlin (2019)

Möglichkeiten, dem Klienten die Beurteilung zu erleichtern

- Die Striche einer Zeile einzeln nacheinander anblicken lassen
- Wechsel der Darbietungsart
- Hinweis, dass ein Strich nach vorn oder hinten stehen kann
- Hinweis, dass ein Strich nach vorn steht (in Konversdarbietung) oder dass ein Strich nach hinten steht (in Inversdarbietung)

Wird Tiefensehen nicht für alle Zeilen in beiden Darbietungsarten erreicht, wird jeweils die vorhandene prismatische Wirkung versuchsweise verstärkt, indem ein Prisma gemäß den Stereoregeln in Tabelle 5 *vorgehalten* wird.

Anschließend wird in beiden Darbietungsarten an der ersten nicht bestandenen Zeile auf Verbesserung des Stereogrenzwinkels geprüft.

Formulierungsbeispiel:

„Können Sie jetzt auch in dieser Zeile einen Strich räumlich erkennen?“

Führt Verstärkung zu keiner Verbesserung (Stereofigur in mehr Zeilen richtig erkannt), wird auch mit den übrigen Basislagen in beiden Darbietungsarten auf verbliebene Fehler geprüft.

Prüfkriterium

Ein versuchsweise vorgehaltenes Prisma wird nur dann in die Messbrille eingesetzt, wenn in mindestens einer zusätzlichen Zeile die Position der Stereofigur richtig erkannt wird. Die Wahrnehmung einer größeren räumlichen Tiefe eines bereits räumlich erkannten Striches beim Vorhalten eines Messprismas ist kein Prüfkriterium.

Prinzipiell gilt:

Nur bei eindeutig verkleinertem Stereogrenzwinkel (also besserer Stereo-Sehschärfe) wird eine prismatische Veränderung in die Messbrille übernommen.

Für eine verlässliche Bestimmung des Stereogrenzwinkels reicht es nicht aus, nur *einen* Messwert heranzuziehen. Vielmehr sollte im Schwellenbereich – also bei Erreichen der individuellen Leistungsgrenze des Klienten – *mehrfach* für den betreffenden Stereowinkel

geprüft werden. Elektronische Sehprüfgeräte ermöglichen hierfür einen schnellen, zufallsgenerierten Wechsel der Position. In Analogie zur Bestimmung der Sehschärfe gilt ein Stereowinkel erst dann als erkannt, wenn die Position der Stereofigur bei fünf aufeinanderfolgenden Darbietungen der entsprechenden Zeile viermal korrekt angegeben wurde.

Angestrebte Testwahrnehmung zu Fall 1

In beiden Darbietungsarten möglichst gleicher und gleichzeitig möglichst kleiner Stereogrenzwinkel.

Wird kein identischer Stereogrenzwinkel in beiden Darbietungsarten erreicht, so gilt als Toleranz, dass sich diese um maximal eine Winkelstufe unterscheiden dürfen. Dies ist nur anwendbar bei logarithmischer Abstufung wie im D10 (konstanter Unterschied um den Faktor 1,5848 pro Winkelstufe).

Die Größe des erreichbaren Stereogrenzwinkels hängt von der individuellen Stereo-Sehschärfe ab.

Zu Fall 2 (Verzögerung):

Optional kann anschließend durch mehrmalige Wechselprobe auf Primärverzögerung geprüft werden. Diese Prüfung erfolgt in der Zeile, die derjenigen Zeile mit dem aktuellen Stereogrenzwinkel vorausgeht (also eine Zeile höher). Für den Fall unterschiedlicher Stereogrenzwinkel in beiden Darbietungsarten wird von dem größeren Wert ausgegangen.

Nur anfänglich verzögertes Tiefensehen (während der Erklärung) ist nicht als Primärverzögerung zu werten.

Bleibt die Primärverzögerung auch nach mehrmaliger Wechselprobe eindeutig bestehen, wird jeweils die vorhandene prismatische Wirkung versuchsweise verstärkt, indem ein Prisma gemäß den Stereoregeln in Tabelle 5 *eingesetzt* wird.

Anschließend wird durch mehrmalige Wechselprobe geprüft, ob die Primärverzögerung eindeutig verringert oder beseitigt wurde.

Führt Verstärkung zu keiner Verbesserung (schnelleres Erkennen der Stereofiguren), wird auch mit den übrigen Basislagen mittels mehrmaliger Wechselprobe auf verbliebene Fehler geprüft.

Prüfkriterium

Ein versuchsweise eingesetztes Prisma darf nur dann in der Messbrille verbleiben, wenn es sich positiv auf die Primärverzögerung auswirkt. Die Wahrnehmung einer größeren räumlichen Tiefe ist kein Prüfkriterium.

Prinzipiell gilt:

Nur bei beseitigter oder eindeutig verringerter Primärverzögerung wird eine prismatische Veränderung in der Messbrille belassen.

Angestrebte Testwahrnehmung zu Fall 2

Unverzögertes Tiefensehen in beiden Darbietungsarten.

Wird dies nicht erreicht, wird bestmögliche Symmetrie mit dem schwächsten Prisma angestrebt. Das bedeutet, verbleibende Stereo-Verzögerungen sollten in beiden Darbietungsarten möglichst gleich und gleichzeitig möglichst gering sein.

Am Stereo-Sehschärfetest erfolgt keine Prüfung auf Sekundärverzögerung, weil die Stereotiefen für eine sichere Beurteilung eines "Nachrutschens" zu klein sind.

Zu Fall 3 (kein Tiefensehen):

An diesem Test muss dem Klienten genügend Zeit gegeben werden, und ggf. sollte versucht werden, ihm die Beurteilung zu erleichtern (s. S. 82).

Falls durch gezielte Nachfragen schließlich doch Tiefensehen zustande kommt, dann weiter wie zu Fall 1 beschrieben.

Möglicherweise stellt aber selbst der größte an diesem Test verfügbare Stereowinkel zu hohe Anforderungen an die Stereopsis. Hierfür können noch bestehende visuelle Hemmungen verantwortlich sein.

In einem solchen Fall kann die Qualität der Stereopsis hilfsweise am Stereo-Verzögerungstest mit kleinerem Stereowinkel (z.B. 9') überprüft werden.

13 Tonuskontrolle

Ursprünglich war dieser Arbeitsschritt Teil des so bezeichneten "Rücklaufs". Die Vorgehensweise, die Teste in umgekehrter Reihenfolge darzubieten, war allein durch die Anordnung der Teste auf einem Testband bedingt.

In elektronischen Sehprüfgeräten lassen sich alle Teste direkt auswählen. Dies ermöglicht eine rationellere Durchführung, indem direkt zum Kreuztest gewechselt werden kann.

Die früher ebenfalls im Rahmen des Rücklaufs durchgeführte Analyse des sensorischen Anpassungszustands (Unterarten der FD) wird im Kapitel 17 "FD-Analyse" beschrieben.

Zweck

Bestimmen des Kreuztest-Nullstellungsprismas nach möglicherweise weiterer muskulärer Entspannung (Fusionstonuslösung) (s. auch S. 105).

Durchführung

Im Anschluss an die Stereopsis-Teste wird am Kreuztest kontrolliert, ob sich Fusionstonus gelöst hat. Falls ja, wird die Nullstellungswahrnehmung durch Verstärken der prismatischen Wirkung wiederhergestellt.

Sofern zuvor am Kreuztest noch Kontrastunterschiede bestanden, wird darauf geachtet, ob sich inzwischen Kontrastgleichheit eingestellt hat.

Anschließend wird die Korrektionsbestimmung mit der Prüfung auf Refraktionsgleichgewicht fortgesetzt.

Bei Überkorrektionswahrnehmung am Kreuztest kann eine verfestigte disparate Korrespondenz der Unterarten 4, 5 oder 6 vorliegen. Aus diesem Grund sollte die prismatische Wirkung an dieser Stelle nicht abgeschwächt werden (s. S. 105).

14 Binokular-refraktiver Abgleich Ferne

Im Rahmen der MKH erfolgt der binokular-refraktive Abgleich erst *nach* der Heterophorie-Bestimmung für die Ferne.

Begründung: Ohne prismatische Korrektur nehmen Exophore aufgrund der Koppelung von Akkommodation und Vergenz unter binokularen Sehbedingungen (also auch an Testen für den binokular-refraktiven Abgleich) zu viel Minus an. Unkorrigierte Esophore tendieren dazu, zu viel Plus anzunehmen. In beiden Fällen können die in den Testen enthaltenen Fusionsreize eine motorische Kompensation auslösen, die automatisch eine vergenzbedingte Akkommodation nach sich zieht.

Die fehlerhafte Auswirkung auf das Refraktionsergebnis ist abhängig vom individuellen AC/A-Gradienten, der durchschnittlich 4 pdpt/dpt beträgt. Demnach würde bereits 0,25 dpt Akkommodation 1 cm/m Heterophorie motorisch kompensieren.

Außerdem können sensorische Ausgleichsmechanismen (Fixationsdisparität) die Testbeurteilung erschweren, da dann beim Anblicken des Tests für den binokular-refraktiven Abgleich nicht mit beiden Augen die qualitativ beste Netzhautstelle (Foveamitte) zum Fixieren benutzt wird. Durch das Vorliegen visueller Hemmungen kann die Testwahrnehmung zusätzlich erschwert sein.

Aus diesen Gründen muss sich der Untersucher – bevor Tests für den binokular-refraktiven Abgleich angewendet werden – zunächst Klarheit über den binokularen Status verschaffen und bei Bedarf vorab eine bestehende Heterophorie prismatisch ausgleichen.

Zweck

Bestimmen der endgültigen Achslagen und anschließend der endgültigen sphärischen Korrektionswerte für die Ferne.

Teste und deren Anwendung

- Zylinderachsen:

Die Zylinderachsen können im Monokularsehen und im Binokularsehen unterschiedlich sein.

Mögliche Ursachen:

- Zyκλο-Fehlstellungen (z.B. aufgrund einer Zyκλοphorie)
- prismatische Korrekturen, die sowohl einen Horizontal- als auch einen Vertikalanteil enthalten, denn die damit eingenommene Vergenzstellung entspricht einer Tertiärstellung, die gemäß Listingscher Regel Verrollungen beinhaltet²⁵

Daher erfolgt bei Zylinderwerten $>1,0$ dpt eine nochmalige Überprüfung der Achslagen per Kreuzzylinder unter binokularen Sehbedingungen.²⁶ Die dabei ermittelten Achslagen sind für die Korrektionsbrille zu verwenden.

Geeigneter Test:

- getrennte Optotypen (mehrzeiliger polarisierender Vergleichstest)

- Sphärische Werte:

Da sich im Verlauf der Heterophorie-Bestimmung Akkommodationstonus entspannt haben kann, erfolgt eine nochmalige Prüfung der sphärischen Werte unter binokularen Sehbedingungen.

Zunächst wird auf **Refraktionsgleichgewicht** geprüft. Dabei werden nacheinander beide Augen nach den Regeln des sukzessiven sphärischen Feinabgleichs geprüft.

Prüfkriterium: Kontrastgleichheit.

Geeignete Teste:

- MKH-Kreuztest
- getrennte Optotypen (mehrzeiliger polarisierender Vergleichstest)
- Cowen-Test

²⁵ J. Laengner: "Einfluss prismatischer Brillengläser auf die Verrollung des Einzelauges", Bachelorarbeit Beuth Hochschule Berlin (2020)

²⁶ M. Scheiman, B. Wick: "Clinical Management of Binocular Vision", 5. Auflage, Philadelphia, Wolters Kluwer Health, Lippincott Williams & Wilkins (2020); S. 1

14 Binokular-refraktiver Abgleich Ferne

Anschließend wird auf **Akkommodationsruhelage** geprüft, da sich die Akkommodation auch beiderseits im gleichen Maße entspannt haben kann. Dazu werden versuchsweise beiden Augen simultan gleiche sphärische Werte vorgehalten, zunächst mit positivem und bei Bedarf anschließend mit negativem Scheitelbrechwert.

Die Prüfung erfolgt bei hoher Anforderung an die Sehschärfe.

Geeigneter Test:

- ungetrennte Optotypen

Falls sich durch diese beiden Prüfungen eine Änderung der sphärischen Werte ergibt, sollte eine erneute Kontrolle der prismatischen Werte am Fern-Kreuztest durchgeführt werden. Führt diese zu weiteren Prismenschritten, dann sollte auch die Kontrolle der refraktiven Werte wiederholt werden.

Anmerkungen

Entgegen früheren Empfehlungen erfolgt die finale Festlegung der refraktiven Korrektionswerte (Zylinderachse und Sphäre) somit unter *binokularen* Sehbedingungen. Dadurch soll die Korrektion für das Binokularsehen optimiert werden.

Die MKH ist an dieser Stelle noch nicht beendet, denn eine vollständige Heterophorie-Bestimmung erfordert unabhängig vom Alter des Klienten auch die Prüfung an entsprechenden Nahtesten.

15 Heterophorie-Bestimmung Nähe

15.1 Grundsätzliches

Die Heterophorie-Bestimmung für die Nähe dient zum Überprüfen und ggf. Abändern der an den Ferntesten ermittelten prismatischen Wirkung. Das heißt, möglicherweise kann das Fernprisma mit Hilfe der Nahphorie-Teste optimiert werden.

Außerdem wird dabei entschieden, ob die prismatische Korrektur für die Nähe von der für die Ferne abweichen soll.

Konzept

Ein wesentliches Ziel der MKH ist die Reaktivierung von bizertraler Korrespondenz. Falls diese sensorisch ideale Situation bereits durch die an den Ferntesten ermittelten Prismen erreicht wurde – erkennbar an optimaler Wahrnehmung am Stereo-Dominanztest (Stereo-Sehgleichgewicht) – muss nur noch die Motorik (am Nah-Kreuztest) geprüft werden.

Es besteht die Erfahrung, dass der prismatische Ausgleich FD-bedingter Hemmungen die Sensomotorik oft so stabilisiert, dass mit dem Fernprisma sowohl für die Ferne als auch für die Nähe ein zufriedenstellendes Sehen erreicht wird.

Erläuterung: Die bei Heterophorie mit Fixationsdisparität häufig bestehenden visuellen Hemmungen des Netzhautzentrums beeinträchtigen nicht nur das Sehen in die Ferne, sondern insbesondere auch das Nahsehen, da bei geometrisch korrektem Konvergenzaufwand in das gehemmte Areal abgebildet würde. In der Folge kann sich ein an diese Störung angepasstes Konvergenzverhalten etablieren, in der Regel ein Konvergenzdefizit, das zu den häufig geschilderten Nahsehproblemen führt. Diese fallen insbesondere bei Sehaufgaben mit hohen Anforderungen an die Sehqualität auf. Eine an den Ferntesten ermittelte prismatische Wirkung, welche die FD und damit die Ursache der Hemmungen im Netzhautzentrum beseitigt, gestattet oft eine Normalisierung des Konvergenzverhaltens und wirkt sich somit – obwohl an den Ferntesten ermittelt – auch positiv auf das Nahsehen aus.

15 Heterophorie-Bestimmung Nähe

In anderen Fällen weichen Fern- und Nahphorie deutlich voneinander ab. Daher muss die Heterophorie-Bestimmung stets an den MKH-Nahtesten fortgesetzt werden. Erst danach kann individuell entschieden werden, welche prismatische Korrektur für die Nähe sinnvoll ist.

Obwohl die Regeln für die MKH seit Jahrzehnten auch die Anwendung der Nahteste vorschreiben, wird von einigen Kritikern leider unverändert behauptet, bei der MKH werde die binokulare Korrektur oft nur für die Ferne bestimmt und die Nähe werde häufig vernachlässigt.

Die nachfolgenden Regeln belegen den hohen Stellenwert der Heterophorie-Bestimmung für die Nähe innerhalb der MKH.

Durchführung

Voraussetzung für die Durchführung der Heterophorie-Bestimmung für die Nähe ist Akkommodationsgleichgewicht, auch bei Nicht-Presbyopen. Insbesondere bei Anisometropie ist dies vorab zu prüfen und ggf. herzustellen. Dazu kann ein Kontrastvergleich an einem dafür geeigneten Nahtest (MKH-Kreuztest, mehrzeiliger polarisierender Vergleichstest, Cowen-Test) vorgenommen werden.

Meist unterscheidet sich die Vorgehensweise an den Heterophorie-Nahtesten nicht von der an den Ferntesten. Daher wird hier nur auf Besonderheiten des Vorgehens bei der Heterophorie-Bestimmung an den Nahtesten eingegangen.

Auch in Fällen, in denen die Beschwerden nur das Nahsehen betreffen, muss zunächst die Heterophorie-Bestimmung für die Ferne erfolgen.

Unabhängig vom Alter des Klienten muss die Heterophorie-Bestimmung immer auch für die Nähe durchgeführt werden.

Für die Ferne ermittelte Prismen verbleiben in der Messbrille. Ggf. ist ein geeigneter provisorischer Nahzusatz zu verwenden.

Die Horizontalzentrierung der Messbrille bleibt unverändert (in der Regel PMZ für die Ferne, s. Kap. 3).

Unterschiedliche Nah-Sehprüfgeräte

Bei aktuellen, elektronischen Nah-Sehprüfgeräten wird zunächst die individuelle Hauptarbeitsentfernung des Klienten eingegeben, damit die Teste in der richtigen Größe dargestellt werden. Dann wird das Nah-Sehprüfgerät in dieser Entfernung dargeboten.

Sofern noch ein älteres, mechanisches Nah-Sehprüfgerät verwendet wird, muss dieses in einer Prüferentfernung von 40 cm dargeboten werden.

Erforderliche Teste

Ein Fokuswechsel in die Nähe erfordert eine Änderung der Vergenzstellung, also einen motorischen Aufwand. Zur Beurteilung dieser motorischen Funktion genügt die Anwendung des Kreuztestes für die Nähe.

Für die Praxis bedeutet das: Sofern am Stereo-Dominanztest für die Ferne Stereo-Sehgleichgewicht erreicht wurde, kann die Heterophorie-Bestimmung für die Nähe auf den Kreuztest beschränkt werden.

Für Fälle, in denen an den Ferntesten keine sensorisch ideale Situation erreicht werden konnte, stehen alle weiteren Heterophorie-Teste der MKH in gleicher Reihenfolge auch für die Nähe zur Verfügung.

Die für alle Fälle empfohlene abschließende Bestimmung der Nah-Stereo-Sehschärfe dient gemeinsam mit der Bestimmung der Nah-Sehschärfe der Beurteilung der Qualität des Nahsehens.

Da sich allein durch den Fokuswechsel von der Ferne in die Nähe Fusionstonus lösen kann, sollte im Anschluss an die Darbietung der Nahteste stets eine nochmalige Überprüfung am Fern-Kreuztest erfolgen, auch wenn an den Nahtesten keine Änderung der prismatischen Wirkung vorgenommen wurde.

15.2 Kreuztest

Kurzzeichen: K_N

Bei der Darbietung dieses Tests können folgende Fälle auftreten:

Fall 1: Nullstellungswahrnehmung und Kontrastgleichheit

Fall 2: Nullstellungswahrnehmung, aber Kontrastungleichheit

Fall 3: Exo-Wahrnehmung

Fall 4: Eso-Wahrnehmung

Fall 5: Fehlstellungswahrnehmung in der Vertikalen

zu Fall 1 (Nullstellung, gleicher Kontrast):

In diesem Idealfall kann die Heterophorie-Bestimmung beendet werden. Durch die weiteren Nahteste sind keine zusätzlichen Hinweise auf Prismenschritte zu erwarten. Auch von einem optimalen Koppelungsverhältnis zwischen Akkommodation und Vergenz kann in diesem Fall ausgegangen werden.

zu Fall 2 (Nullstellung, ungleicher Kontrast):

In diesem Fall wird die Nahprüfung an den weiteren Nahtesten fortgesetzt, da visuelle Hemmungen Hinweise auf noch nicht ermittelte FD-Anteile sein können.

zu Fall 3 (Exo-Wahrnehmung):

Falls gleichzeitig eine Fehlstellungswahrnehmung in der Vertikalen besteht, wird diese vorab prismatisch ausgeglichen.

Danach wird zunächst (nötigenfalls mehrmals) versucht, durch Vergrößern der Prüferentfernung Nullstellungswahrnehmung zu erreichen.

- **Gelingt dies** und bleibt die Nullstellungswahrnehmung beim langsamen Wiederannähern auf die Hauptarbeitsentfernung (bzw. 40 cm) erhalten, kann die Heterophorie-Bestimmung

beendet werden, sofern am Stereo-Dominanztest für die Ferne Stereo-Sehgleichgewicht bestand. Ansonsten am Zeigertest für die Nähe weiterprüfen.

Erläuterungen, weshalb zunächst Exo-Wahrnehmung bestand: Exo-Wahrnehmung an binokularen Nahtesten kommt sehr häufig vor und kann sowohl bei Heterophorie als auch bei Orthophorie auftreten, wenn die Testzeichen nur geringe Anforderungen an die Sehschärfe stellen. Dann kann die Teststellung beurteilt werden, obwohl die Augen akkommodativ nicht exakt auf die Prüferntfernung eingestellt sind. Aufgrund der physiologischen Koppelung verursacht dieses Akkommodationsdefizit, dass das Augenpaar auch zu wenig konvergiert. Folglich entsteht eine Exo-Wahrnehmung. Neben dieser unkritischen Ursache kann Exo-Wahrnehmung auch durch Ruhstellungsfehler verursacht werden.

- **Falls es nicht gelingt**, durch Vergrößern der Prüferntfernung Nullstellungswahrnehmung zu erreichen:

1. Fernprisma versuchsweise geringfügig verstärken

Zunächst wird versucht, Nullstellungswahrnehmung oder zumindest eine geringere Exo-Wahrnehmung durch Verstärken der an den Ferntesten ermittelten Prismen zu erreichen.

*Beispiel: Nah-Exo-Wahrnehmung trotz Fern-Esophorie
Maßnahme: Fernprisma, also B.a. verstärken*

Erläuterungen, weshalb sich die Exo-Wahrnehmung durch Vergrößern der Prüferntfernung nicht beseitigen ließ: Eine noch bestehende zentrale Hemmung im FD-Auge verhindert die zentrale Abbildung des zugehörigen Testanteils. Das hat eine für die Prüferntfernung zu geringe Konvergenz zur Folge. Dadurch ergibt sich eine Exo-Stellung unabhängig von der Richtung einer zuvor an den Ferntesten ermittelten Heterophorie.

Falls es sich um derartige Hemmungen handelt, lassen sich diese erfahrungsgemäß schon mit einer geringen Verstärkung (0,25 oder 0,5 cm/m) der Fernprismen auflösen.

2. Übrige Basislagen versuchsweise verwenden

Falls die Verstärkung des Fernprismas nicht erfolgreich war, wird versuchsweise in den gleichen Prismenschritten (0,25 oder 0,5 cm/m) mit allen übrigen Basislagen geprüft.

Auch dabei wird von fortbestehenden, FD-bedingten visuellen Hemmungen ausgegangen.

3. Größere Prismenschritte mit Basis innen

Es ist möglich, dass sich durch den Wechsel von Fern- auf Nahteste Fusionstonus entspannt hat, wodurch (weitere) motorische Anteile einer Exophorie erkennbar werden, die sich (sowohl in der Ferne als auch in der Nähe) durch eine Unterkorrektionswahrnehmung zeigen.

Weitere Ursache für größere Exo-Wahrnehmung in der Nähe: Der Ruhestellungsfehler beim Blick in die Nähe weicht von demjenigen beim Blick in die Ferne in Richtung Exo ab.

Beispiele:

- Ferne: 2 cm/m B.i., Nähe: 5 cm/m B.i.
- Ferne: 6 cm/m B.a., Nähe: 4 cm/m B.a.

Dann kann die Bestimmung des AC/A sinnvoll sein, um die Normalisierung dieses Wertes im Rahmen der Verlaufskontrolle beobachten zu können.

Bezüglich möglicherweise in Frage kommender unterschiedlicher prismatischer Korrekturen für Ferne und Nähe siehe Kapitel 15.4.

Es wird zunächst 1,0 cm/m B.i. gegeben. Die Größe weiterer Prismenschritte richtet sich nach der Auswirkung des jeweils vorangegangenen Schrittes.

zu Fall 4 (Eso-Wahrnehmung):

- Falls an den Ferntesten Esophorie oder Orthophorie ermittelt wurde, hat sich Fusionstonus gelöst, der sich (sowohl in der Ferne als auch in der Nähe) durch eine Unterkorrektionswahrnehmung zeigt.
- Bei gleichzeitigem Auftreten von Eso- und Vertikalabweichung soll die größere der beiden zuerst ausgeglichen werden, bis beide Auswanderungen ungefähr gleich groß sind. Dann in kleinen Schritten abwechselnd die Auswanderung in beiden Richtungen reduzieren.
- Horizontal wird zunächst 1,0 cm/m B.a. gegeben, vertikal 0,5 cm/m B.o. bzw. B.u. Die Größe weiterer Prismenschritte richtet sich nach der Auswirkung des jeweils vorangegangenen Schrittes.
- Andere, theoretisch denkbare Kombinationen:
 - Eso-Wahrnehmung in der Nähe mit Fern-Exophorie
 - Eso-Wahrnehmung in der Nähe mit Fern-Vertikalphorie

Beide Fälle treten nur sehr selten auf und haben in der Regel einen pathologischen Hintergrund (z.B. akkommodative Nah-
Esotropie mit Konvergenzexzess). Da sich diese Richtlinien ausschließlich mit der Messung und Korrektur von Heterophorien befassen, wird hier nicht darauf eingegangen.

zu Fall 5 (Fehlstellungswahrnehmung in der Vertikalen):

- In diesem Fall wird zunächst 0,5 cm/m B.o. bzw. B.u. gegeben. Die Größe weiterer Prismenschritte richtet sich nach der Auswirkung des jeweils vorangegangenen Schrittes.
- Bei Anisometropie muss sichergestellt sein, dass die Fehlstellungswahrnehmung nicht durch falsche Durchblickhöhe verursacht wird.

15.3 Weitere Heterophorie-Teste für die Nähe

Diese Teste sind erforderlich, falls am Stereo-Dominanztest für die Ferne noch kein Stereo-Sehgleichgewicht erreicht wurde und somit möglicherweise noch nicht beseitigte Anteile von Fixationsdisparität bestehen.

Es gelten sowohl für die klassischen FD-Teste (Z_N , DZ_N , H_N) als auch für die Stereopsis-Teste (SV_N , SD_N , Dn_N) die Regeln für die entsprechenden Fernteste.

Abschließend kann die Stereo-Sehschärfe für die Nähe bestimmt werden.

15.4 Nahprisma oder Fernprisma?

Am Ende der Heterophorie-Bestimmung für die Nähe müssen die dabei ermittelten prismatischen Werte zumindest am Kreuztest und am Stereo-Dominanztest für die Ferne überprüft werden.

Werden unterschiedliche prismatische Messwerte an den Ferntesten und an den Nahtesten ermittelt, führt dies nicht automatisch zu unterschiedlichen *Korrektionswerten* für Ferne und Nähe.

Wird die an den Nahtesten ermittelte prismatische Wirkung an den Ferntesten bestätigt (d.h. unveränderte oder verbesserte Wahrnehmung am Kreuztest und am Stereo-Dominanztest), gilt sie sowohl für die Nähe als auch für die Ferne.

Wird sie nicht bestätigt (z.B. erneute Unterkorrektionswahrnehmung am Kreuztest oder vergrößerte seitliche Auswanderung der Dreiecke am Stereo-Dominanztest), muss überprüft werden, ob die Fernprismen auch bei längerem Lesen in der Hauptarbeitsentfernung verträglich sind.

Bei Unverträglichkeit (z.B. extrem anstrengendes Sehen oder sogar Diplopie) sind unterschiedliche prismatische Korrekturen für Ferne und Nähe erforderlich.

Auswertung zum Wahrnehmungsvergleich am K_N

Auf Seite 44 wurde erläutert, dass folgender optionaler Vergleich sinnvoll sein kann:

1. Wahrnehmung am Nah-Kreuztest vor Beginn der Heterophorie-Bestimmung für die Ferne
mit
2. Wahrnehmung am Nah-Kreuztest zu Beginn der Heterophorie-Bestimmung für die Nähe (mit Fernprismen)

Sofern der Nah-Kreuztest mit den Fernprismen *besser* wahrgenommen wird als zu Beginn, wird die prismatische Korrektur meistens auch beim Nahsehen gut vertragen.

Ob eine mit den Fernprismen am Nah-Kreuztest bestehende Fehlstellungswahrnehmung eine Verbesserung bedeutet, lässt sich nur beurteilen, wenn vor der Heterophorie-Bestimmung Ferne am Nah-Kreuztest geprüft wurde.

Bestmögliche Akzeptanz der Fernprismen in der Nähe ist bei Nullstellungswahrnehmung am Nah-Kreuztest zu erwarten.

Falls sich die Wahrnehmung am Nah-Kreuztest mit den Fernprismen (gegenüber der Wahrnehmung vor Beginn der Heterophorie-Bestimmung) *nicht verbessert* oder sogar *verschlechtert* hat, wird die prismatische Korrektur beim Nahsehen möglicherweise unverträglich sein.

Nachfolgend einige Praxisbeispiele, bei denen stets vorab die Wahrnehmung am Nah-Kreuztest erfasst wurde und sich diese mit den Fernprismen *nicht verbessert* hat.

Derartige Sonderfälle erfordern gegenüber den bisher beschriebenen Regeln teilweise eine modifizierte Vorgehensweise.

Beispiel 1

- Fern-Esophorie
- Anfangsstatus am Nah-Kreuztest:
a) Nullstellungswahrnehmung b) Exo-Wahrnehmung
- Nah-Kreuztest mit vollkorrigierenden Fernprismen:
a) Exo-Wahrnehmung b) Größere Exo-Wahrnehmung

In beiden Fällen haben die Basis-außen-Prismen für die Ferne eine Verschlechterung der Nahsituation ausgelöst.

Vorgehensweise:

- Am Nah-Kreuztest versuchsweise das Fernprisma (Basis außen) in kleinen Schritten verstärken. Falls sich dadurch die Exo-Wahrnehmung verringert: Die verstärkten Prismenwerte an den Ferntesten überprüfen.
- Falls die Exo-Wahrnehmung dadurch nicht geringer wird: Fernprisma versuchsweise in kleinen Schritten abschwächen. Falls sich dadurch die Exo-Wahrnehmung verringert: Die abgeschwächten Prismenwerte an den Ferntesten überprüfen.
- Entscheidend für eine Änderung der Fernprismen ist unverändert gute Wahrnehmung an den Ferntesten (K und SD).
- Falls weder geringfügiges Verstärken noch Abschwächen zu einer besseren Wahrnehmung am Nah-Kreuztest führt:
 - a) Fernprisma verordnen und in der Nachbetreuung beobachten, ob sich das Nahsehen dadurch stabilisiert.
Oder:
Die Basis-außen-Prismen am Nah-Kreuztest so weit abschwächen, bis erstmals Nullstellung angegeben wird. Am Fern-Kreuztest ist damit Unterkorrektionswahrnehmung zu erwarten. Dies ist zu empfehlen, wenn Sehprobleme vor allem beim Nahsehen bestehen oder falls möglichst geringe Prismenwerte indiziert sind.
 - b) Möglicherweise liegt eine Konvergenz-Insuffizienz vor. Sofern sich die Situation am Nah-Kreuztest nicht zumindest so weit verbessern lässt, dass die Exo-Wahrnehmungen zu Beginn und mit Fernprismen gleich groß sind (was nur selten vorkommt) wird die prismatische Korrektur beim Nahsehen wahrscheinlich unverträglich sein. Weitergehende Überlegungen sind dann unterschiedliche prismatische Korrekturwerte für Ferne und Nähe oder Visualtraining.

Beispiel 2

- Fern-Exophorie
- Anfangsstatus am Nah-Kreuztest: Exo-Wahrnehmung
- Nah-Kreuztest mit vollkorrigierenden Fernprismen: Exo-Wahrnehmung

Trotz der für die Ferne gegebenen Basis-innen-Prismen besteht in der Nähe weiterhin Exo-Wahrnehmung.

Vorgehensweise:

- Am Nah-Kreuztest versuchsweise das Fernprisma (Basis innen) in kleinen Schritten verstärken. Falls sich dadurch die Exo-Wahrnehmung verringert: Die verstärkten Prismenwerte an den Ferntesten überprüfen.
- Falls die Exo-Wahrnehmung dadurch nicht geringer wird: Fernprisma versuchsweise in kleinen Schritten abschwächen. Falls sich dadurch die Exo-Wahrnehmung verringert: Die abgeschwächten Prismenwerte an den Ferntesten überprüfen.
- Falls weder geringfügiges Verstärken noch Abschwächen zu einer besseren Wahrnehmung am Nah-Kreuztest führt:

Basis-innen in größeren Schritten (2,0 cm/m) verstärken, bis am Nah-Kreuztest Nullstellung angegeben wird.

Deutlich höhere Basis-innen-Werte in der Nähe können ein Hinweis auf Konvergenz-Insuffizienz sein. Zunächst sollte versuchsweise prismatische Vollkorrektur für die Ferne verordnet werden, um damit auch das Nahsehen zu verbessern. Falls dies nicht gelingt, kann Visualtraining eingesetzt werden.

Bei Presbyopie sollte ein möglichst geringer Nahzusatz gewählt werden, um akkommodativen Konvergenzanreizen nicht entgegenzuwirken.

Beispiel 3

- Fern-Exophorie
- Anfangsstatus am Nah-Kreuztest: Eso-Wahrnehmung
- Nah-Kreuztest mit vollkorrigierenden Fernprismen: Eso-Wahrnehmung

Es besteht also Eso-Wahrnehmung in der Nähe, sowohl vorab als auch später mit den Fernprismen.

Vorgehensweise:

- Am Nah-Kreuztest versuchsweise das Fernprisma (Basis innen) in kleinen Schritten verstärken. Dies wird die Nahsituation in der Regel aber eher verschlechtern. Und auch ein geringfügiges Abschwächen der Fernprismen wird kaum zu einer geringeren Eso-Wahrnehmung führen.
- Falls beides so eintritt, liegt vermutlich ein seltener Fall von Akkommodations- und/oder Konvergenzexzess vor. In solchen Fällen wurden meist bereits im Rahmen von Anamnese und Voruntersuchungen entsprechende Auffälligkeiten festgestellt.
- Um Nullstellungswahrnehmung am Nah-Kreuztest zu erreichen sind dann deutlich höhere Basis-außen-Werte erforderlich. Dies wird aber zu einer starken Überkorrektionswahrnehmung am Fern-Kreuztest führen.
- Versuchsweise binokular einen Nahzusatz vorhalten und am Nah-Kreuztest überprüfen, ob dies die Eso-Wahrnehmung verringert. Falls damit keine Verbesserung eintritt, wäre Visualtraining eine mögliche Option.

Anmerkung: Eso-Wahrnehmung in der Nähe kann auch bei Fern-Exophorie oder Orthophorie vorkommen. Dann wird jedoch zunächst von Fusionstonuslösung ausgegangen (s. S. 95).

16 Refraktionsbestimmung Nähe

Eine Überprüfung des Nahsehens ist auch und gerade bei *jungen* Menschen wichtig, da einige Probleme insbesondere dann bestehen, wenn noch ein großes Akkommodationsvermögen besteht.

16.1 Nahzusatzbestimmung

Bei Presbyopie werden nun die endgültigen Nahzusätze für die individuelle Hauptarbeitsentfernung bestimmt.

Idealerweise wird dazu für jedes Auge der maximale Akkommodationserfolg ermittelt (mit den refraktiven Korrektionswerten für die Ferne).

Werden dabei unterschiedliche Nahpunktabstände für beide Augen gemessen, müssen die Nahzusätze monokular bestimmt werden.

Die Verwendung eines Rot-Grün-Testes wird nicht empfohlen, weil dieser keine Informationen über das Akkommodationsvermögen liefert und somit z.B. nicht beurteilt werden kann, ob dieses altersgerecht ist.

16.2 Akkommodationsgleichgewicht

Diese Überprüfung ist unabhängig vom Alter des Klienten erforderlich.

Wesentliche Ursachen für Akkommodationsungleichgewicht:

- Anisometropie
- einseitige Akkommodationsstörungen (meist pathologisch)

Bei Anisometropie ergibt sich beim Blick in die Nähe durch eine refraktiv vollkorrigierende Fernbrille in jedem Fall Akkommodationsungleichgewicht, da trotz gleichen Akkommodationsaufwands beider Augen unterschiedliche Akkommodationserfolge erzielt werden. Kritische Fälle sind daher insbesondere Anisometropien ab ca. 2 dpt bei *jungen* Menschen, da diese noch über ein großes Akkommodationsvermögen verfügen.

16 Refraktionsbestimmung Nähe

Da diese Klienten noch nicht presbyop sind, benötigen sie keinen Nahzusatz, aber eine spezielle Nahbrille mit entsprechend modifizierten Fernwerten (mathematisch stärkeres Glas in Richtung Plus geändert). Bei der Zentrierung dieser Nahbrille ist die entsprechende Hauptblickrichtung zu berücksichtigen, um unerwünschte prismatische Nebenwirkungen zu vermeiden, insbesondere in vertikaler Richtung.

Durchführung

Es wird Kontrastgleichheit an einem dafür geeigneten binokularen Nahtest hergestellt:

- MKH-Kreuztest
- getrennte Optotypen (mehrzeiliger polarisierender Vergleichstest)
- Cowen-Test

Für den Fall fortbestehender visueller Hemmungen sollte die Überprüfung auf Akkommodationsgleichgewicht *monokular* durchgeführt werden. Dazu wird kleine, aber noch bequem lesbare Schrift dargeboten. Dann wird für beide Augen nacheinander überprüft, ob der Klient jeweils die gleiche Entfernung für die Sehprobe einstellt. Ist dies nicht der Fall wird versucht, dies durch monokular-sphärische Zusätze ($\pm 0,25$ dpt) anzugleichen.

Alternativ kann das Akkommodationsgleichgewicht mittels dynamischer Skiaskopie beurteilt werden.

16.3 Nahastigmatismus

Falls der Nahvisus weniger als 80% des Fernvisus beträgt, sollte auf Nahastigmatismus geprüft werden, unabhängig vom Alter des Klienten.

Wesentliche Ursachen für Nahastigmatismus:

- Einstellastigmatismus (durch unterschiedliche Akkommodations-erfolge in beiden Hauptschnitten)
- Zyklolvergenz beim Nahsehen (durch Verrollung der Augen)
- astigmatische Akkommodation (durch asymmetrische Sklerotisierung der Augenlinse)

Beim Blick in die Nähe durch eine astigmatisch vollkorrigierende Fernbrille entsteht in jedem Fall ein Einstellastigmatismus, da in den beiden Hauptschnitten des Auges unterschiedliche Akkommodationserfolge erzielt werden. Der Astigmatismus ist dadurch beim Blick in die Nähe unterkorrigiert. Kritische Fälle sind daher Fern-Zylinderwerte ab 2 dpt bei *jungen* Menschen, da diese noch über ein großes Akkommodationsvermögen verfügen. Dann ergibt sich ein Einstellastigmatismus von ca. 10% des Fern-Zylinderwertes.

Mit zunehmender Presbyopie nehmen Einstellastigmatismus und astigmatische Akkommodation ab, weil der Akkommodationserfolg nachlässt.

Durchführung

Für einen schnellen Überblick kann zunächst an einer Strahlenfigur in der Hauptarbeitsentfernung auf Kontrastgleichheit geprüft werden. Diese Überprüfung erfolgt monokular, damit möglicherweise bestehende visuelle Hemmungen keinen verfälschenden Einfluss nehmen können.

Falls Kontrastunterschiede bestehen, wird der Nahastigmatismus anschließend am Nah-Sehprüfgerät mit der Kreuzzylinder-Methode gemessen. Dabei sind aufgrund der Ursachen für Nahastigmatismus sowohl die Zylinderachse als auch die Zylinderstärke zu überprüfen. In Analogie zum binokular-refraktiven Abgleich Ferne erfolgt die Messung unter binokularen Sehbedingungen.

Geeigneter Test:

- getrennte Optotypen
(mehrzeiliger polarisierender Vergleichstest)

Alternativ kann die Messung mittels dynamischer Skiaskopie vorgenommen werden.

Ergeben sich unterschiedliche Astigmatismus-Messwerte für Ferne und Nähe wird aufgrund der Nahsehschärfe und der individuellen Sehanforderungen entschieden, ob unterschiedliche Korrektionswerte erforderlich sind. Dies ist auch mit speziellen Gleitsichtgläsern technisch realisierbar.

Die Komponente Zyklodivergenz ist in der für eine Korrektionsbestimmung üblichen Messsituation nicht messbar und lässt sich daher nur rechnerisch berücksichtigen (herstellerseits über Listingsche Regel).

17 FD-Analyse

So wie die Tonuskontrolle war auch die FD-Analyse ursprünglich Bestandteil des so bezeichneten "Rücklaufs".

Im Gegensatz zur Tonuskontrolle ist die FD-Analyse optional. Sie wird an den Ferntesten durchgeführt.

Da sich während der Heterophorie-Bestimmung an den Nahtesten weitere Änderungen der prismatischen Wirkung ergeben können, erfolgt die Bestimmung des sensorischen Zustands erst danach.

Voraussetzung

Verstärkung der prismatischen Wirkung am Stereo-Dominanztest für die Ferne, die zu Stereo-Sehgleichgewicht geführt hat.

Das schließt an den Nahtesten ermittelte prismatische Verstärkungen ein, die anschließend am Stereo-Dominanztest für die Ferne bestätigt wurden.

Zweck

Unterscheidung zwischen der dritten bis sechsten Unterart von disparater Korrespondenz (verfestigte FD). Dadurch können sich insbesondere Hinweise auf die Verträglichkeit der ermittelten prismatischen Wirkung ergeben.

Zur Erinnerung: Die erste Unterart von disparater Korrespondenz (FD II/1) wird an den klassischen FD-Testen erfasst (Zeiger-, Doppelzeiger-, Hakentest), die zweite Unterart (FD II/2) am Stereo-Verzögerungstest. Dritte bis sechste Unterart von disparater Korrespondenz (FD II/3-6) zeigen sich am Stereo-Dominanztest, ihre Unterscheidung erfolgt anhand der FD-Analyse.

Durchführung

Bei erreichtem Stereo-Sehgleichgewicht wird die Wahrnehmung an bestimmten Heterophorie-Ferntesten abgefragt (mit der – ggf. aufgrund der Nahteste modifizierten – vollkorrigierenden prismatischen Wirkung für die Ferne).

Ggf. wird dabei auch geprüft, ob jetzt Kontrastgleichheit besteht.

Die Analyse der Unterart von verfestigter disparater Korrespondenz erfolgt nach folgendem Schema:

Tab. 6: Unterarten von verfestigter disparater Korrespondenz

Ferntest	Wahrnehmung	Disparate Korrespondenz (FD II)
Kreuztest	Nullstellung	dritte Unterart (FD II/3)
Kreuztest	Pendeln zwischen Nullstellung und Überkorrektur	vierte Unterart (FD II/4)
Kreuztest	permanente Überkorrektur	fünfte Unterart (FD II/5)
Kreuztest und mindestens einer der Teste Z, DZ, H	permanente Überkorrektur	sechste Unterart (FD II/6)

Überkorrektionswahrnehmungen nach dem Ausgleich von verfestigter FD sind kein Grund zur Verunsicherung. Sie sind vielmehr zu erwarten.

Erläuterungen: Besteht nach korrekter Anwendung aller Heterophorie-Teste Überkorrektionswahrnehmung, dann hat noch keine vollständige Rückschaltung auf bizentrale Korrespondenz stattgefunden. Diese würde erst durch längeres Tragen der Korrektur erfolgen. Daher wäre ein Abschwächen der prismatischen Wirkung in diesen Fällen bezüglich der sensorischen Rückschaltung hinderlich. Sofern die Beschwerden der *sensorischen* Problematik zugeordnet werden, sollte eine prismatische Vollkorrektur erfolgen.

Allerdings kann es in Fällen mit Beschwerdebildern, die primär auf *motorische* Überlastung hindeuten, sinnvoll sein, zunächst eine Unterkorrektur zu verordnen, die lediglich die motorische Kompensation entlastet (maximal Kreuztest-Nullstellungsprisma).

Auswertung

Je höher die Unterart der disparaten Korrespondenz, desto verfestigter sind die sensorischen Umschaltungen (Änderungen der Richtungswerte), und desto mehr Schwierigkeiten wird der Klient bei der Gewöhnung an die prismatisch vollkorrigierende Brille haben.

Hinweis: Sollte sich im Rahmen der FD-Analyse am Kreuztest (aufgrund von Tonuslösung) Unterkorrektionswahrnehmung zeigen, wird diese selbstverständlich prismatisch ausgeglichen.

18 Erprobung

Die Festlegung der endgültigen refraktiven und prismatischen Korrektionswerte erfordert eine Erprobung für verschiedene Sehentfernungen.

Darüber hinaus werden vielfältige Informationen aus dem Verlauf der Korrektionsbestimmung berücksichtigt, insbesondere:

- Ergebnisse der Anamnese (z.B. Alter, Sehbeschwerden für verschiedene Entfernungen)
- Ergebnisse der Voruntersuchungen (insbesondere bei Presbyopie: Maximaler Akkommodationserfolg)
- aktuell ermittelte monokulare und binokulare Messwerte
- visuelle Leistungsparameter: Sehschärfe, Stereo-Sehschärfe
- Prognose in Bezug auf fortbestehende Hemmungen und Tonusanteile
- bisherige Korrekturen und damit einhergehende Erfahrungen (Probleme, Verträglichkeit)
- Erwartungen an die neue Brille (Verbesserungswünsche)
- Verwendungszweck der Brille (z.B. Beruf, Freizeit, Hobbies)
- Sehgewohnheiten (z.B. Entfernungen beim Lesen, Benutzung digitaler Medien)

Auf Grundlage dieser Daten und Beobachtungen werden Korrektionswerte festgelegt, für die anschließend eine Erprobung durchgeführt wird.

Falls sowohl Ametropie als auch Heterophorie bestehen, ist es meistens sinnvoll, *beide* Sehfehler zu korrigieren, um der physiologischen Koppelung von Akkommodation und Vergenz Rechnung zu tragen. Wird nur ein Sehfehler – z.B. die Ametropie – korrigiert, ist kein harmonisches Gleichgewicht zwischen beiden Komponenten erreichbar.

Viele Fachleute verordnen in derartigen Fällen in der Regel zunächst lediglich eine Ametropie-Korrektur und warten ab, wie sich diese auf mögliche asthenopische Beschwerden auswirkt. Diese Vorgehensweise kann jedoch z.B. in der Kombination Hyperopie und Exophorie zu Unverträglichkeit führen, weil die mit dem akkommodativen Ausgleich der Hyperopie gekoppelte Konvergenz verringert wird.

Durchführung

Erprobung der vorgesehenen Korrekturwerte zur Beurteilung der Verträglichkeit unter realen Sehbedingungen (mit Messbrille; z.B. Blick aus dem Fenster, längeres Lesen)

Bei Bedarf:

- Korrekturwerte ändern und erneute Erprobung durchführen (z.B. bei Unverträglichkeit)
- Wiederholung der Messung zu einem späteren Zeitpunkt (z.B. bei unsicherem Ergebnis)
- Erprobung für einige Tage mit hochwertigen Prismenfolien (s. S. 111)

Es wird stets individuell entschieden, ob prismatische Vollkorrektur (zur Erhaltung oder Reaktivierung bizentraler Korrespondenz) oder gezielte Unterkorrektur (zur motorischen Entlastung) für eine bestmögliche optometrische Versorgung angezeigt ist.

19 Beratung und Brillenanpassung

19.1 Erläuterung der Korrektionswerte

Eine verständliche Erläuterung des monokularen und binokularen Sehens mit entsprechenden Hinweisen auf die ermittelten Korrektionswerte hat sich in der Praxis bewährt. Der dafür notwendige Zeitaufwand ist meistens geringer als der für nachträgliche Erklärungen. Dabei ist hervorzuheben, wie sich die prismatische Korrektion auf die bestehenden Sehprobleme auswirken kann.

Insbesondere bei größeren Heterophorien ist auf eine eventuell sichtbare Veränderung der Augenstellung, das Aussehen und das Gewicht der Brille, sowie auf mögliche Besonderheiten der Wahrnehmung wie Verzeichnung, Mikropsie, Makropsie und Farben-Stereopsis hinzuweisen.

Zur Veranschaulichung können z.B. Mustergläser, Musterbrillen, Augenmodelle und Skizzen hilfreich sein.

Je nach Lage des Einzelfalls und der bislang ermittelten Korrektion soll auf die Möglichkeit sich ändernder Messwerte aufgrund von weiterer Entspannung der Augenmuskulatur und der sich daraus ergebenden Notwendigkeit neuer Brillengläser hingewiesen werden.

Es kann darauf hingewiesen werden, dass manche Fachleute prismatische Korrekturen ablehnen, u.a. weil sie die heterophoriebedingten Symptome nicht dem Sehen zuordnen (s. Kap. 1.6). Dadurch kann einer Verunsicherung vorgebeugt werden, die entstehen kann, wenn der Klient nachträglich mit einer solchen Kritik konfrontiert wird.

Auch die Faltblätter der IVBS können zur weiteren Information des Klienten beitragen.

19.2 Auswahl der Brillenfassung

Bei der Auswahl der Brillenfassung sind Randdicke, Gewicht, Scheibengröße und -form sowie Anpassbarkeit zu berücksichtigen.

Insbesondere bei höheren prismatischen Wirkungen sollte eine Brillenfassung mit möglichst kleiner Scheibengröße ausgewählt

werden. Dabei ist auch die Basislage zu berücksichtigen (z.B. ausreichende Brückenweite bei Basis innen, ungehindertes Bügelschließen bei Basis außen).

19.3 Anatomische Brillenanpassung

Grundsätzlich muss die ausgewählte Brillenfassung *vor* der Festlegung der Zentrierdaten an die Anatomie des Klienten angepasst werden.

Ziele der anatomischen Anpassung:

- fester, beschwerdefreier Sitz der Brille
- Schaffung der Voraussetzungen zur Erfüllung der optischen Anforderungen

Die optischen Anforderungen bestehen in der Einhaltung der vom Brillenglashersteller zugrunde gelegten Parameter (z.B. Vorneigungswinkel, Fassungsscheibenwinkel und Hornhaut-Scheitelabstand). Ist dies aus anatomischen Gründen nicht möglich, sollten eine andere Fassung oder individualisierte Brillengläser empfohlen werden.

Bei stärkeren Vertikalprismen ist dafür zu sorgen, dass die Gläser Stirn, Wange und Wimpern nicht berühren werden. Ggf. muss ein veränderter Vorneigungswinkel in die Glasberechnung einfließen.

19.4 Optische Brillenanpassung

In der Regel erfolgt die Festlegung der Zentrierdaten mit der optisch "leeren" Brille, weil ansonsten prismatische (Neben-)wirkungen die Augenstellung beeinflussen können.

Da Heterophorien im natürlichen Sehen weitgehend motorisch kompensiert werden, befindet sich das Augenpaar während der Zentrierdatenerfassung annähernd in Orthostellung. Es ist zu berücksichtigen, dass die Augen später – hinter den prismatischen Brillengläsern – in Richtung ihrer Ruhestellung abweichen werden.

19 Beratung und Brillenanpassung

Aus diesem Grund müssen die Zentrierpunkte sowohl horizontal als auch vertikal in Richtung Ruhestellung (also entgegengesetzt zur jeweiligen Basislage) verlagert werden.

Die IVBS empfiehlt, die bei der Anpassung der Messbrille vorgenommene Pupillenmitten-Zentrierung (PMZ) während der gesamten Korrektionsbestimmung unverändert beizubehalten.

Ausgehend von diesen PMZ-Werten muss die Lage der Zentrierpunkte für die Korrektionsbrille ermittelt werden. Genauer als die sog. "Prismen-Faustformel" ist hierfür das in Kapitel 3 genannte Programm.

Zu beachten ist, dass diese Zentrierkorrektur in manchen Video-Zentriersystemen bereits automatisch vorgenommen wird.

19.5 Auswahl der Brillengläser

Bei der Auswahl sollten Gewicht und Randdicke der in Frage kommenden Korrektionsgläser im Voraus berechnet, verglichen und besprochen werden.

Es sollten Glasmaterialien mit möglichst hoher Abbezahl bevorzugt werden, da eine niedrige Abbezahl mit starker Dispersion und dadurch mit Sehschärfeminderung aufgrund von Farbsäumen einhergeht.

Bei Verwendung von Materialien mit höherer Brechzahl als 1,6 ist zwischen Ästhetik, Gewicht und Abbildungsfehlern kritisch abzuwägen.

Prismatische Wirkungen sollen keinesfalls durch Dezentration erzeugt werden (weder durch vom Hersteller vordezentrierte Brillengläser noch durch Dezentration der Brillengläser in der Augenoptikerwerkstatt).

Bei Nichtbeachtung werden die Brillengläser falsch berechnet, weil herstellerseits von einer anderen Lage der Hauptdurchblickpunkte ausgegangen wird. Für den Brillenträger entsteht dadurch ein Astigmatismus schiefer Bündel. Insbesondere bei asphärischen Brillengläsern besteht diesbezüglich keine Toleranz.

Prismenfolien

Prismenfolien weisen gegenüber prismatischen Brillengläsern deutlich schlechtere Abbildungseigenschaften auf.

Daher sollten Prismenfolien nur provisorisch und in Ausnahmefällen sowie nur für begrenzte Zeit verwendet werden:

- zur Beurteilung eines vermuteten Zusammenhangs zwischen Heterophorie und Beschwerdebild
- interimswise zur Tonuslösung
- als Überbrückung bis zur Fertigstellung der Korrektionsbrille
- für einfache Sportbrillen (z.B. Schwimmbrillen)

Die verwendeten Prismenfolien sollten außerdem möglichst hochwertig sein.

20 Gläserbestellung und Brillenfertigung

Damit die Brillengläser korrekt hergestellt werden können, sind bei deren Bestellung folgende Punkte zu beachten:

- Angaben zur Messbrilleneinstellung (PMZ-Fall oder Formelfall) und bei Bedarf weitere Parameter (Anordnung der Messgläser, Prismenschräge, HSA) (s. Kap. 3)
- gewünschte Aufteilung der Prismen für rechtes und linkes Auge (Kriterien: Abbildungsqualität, Randdicken, Gewichtsverteilung)
- bei Fernrandung klarstellen, dass die angegebenen Zentrierdaten die Abweichung der Augen in Richtung Ruhestellung bereits berücksichtigen (s. Kap. 3 u. 19.4)

Werkstattausstattung

Technische Mindestvoraussetzungen in der augenoptischen Werkstatt:

- Scheitelbrechwertmessgerät mit Prismenkompensator
- parallaxenfreies Aufblockgerät

Brillensitz

Bei höheren prismatischen Werten, besonders mit Basis innen, kann der Brillensitz nach dem Einschleifen der Gläser erheblich verändert sein. Die Lage der Facette (und die Anpassung der Seitenstege bei Metallfassungen – oder der durch einen Vollsteg bedingte Sitz) muss deshalb grundsätzlich vor der Bestellung der Brillengläser geklärt sein, damit sich HSA, Durchblickhöhen und Fassungsscheibenwinkel nicht unbeabsichtigt verändern.

Durch nachträgliche Änderungen im Sitz der fertigen Brille, die zuvor bei der Gläserbestellung nicht berücksichtigt wurden, kann eine andere Korrektionswirkung als beabsichtigt entstehen.

Dickenreduktionsprismen

Vor Einführung der Freiform-Technologie zur Herstellung von Brillengläsern enthielten Gleitsichtgläser stets Dickenreduktionsprismen mit Basis unten. Da sich deren Wirkung und die der verordneten Vertikalprismen addierten, konnte eine ungleiche vertikalprismatische Wirkung zwischen beiden Brillengläsern entstehen. Um dies zu vermeiden, musste der Augenoptiker die Bestellwerte unter Berücksichtigung der Dickenreduktionsprismen vorab aufwändig separat berechnen.

Aktuell berechnet der Brillenglashersteller zunächst die für eine optimale Randdickenverteilung individuell erforderlichen Dickenreduktionsprismen und anschließend das optimale Flächendesign zur Minimierung monochromatischer Abbildungsfehler. Der Augenoptiker hat auf diese Berechnungen keinen Einfluss mehr.

Ohne zusätzliche Informationen (z.B. Brillenpass) lässt sich die verordnete vertikalprismatische Wirkung von solchen Gleitsichtgläsern mit einem Scheitelbrechwertmessgerät nicht bestimmen, denn auch im Prismen-Bezugspunkt ist die gemessene vertikalprismatische Wirkung vom Dickenreduktionsprisma überlagert.

Während das Dickenreduktionsprisma früher stets $2/3$ der Addition betrug, sind für den Augenoptiker heute weder dessen Stärke noch dessen Basislage nachvollziehbar.

Falls das verordnete Vertikalprisma gleichmäßig vor beiden Augen verteilt werden soll, muss dies ausdrücklich bei der Bestellung angegeben werden. Die Randdickenverteilung ist dann möglicherweise nicht optimal. Da durch die Überlagerung mit den Dickenreduktionsprismen ab ca. $3,5 \text{ cm/m}$ störende chromatische Aberrationen entstehen können, sollte der Hersteller in diesen Fällen empfehlen, auf ein Glasmaterial mit höherer Abbezahl zu wechseln.

21 Brillenabgabe

21.1 Kontrolle der Brillenanpassung

Beim Verglasen können Änderungen an der Brillenfassung erfolgt sein, die den Brillensitz verändert haben. Dann ist die ursprünglich beabsichtigte anatomische und optische Anpassung wiederherzustellen.

21.2 Förderung der Verträglichkeit

Um die spontane Verträglichkeit der Korrektionsbrille zu fördern, können folgende Maßnahmen erwogen werden:

- erneuter Aufbau der prismatischen Korrektion an den Heterophorie-Testen unmittelbar vor Abgabe der Korrektionsbrille (zur Lösung von Fusionstonus, der sich in der Zeit zwischen Messung und Brillenanfertigung wieder verfestigt haben könnte)
- Wechselprobe am Stereo-Verzögerungstest ("Einrastsitzung") mit der Korrektionsbrille (zur Reaktivierung von bizentraler Korrespondenz, die in Fällen von besonders verfestigter disparater Korrespondenz (FD II/5 und FD II/6) inzwischen wieder verloren gegangen sein könnte)

21.3 Gebrauchshinweise

Bei der Brillenabgabe ist es sinnvoll, nochmals über die Ziele der Korrektion zu sprechen, insbesondere bei Erstkorrektionen.

Es sollte verständlich gemacht werden, dass beim Auftreten von Beschwerden eine erneute Messung der Korrektionswerte (z.B. aufgrund von Tonuslösung) oder eine Korrektur des Brillensitzes erforderlich sein kann.

22 Verlaufskontrolle

In bestimmten Fällen sollte eine Nachbetreuung fest eingeplant werden, z.B. falls mit Eingewöhnungsproblemen zu rechnen ist. Konkrete Hinweise liefern Anamnese, Voruntersuchungen und Messablauf (einschließlich FD-Analyse).

Ein Monitoring sollte insbesondere in folgenden Fällen erfolgen:

- bei ausgeprägten Anstrengungsbeschwerden (z.B. Kopfschmerzen bis hin zu Migräne)
- bei gelegentlich auftretender Diplopie
- bei Auffälligkeiten im Rahmen der Voruntersuchungen (z.B. ruckartige Folgebewegungen)
- bei sensorisch stark verfestigten Zuständen (FD II / 5-6)
- bei stark ausgeprägten visuellen Hemmungen
- bei fehlender Stereopsis
- bei hohen prismatischen Messwerten (insbesondere bei Erstkorrektur)
- bei zögerlicher Fusionstonuslösung, weshalb mit steigenden Messwerten zu rechnen ist
- bei gezielter Unterkorrektur einer größeren Heterophorie
- bei unterschiedlichen prismatischen Messwerten für Ferne und Nähe (und ggf. auffälligem AC/A)

Eine sorgfältige und möglichst ausführliche Dokumentation aller relevanten Parameter bildet die Grundlage der Verlaufskontrolle. Diese beinhaltet u.a. eine Beschreibung der Ausgangssituation (einschließlich aller Ergebnisse der Voruntersuchungen), wesentliche Wahrnehmungen an den einzelnen Testen sowie sämtliche Messergebnisse (auch wenn diese lediglich zur Kontrolle dienen).

Bei Bedarf sollten feste Termine für Nachuntersuchungen vereinbart werden. Die Kontrolltermine können durch telefonische Nachfragen zu bestimmten Problemen ergänzt werden.

Anhang

Kurzzeichen

Kurzzeichen	Bedeutung
MKH	Mess- und Korrektionsmethodik nach H.-J. Haase
IVBS	Internationale Vereinigung für Binokulares Sehen
FD	Fixationsdisparität
FD I / II	Fixationsdisparität erster / zweiter Art
K	Kreuztest
Z	Zeigertest
DZ	Doppelzeigertest
H	Hakentest
SV	Stereo-Verzögerungstest
SD	Stereo-Dominanztest
Dn	Stereo-Sehschärfetest
...N	Bezeichnung für Nahteste* Beispiel: K _N

*Kurzzeichen ohne Index N sind auf die Ferne bezogen.

Geänderte Begriffe und Bezeichnungen

Gegenüber der vorherigen Ausgabe der Richtlinien wurden folgende sprachliche Änderungen eingeführt:

alt	neu
Disparation	Disparität
Querdisparation	Querdisparität
Fixationsdisparation	Fixationsdisparität
FD erster Art	disparate Fusion
FD zweiter Art	disparate Korrespondenz
statische FD	heterophoriebedingte FD
junge FD	intermittierende FD
alte FD	verfestigte FD
binokulare Vollkorrektur	prismatische Vollkorrektur
Korrektionsschritt	Prismenschritt, (prismatischer) Messschritt
Stereo-Dreiecktest	Stereo-Verzögerungstest
Valenztest	Stereo-Dominanztest
Differenzierter Stereotest	Stereo-Sehschärfetest
Stereo-Tiefensehschärfe	Stereo-Sehschärfe
Spontanverzögerung	Primärverzögerung
Nachverzögerung	Sekundärverzögerung
Prävalenz	Stereo-Dominanz, (seitliche) Auswanderung (der Dreiecke)
Rücklauf	Teil 1: Tonuskontrolle Teil 2: FD-Analyse
Augenglasbestimmung	Korrektionsbestimmung
Normaldarbietung, normale Darbietung	Konversdarbietung, konverse Darbietung
Schwärzungsgleichheit	Kontrastgleichheit

Akkommodationsgleichgewicht*	Refraktionsgleichgewicht
Prüfung auf Akkommodationsgleichgewicht*	Binokular-refraktiver Abgleich Ferne

*bezogen auf die Ferne

Bereits 2012 waren folgende Änderungen vorgenommen worden:

alt	neu
Winkelfehlsichtigkeit	(assoziierte) Heterophorie
Eso-WF, Exo-WF	Esophorie, Exophorie
Horizontal-WF, Vertikal-WF	Horizontalphorie, Vertikalphorie
WF-Bestimmung	Heterophorie-Bestimmung
WF-Test	Heterophorie-Test
WF-Anteil	Heterophorie-Anteil

Weiterführende Literatur

Die Website der IVBS www.ivbs.org enthält eine ausführliche Liste von Einzelarbeiten und Büchern zur MKH, einschließlich der drei Bücher von H.-J. Haase:

- "Binokulare Korrektur" (1980)
- "Zur Fixationsdisparation" (1995)
- "Winkelfehlsichtigkeiten mit Fixationsdisparation" (1999)

Außerdem sind dort zahlreiche wissenschaftliche Arbeiten zu finden. Deren Aufnahme in die Richtlinien hätte den Rahmen dieses Praxisleitfadens gesprengt.

Viele der aufgeführten Publikationen stehen dort zum kostenlosen Download bereit. Die Liste wird regelmäßig aktualisiert.

Wissenschaftlicher Beirat

Der Wissenschaftliche Beirat der IVBS ist aus dem "IVBV-Arbeitskreis Ausbilder" hervorgegangen, der die erste Auflage der vorliegenden Richtlinien erarbeitet hatte.

Die ständige Weiterentwicklung der Richtlinien liegt in der Verantwortung des Wissenschaftlichen Beirats.

Die Zusammensetzung dieses Gremiums kann der Website der IVBS entnommen werden.

Der Wissenschaftliche Beirat freut sich über Anregungen und konstruktive Kritik. Bitte senden Sie diese schriftlich an die IVBS.

Kontaktdaten

E-Mail: info@ivbs.org

Internet: www.ivbs.org

Gender-Hinweis

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird in diesen Richtlinien bei Personenbezeichnungen und personenbezogenen Substantiven in der Regel das generische Maskulinum verwendet, mit dem automatisch alle Geschlechter gleichermaßen gemeint sind.

Internationale Vereinigung für Binokulares Sehen