

# Beeinflussen Prismen nach H.-J. Haase die Augenprävalenz?

## Do Prism Corrections According to H.-J. Haase Affect Ocular prevalence?

### Autoren

V. Schroth<sup>1</sup>, W. Jaschinski<sup>2</sup>

### Institute

<sup>1</sup> opti-school, Studio für Augenglasbestimmung Freiburg

<sup>2</sup> Institut für Arbeitsphysiologie an der Universität Dortmund (IfADO)

### Schlüsselwörter

- Prävalenz
- assoziierte Phorie
- Prismenkorrektion
- H.-J. Haase

### Key words

- prevalence
- associated phoria
- prism correction
- H.-J. Haase

### Zusammenfassung

**Hintergrund:** Zur Prismenkorrektion von assoziierter Heterophorie hat Hans-Joachim Haase neben anderen Testen auch den Valenztest entwickelt. Er besteht aus einer zentralen Fixiermarke, die in 5 bis 6 Metern Entfernung präsentiert wird; direkt über und unter ihr wird je ein mit der Spitze zur Marke ausgerichtetes Dreieck gezeigt, das als Stereoobjekt ca. 1,5 Meter vor oder hinter der Fixiermarke erscheint. Nur wenn beide Augen an der Richtungswahrnehmung zu gleichen Anteilen beteiligt sind, erscheinen die Dreiecke mittig zur Marke (Äquivalenz). Wahrgenommene seitliche Versetzungen zeigen Prävalenz (= stärkere Gewichtung) eines Auges an. Aus der praktischen Erprobung hat H.-J. Haase Regeln entwickelt, um mit Prismen Äquivalenz zu erzielen. Gelingt dies, sei eine assoziierte Eso- oder Exophorie vollständig korrigiert und man könne von funktioneller Gleichwertigkeit bei jeweils exakt zentraler Fixation der beiden Augen ausgehen. Wenn am Valenztest unterschiedlich große Prävalenzen für vorn bzw. hinten stehende Dreiecke geschildert werden, sei dies ein Indikator für eine sehr kleine Vergenzfehlerstellung, die mit einer entsprechenden retinalen Korrespondenzverschiebung (Fixationsdisparität) einhergehe.

**Methode:** Bei 19 Personen wurde untersucht, wie sich durch sphärische und prismatische Korrektur nach H.-J. Haase die Prävalenz verändert. Die Wahrnehmung am Valenztest wurde dazu mit drei verschiedenen Methoden erfasst, nämlich 1. als mündliche Schilderung – wie von H.-J. Haase vorgesehen –, 2. als Aufzeichnung und 3. durch die Aufgabe, Testmarken an einem elektronisch generierten, aber gleich aussehenden Test zu zentrieren.

**Ergebnisse:** Im Gruppenmittelwert war mit den drei Messmethoden keine konsistente Verringerung der Prävalenz durch die Korrektur festzu-

### Abstract

**Background:** For prism correction of associated phoria (at 5–6 m viewing distance), Hans-Joachim Haase developed – among other tests – the prevalence test, which consists of a central fixation target and two triangles that appear stereoscopically about 1.5 m in front of or behind the fixation target; the vertex of each triangle is directed towards the centre of the fixation target. Only when both eyes contribute equally to the perception of visual directions do the triangles appear centred (equivalence), while any perceived horizontal offset between the triangles and fixation target indicates a prevalence of one eye. Provided that monocular vision is equal in both eyes, Haase interpreted ocular prevalence as being due to a small vergence error (fixation disparity with a shift of retinal correspondence). This vergence error indicates, according to Haase, a (not yet fully corrected) heterophoria. From practical experience, Haase developed rules for transferring ocular prevalence into equivalence with prisms (MKH). If equivalence has been reached, Haase assumed that the heterophoria was fully corrected.

**Method:** In 19 subjects we examined whether spherical and prismatic corrections reduce ocular prevalence. The perception of the subjects was ascertained with three methods: they were asked 1. to describe their perception orally – as proposed by H.-J. Haase –, 2. to make a drawing of their perception, and 3. to align the position of the stereo images to the central fusion target with a computer-controlled device.

**Results:** Based on the group mean, the three methods did not reveal a consistent reduction of prevalence. Only in two individuals did the drawing and the computer-controlled alignment showed reductions of prevalence that were confirmed statistically on the individual level. How-

eingereicht 26.8.2004  
akzeptiert 28.10.2006

### Bibliografie

DOI 10.1055/s-2006-927268  
Klin Monatsbl Augenheilkd  
2007; 224: 32–39 © Georg  
Thieme Verlag KG Stuttgart ·  
New York · ISSN 0023-2165

### Korrespondenzadresse

**Volkhard Schroth**  
Opti-School  
Hirschenhofweg 4  
79117 Freiburg  
info@opti-school.de

stellen. Nur bei zwei Einzelpersonen zeigten sich mit der Aufzeichnungs- und mit der Zentrierungsmethode ähnliche Prävalenzverringierungen, die sich individuell statistisch absichern ließen. Allerdings war bei diesen Personen auch eine Hyperopie bzw. Anisometropie korrigiert worden.

**Schlussfolgerung:** Prävalenz eines Auges ist bei Augengesunden eher die Regel als die Ausnahme, wobei unterschiedliche Prävalenzwerte für vorn bzw. hinten erscheinende Dreiecke bestehen können. Mit Prismen lässt sich die Prävalenz nur bei wenigen Personen in eine Äquivalenz überführen. Die bei der vorliegenden Studie mündlich von den Probanden geschilderten Äquivalenzen bestätigten sich in der Aufzeichnungs- und der Zentrierungsmethode meist nicht. Dies spricht dafür, dass die mündliche Schilderung von der Erwartungshaltung des Probanden und/oder des Untersuchers beeinflusst wird. Die vorgelegten Befunde sprechen dagegen, dass der Valenztest in der von H.-J. Haase vorgesehenen Form für die Korrektur der assoziierten Heterophorie geeignet ist.

## Einleitung

Bei der Mess- und Korrekturmethode nach Hans-Joachim Haase (MKH) soll auf assoziierte Heterophorie geprüft und diese gegebenenfalls mit Prismen korrigiert werden. Dabei werden Tests mit unterschiedlich starken Fusionsreizen in 5–6 m Entfernung auf einem Bildschirm dargeboten.

Eine herausragende Rolle spielt bei der MKH der Valenztest. Mit diesem Test kann geprüft werden, ob beide Augen bei den Sehrichtungen, in denen gerade eben noch fusionierbare tiefenversetzte Objekte zueinander wahrgenommen werden, gleich oder ungleich stark gewichtet werden. Nach Sachsenweger [1] spricht man bei gleicher Gewichtung von Äquivalenz, bei ungleicher Gewichtung von Prävalenz eines Auges. Etwa 65% der Augengesunden zeigen eine Prävalenz, im Mittel häufiger für das rechte als für das linke Auge [1].

Das Ziel der MKH ist die volle Korrektur einer assoziierten Heterophorie. Je nach Angaben an den entsprechenden Tests könne man unterscheiden, ob bei einer Person motorische oder sensorische Phorieanteile vorhanden seien. Wenn mit zentrierenden Prismen der Kreuztest korrigiert wurde und alle weiteren Tests ideal angegeben werden, seien ausschließlich motorische Anteile vorhanden. Die Prismenwerte zur Zentrierung der weiteren Tests stellen nach H.-J. Haase sensorische Anteile der assoziierten Heterophorie dar. Alle diese Tests weisen binokular dargebotene, zentrale Markierungen auf. Dadurch findet eine Verriegelung der motorischen Fusion statt, sodass in Haases Vorstellung das Vorschalten von Prismengläsern weniger zu einer motorischen Änderung der Vergenzstellung als zu einer veränderten lateralen Bildlage (und damit der Sensorik) führen sollten. Falls der Kreuztest im Verlauf einer MKH-Sitzung erneut in der ursprünglichen Fehlstellung angegeben wird, sei dies als ein Anzeichen für das weitere Lösen motorischer Anteile zu deuten.

Als wichtigster Test für die Erkennung sensorischer Anteile gilt der Valenztest. Mit ihm soll als Ergänzung zu den voran gezeigten Binokulartests eine Feinbestimmung von Prismenwerten vorgenommen werden. Unter der Voraussetzung gleicher monokularer Funktion beider Augen sah H.-J. Haase die Prävalenz eines Auges als ein Zeichen dafür an, dass das andere, weniger gewichtete Auge in einer kleinen Fehlstellung stehe, die von ihm als Fixationsdisparation bezeichnet wurde [3]. Diese Fixationsdisparation deutete Haase als Hinweis darauf,

ever, it has to be noted that these two individuals not only received prisms but also a correction of their hyperopia and anisometropia.

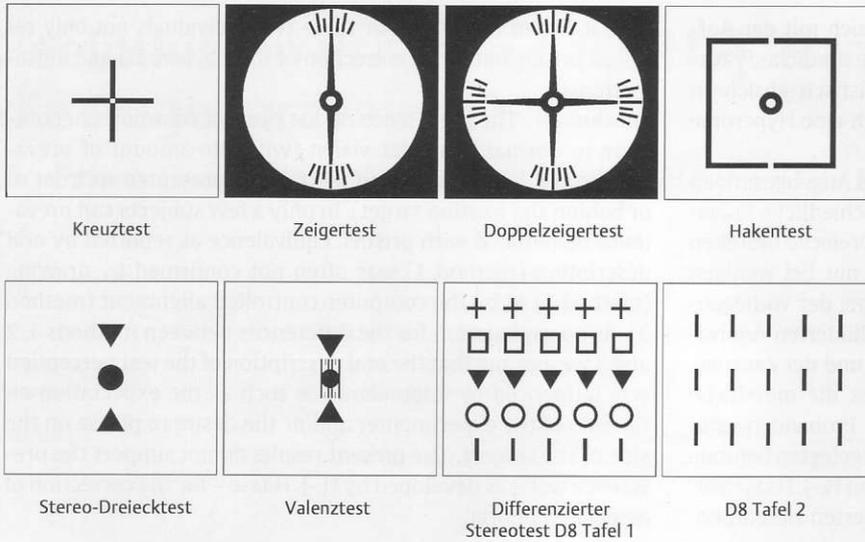
**Conclusion:** The prevalence of one eye is a common phenomenon in normal binocular vision (with the amount of prevalence often being different for triangles presented in front of or behind the fixation target). In only a few subjects can prevalence be reduced with prisms. Equivalence as reported by oral description (method 1) was often not confirmed by drawing (method 2) or by the computer-controlled alignment (method 3). As an explanation for the differences between methods 1, 2 and 3 we assume that the oral description of the test perception was influenced by imponderables such as the expectation on the side of the experimenter and/or the desire to please on the side of the subject. The present results do not support the prevalence test – as developed by H.-J. Haase – for the correction of associated phoria.

dass die assoziierte Heterophorie noch nicht voll korrigiert sei. Über Asymmetrien, d.h. Vorn-Hinten-Unterschiede der Prävalenzen, könne man die Richtung der Phorie bestimmen. Eine Esophorie nahm Haase an, wenn die Prävalenz bei hinter der Bildschirmenebene präsentierten Dreiecken ausgeprägter war, eine Exophorie, wenn die Prävalenz bei vor der Bildschirmenebene präsentierten Dreiecken ausgeprägter war. Das Korrektionsziel in der MKH bezüglich der Prävalenzeigenschaften ist die Äquivalenz vorn und hinten oder, wenn diese nicht zu erreichen ist, die geringstmögliche Asymmetrie. Wenn eine Prävalenz durch Korrektionsprismen auf Äquivalenz verändert werden kann, so wird angenommen, dass damit die FD voll korrigiert sei, die laut H.-J. Haase Ursache verschiedener asthenopischer Beschwerden sei ([4], S. 229).

Dieses Konzept wurde in Zweifel gezogen, weil in Registrierungen der Augenbewegungen keine Einstellbewegung gefunden wurde, die bei einer Vergenzfehlstellung im Sinne der von H.-J. Haase postulierten Fixationsdisparation zu erwarten gewesen wäre [2]. Das Vorhandensein einer Prävalenz beeinträchtigt auch nicht die Stereosehschärfe [9]. Zudem hatten Kromeier et al. bei 10 Versuchspersonen die Ergebnisse des untersucherunabhängigen „Freiburger Augenprävalenztests“ vor und nach Prismenkorrektur verglichen und festgestellt, dass die subjektiven Angaben sich von denen ohne Untersuchereinfluss unterschieden [8]. Am Freiburger Augenprävalenztest zeigte sich, dass die Prävalenz unter Prismenbelastung in weiten Bereichen unverändert blieb.

Aufgrund von Prävalenzmessungen mit vor oder hinter dem Bildschirm erscheinenden Stereoobjekten fanden Schroth und Jaschinski (2006) in einer Studie mit 35 Probanden einen Zusammenhang zwischen der Prävalenz und der Richtung der assoziierten Heterophorie [12]. Bei Esophorie war die Prävalenz geringer, wenn das Stereoobjekt vor dem Bildschirm angeboten wurde, bei Exophorie umgekehrt. Die Korrelation zwischen dieser Asymmetrie und der Richtung der assoziierten Heterophorie betrug allerdings nur etwa 0,5.

In der vorliegenden Arbeit haben wir geprüft, ob sich die Erfahrung von H.-J. Haase bestätigt, dass sich die Prävalenz unter dem Einfluss von Prismen ändert, oder ob Prismen die Prävalenz praktisch nicht verändern, wie das die Befunde von Kromeier et al. [8] vermuten lassen. Im Unterschied zu früheren Studien [8, 9] wird in der vorliegenden Arbeit zwischen Stereoobjekten un-



**Abb. 1** a MKH-Tests: Kreuztest, Zeigertest, Doppelzeigertest und Hakentest. b Stereo-Dreiecktest, Valenztest, differenzierter Stereotest D8 Tafel 1, D8 Tafel 2.

terschieden, die vor oder hinter der Bildschirmebene erscheinen, und somit auch die Asymmetrie untersucht. Zusätzlich zu der üblichen MKH, bei der der Proband seine Wahrnehmung lediglich mündlich schildert, wurden zwei nach Kromeier et al. [8] modifizierte Testmethoden einbezogen, von denen angenommen werden kann, dass sie von der Erwartungshaltung des Probanden und/oder des Untersuchers weitgehend unabhängig sind, nämlich das Aufzeichnen der Wahrnehmung und das computergesteuerte Zentrieren von Testfiguren.

## Methoden

### Verwendete Geräte

- ▶ Valenztest nach H.-J. Haase am Polatest Classic® bei der mündlichen Schilderung und Aufzeichnung der Wahrnehmung des Probanden,
- ▶ Valenztest nach H.-J. Haase am Visucat® von der Firma Argus Optik mit eigens für die Studie veränderter Software mit der Aufgabe des Probanden, durch Verschieben des Dreieck-Stereobildes dessen Position zu zentrieren. Näheres ist bei Schroth, Jaschinski beschrieben [12].

Bei beiden Geräten betrug die Prüferentfernung 5,5 Meter.

### Mess- und Korrektionsmethodik nach H.-J. Haase

Die MKH verwendet Binokularteste zur Ermittlung einer assoziierten Phorie [10]. Das Messergebnis der MKH wird auch als „Winkelfehlsichtigkeit“ bezeichnet. Alle Tests sind Zentrierungstests, d.h. die Größe der wahrgenommenen Verschiebung sagt nicht aus, wie groß das zur Zentrierung erforderliche Prisma sein wird. Prismen werden immer nur dann gegeben bzw. verändert, wenn sie dazu führen, dass eine dauerhafte Verbesserung der Testwahrnehmung geschildert wird.

Bei allen Tests außer dem Kreuztest gibt es ein zentrales, beidäugig sichtbares Fusionsobjekt. Beim Zeigertest, Doppelzeigertest und Hakentest ist dies ein Ring, beim Stereo- und Valenztest eine Kreisfläche.

Die MKH wurde nach den derzeit gültigen Richtlinien durchgeführt [10]. Am Kreuztest wurde vor allem der motorische Anteil der Winkelfehlsichtigkeit ermittelt und korrigiert. Eine subjektiv wahrgenommene Abweichung von der Nullstellung wurde durch Prismen so lange korrigiert, bis entweder eine stabile

Nullstellung oder ein symmetrisches Bewegen bzw. Springen um die Nullstellung erreicht war. Die Probanden wurden mehrfach angewiesen, nur auf das Testfeldzentrum zu schauen, um einen Fusionsreiz im Gesichtsfeldzentrum zu vermeiden. Die zuerst verwendete Schrittgröße für Prismen-Messgläser war 1,0 cm/m bei einer horizontal wahrgenommenen Verschiebung und 0,5 cm/m bei einer vertikal wahrgenommenen Verschiebung. Sofern das Kreuz in Nullstellung erschien, wurde auch die inverse Darbietung angeboten. Dazu wurden die Polfilter an der Messbrille um 180 Grad gedreht, wodurch die Testteile für die beiden Augen jeweils vertauscht wurden. Die Korrektion am Kreuz war beendet, wenn in beiden Darbietungsarten keine Verschiebung mehr angegeben wurde. Wenn im Verlauf der Messung am Kreuztest zunächst Nullstellung erreicht war, dann wieder eine Unterkorrektion angegeben wurde, wurde dies als Tonuslösung gewertet und weiter mit Prismen korrigiert, bis Nullstellung angegeben wurde.

Die Prismenschritte bei allen anderen Testen außer dem Kreuztest waren maximal 0,5 cm/m bei einer horizontal wahrgenommenen Verschiebung und 0,25 cm/m bei einer vertikal wahrgenommenen Verschiebung. Sofern Testteile am Zeiger-, Doppelzeiger- oder Hakentest nicht in Nullstellung wahrgenommen wurden, wurde mit einer probeweisen Verstärkung des bereits vorhandenen Horizontal- bzw. Vertikalprismas nach der Veränderung der Wahrnehmung gefragt. Bei Erreichen der Nullstellung wurde diese Verstärkung gegeben, bei weiterhin vorhandener Abweichung probeweise weiter verstärkt oder abgeschwächt und nur dann auch als Prismenkorrektion gegeben, wenn eine Nullstellung bzw. Symmetrie erreicht werden konnte. Falls die Korrektion noch ohne Horizontal- oder Vertikalprisma war, wurde die Prismenrichtung gegeben, die der wahrgenommenen Verschiebung entsprach (● **Abb. 1a**).

Am Stereo-Dreiecktest wurde durch mindestens zehnmaliges Wechseln der Darbietungsart zunächst gefragt, ob die Dreiecke jeweils vor oder hinter der Bildschirmebene wahrgenommen wurden. Dann wurden die Probanden gefragt, ob sie beim Wechseln sofort und gleich spontan beide Richtungen (Dreiecke vorn bzw. hinten) erkennen. Falls nur eine Richtung verzögert war, wurden probeweise die Horizontalprismen verändert, falls beide Richtungen verzögert wahrgenommen wurden, wurden Vertikalprismen verändert. Die neue Prismenstärke wurde nur dann in die Korrektion übernommen, wenn

sie zu einer Verbesserung der Symmetrie in der Spontanwahrnehmung führte. Anschließend wurde am Stereo-Dreiecktest danach gefragt, ob nach dem jeweiligen Wechseln der Darbietungsart eine Nachverzögerung wahrgenommen wurde. Unter Nachverzögerung ist eine Zunahme der wahrgenommenen Tiefe zu verstehen, die nicht spontan eintritt, sondern häufig erst nach einigen Sekunden beobachtet werden kann. Falls nur eine der beiden Richtungen nachträglich verzögert war, wurden probeweise die Horizontalprismen verändert, falls beide Richtungen verzögert wahrgenommen wurden, wurden Vertikalprismen verändert. Veränderungen der Prismenstärke wurden wiederum nur bei verbesserter Wahrnehmung der Symmetrie in die Korrektur übernommen.

Das Kriterium für Änderungen der Prismenstärke am Valenztest war nicht eine Stereo-Verzögerung, sondern die Verschiebung der Dreieckspitzen zur Skalenmitte. Wurde in nur einer der beiden Richtungen (vorn/hinten) eine Verschiebung wahrgenommen, wurden Horizontalprismen probeweise verändert. Bei gleich großen Verschiebungen in beiden Richtungen wurden probeweise Vertikalprismen und/oder Horizontalprismen verändert. Eine Änderung sowohl der horizontalen als auch vertikalen Prismenstärke wurde probeweise durchgeführt, wenn in beiden Richtungen eine Verschiebung angegeben wurde, die aber ungleich groß wahrgenommen wurde. Die Probanden wurden jeweils angewiesen, den ersten Moment beim Blick durch die veränderte Prismenstärke zu beurteilen. Falls sich die Position mit neuem Prismenglas nicht veränderte, wurde eine andere Prismenrichtung vorgegeben. Wurde im ersten Moment eine verbesserte Zentrierung der Dreiecke angegeben, sollte danach beurteilt werden, ob die Verbesserung auch anhaltend zu beobachten sei. Falls ja, wurde die neue Prismenstärke gegeben, falls nicht, ein nächst stärkeres Prismenglas probeweise vorgehalten (Abstufung in 0,25 cm/m), bis die Verbesserung dauerhaft zu beobachten war.

Zuletzt wurde der differenzierte Stereotest mit acht Reihen (D8) gezeigt. Dieser Test besteht aus zwei Testtafeln, bei der die erste Tafel insgesamt fünf Reihen zur Feststellung von Stereowinkeln von 4° bis 30° enthält, die zweite Tafel drei Reihen für Stereowinkel von 20° bis 5°. Es wurden dieselben Korrektionsregeln wie beim Stereo-Dreiecktest in Bezug auf Spontanverzögerung angewendet. Auch hier wurden mehrfach beide Richtungen präsentiert und die Probanden sollten auch raten, falls sie unsicher waren. Als Korrektionskriterium wurde eine Asymmetrie der Stereosehtiefe zwischen den beiden Darbietungsarten gewertet. Falls eine gleich gute Stereosehtiefe in beiden Richtungen erreicht war, wurde die Stereo-Wechselprobe bei hoher Anforderung an die Stereopsis durchgeführt und nach der Schnelligkeit des spontanen Erkennens des Stereoobjektes vor oder hinter der Bildschirmebene gefragt. Falls nur eine Richtung verzögert war, wurden probeweise die Horizontalprismen verändert, falls beide Richtungen verzögert waren, wurden probeweise Vertikalprismen verändert (► **Abb. 1b**).

Im Rücklauf an den Kreuztest wurde abschließend überprüft, ob vom Probanden die Nullstellung bzw. Symmetrie wahrgenommen wurde. Falls ja, war damit die Binokularprüfung abgeschlossen. Bei Unterkorrektur am Kreuztest wurden die Prismen verstärkt, bei Überkorrektur die Stärke belassen, sofern vorher der Valenztest mit Prismen genau auf Mitte zentriert werden konnte. Die sonst zur MKH gehörende Überprüfung in der Nähe mit dem Polatest-Nahprüfgerät wurde aus zeitlichen Gründen nicht durchgeführt.

### Der Valenztest nach H.-J. Haase am Polatest Classic für die mündliche Schilderung und Aufzeichnung der Wahrnehmung

Der Test ist bereits ausführlich beschrieben worden [12]. Beim Valenztest nach H.-J. Haase erscheint je nach Darbietungsart das obere und untere Dreieck jeweils vor oder hinter der Bildschirmebene

Unter der Voraussetzung, dass Einfachsehen vorlag, wurde die vom Probanden wahrgenommene horizontale Position der Dreiecke relativ zur Skala für jede der vier möglichen Dreieckpositionen einzeln erfragt: oben vorn, unten vorn, oben hinten, unten hinten. Jede Position wurde mehrfach erfragt, um bei einer unruhigen Wahrnehmung eventuelle Änderungen zu erfassen. In Anlehnung an Kromeier et al. [8] ließen wir unsere Probanden die von ihnen wahrgenommene Dreieck-Position aufzeichnen. Dazu wurde ein Protokollblatt verwendet, auf dem zunächst 10-mal die Position des oberen Dreiecks eingetragen wurde, dann 10-mal die Position des unteren Dreiecks und so weiter. Als Gerät wurde wieder der Polatest Classic® verwendet. Vor dem Eintragen der wahrgenommenen Position lautete die Anweisung, für drei Sekunden auf den Test zu schauen und die letzte wahrgenommene Dreieck-Position auf dem Protokollblatt zu markieren, falls eine Bewegung oder Unruhe vorlag.

### Der Valenztest nach H.-J. Haase am Visucat zur Zentrierung der Dreieck-Position durch den Probanden

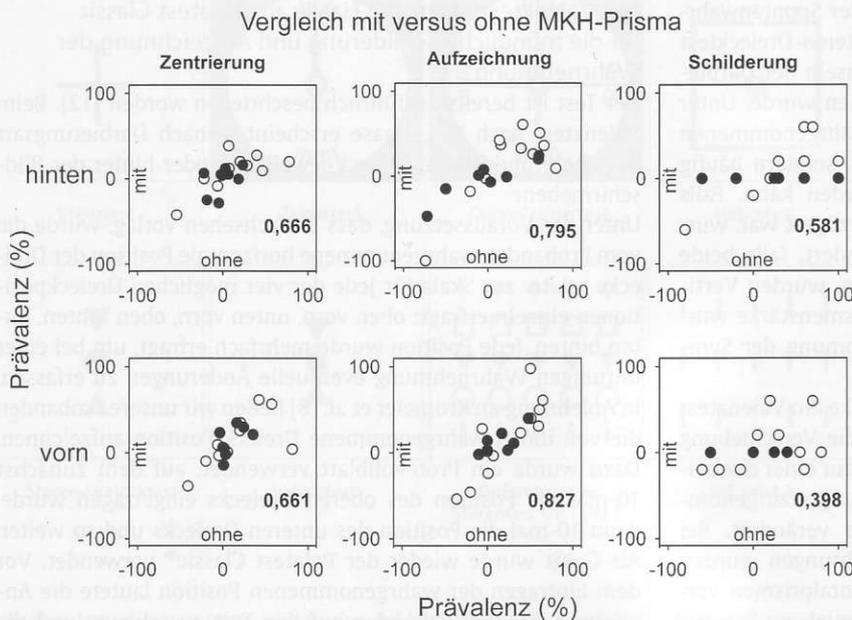
Auch dieses Verfahren wurde bereits ausführlich beschrieben [12]. Wie auch beim Aufzeichnen und bei der Schilderung wurden die vier möglichen Dreieckpositionen (vorn oben, vorn unten, hinten oben, hinten unten) verwendet. Die Versuchspersonen hatten bei freier Zeiteinteilung die Aufgabe, durch Tastendruck auf die rechte oder linke Pfeiltaste einer Standard-PC-Tastatur die Spitze des wahrgenommenen Dreieck-Stereobildes ins Zentrum der Skala zu bringen und dann mit der Eingabetaste zu bestätigen. Zunächst war zehnmal nur das obere Dreieck-Stereobild verschiebbar, dann zehnmal das untere bei Darbietung vor der Bildschirmebene, dann wieder das obere und untere Stereobild bei Darbietung hinter der Bildschirmebene. Das nicht verschiebbare Dreieck-Stereobild war ebenfalls sichtbar, blieb aber unverändert in derselben Position wie beim Original-Valenztest. Jede der 4 × 10 Einzel-Einstellungen wurde automatisch in einer Excel-Datei gespeichert.

### Versuchspersonen

Es handelte sich um dieselben Personen, die auch bei einer bereits publizierten Studie [12] teilnahmen: Über ein Schreiben des Arbeitsschutz-Beauftragten oder durch einen Bericht in der Zeitung wurden zunächst 43 Versuchspersonen (Alter 23 bis 52 Jahre, Mittelwert 39) gefunden, in der Mehrheit Angestellte der Stadt Freiburg. Sie waren darüber informiert worden, dass es in der Studie darum geht, wie Brillengläser auf das beidäugige Sehen Einfluss nehmen und dass Prismengläser bei Anstrengungsproblemen am PC verwendet werden. Für den Zeitaufwand bekamen sie als Entschädigung ihre monokularen und binokularen Messwerte schriftlich mitgeteilt.

Die Vorauswahl der Probanden geschah nach folgenden Kriterien:

- normales beidäugiges Sehen (kein Strabismus), keine Augenkrankungen
- Fernvisus  $\geq 1,0$  auf beiden Augen
- Fehlsichtigkeit kleiner als  $\pm 6$  dpt, cyl. kleiner als  $-2,5$  dpt
- Anisometropie  $\leq 1,0$  dpt



**Abb. 2** Gegenüberstellung der Prävalenz ohne und mit Prismenkorrektur für die drei Messmethoden mithilfe von Korrelationen mit ihren Koeffizienten für alle 19 Personen. Positive bzw. negative Werte bedeuten eine Prävalenz des rechten bzw. linken Auges. Die Korrelationen sind signifikant ( $p < 0,05$ , einseitig), wenn  $r > 0,389$ . Die acht Probanden, bei denen das Prisma nach der Schilderungsmethode bei hinten und bei vorn stehenden Dreiecken eine Äquivalenz ergeben hatte, sind mit ausgefüllten Datenpunkten dargestellt. Teilweise überdecken sich die Datenpunkte.

- ▶ bisher keine Prismen getragen
- ▶ Schilderung einer eindeutigen Prävalenz am Valenztest ohne Prismenkorrektur, d.h. keine Schwankung in der Position der Dreiecke und keine Äquivalenz.

Drei Personen wurden wegen Strabismus ausgeschlossen, eine wegen Anisometropie  $> 1,25$  dpt und zwei wegen Zylinderwerten größer 2,25 dpt. Von den verbleibenden 37 Versuchspersonen hatten 9 eine instabile Wahrnehmung am Valenztest, 6 hatten Doppelwahrnehmung und 3 hatten Äquivalenz. Damit erfüllten zuletzt 19 Personen alle Kriterien für die Prismenkorrektur (Durchschnittsalter 36 Jahre).

### Versuchsablauf

Bei einem ersten Termin wurden Probandendaten und eine Kurzanamnese aufgenommen, der Fernvisus mit getragener Korrektur bzw. bei Nichtbrillenträgern der Fernvisus ohne Brille geprüft. Mit dem Covertest in der Ferne wurde beobachtet, ob beim Zudecken des Gegenauges eine Einstellbewegungen des freien Auges erfolgte. Dies wurde als Ausschlusskriterium gewertet und war bei drei Probanden festzustellen.

Die monokulare Refraktionsbestimmung wurde mit einer am Stirnband befestigten Messbrille unter Verwendung von Messgläsern und Kreuzzylinder vorgenommen. Als Sehzeichengerät wurde der Polatest Classic® der Firma Zeiss verwendet. Mit den neu bestimmten Refraktionswerten wurde eine Abfrage ohne Prismenkorrektur am Pola-Kreuztest durchgeführt, um Richtung (Eso oder Exo und/oder Höhe) einer ggf. assoziierten Phorie qualitativ zu prüfen. Danach wurden wiederum ohne Prismengläser die Daten in folgender Reihenfolge ermittelt:

- ▶ Bestimmung der Prävalenz mit sphärischer und zylindrischer Korrektur am Pola-Valenztest aufgrund mündlicher Schilderung der Wahrnehmung (4 Durchgänge)
- ▶ Bestimmung der Prävalenz mit sphärischer und zylindrischer Korrektur durch Aufzeichnen ( $4 \times$  je 10 Aufzeichnungen)
- ▶ Bestimmung der Prävalenz mit sphärischer und zylindrischer Korrektur durch Zentrierung am Visucat ( $4 \times$  je 10 Durchgänge).

Bei einem zweiten Termin wurde die Refraktionsbestimmung monokular nochmals vorgenommen und anschließend die kom-

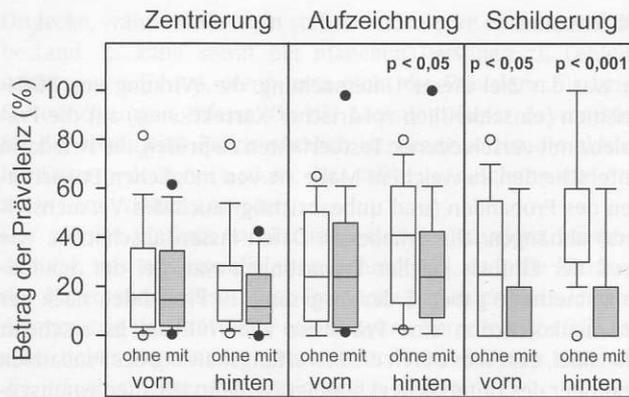
plette Messung und Korrektur nach H.-J. Haase durchgeführt. Entsprechend der Richtlinien der IVBV wurde an allen MKH-Tests am Polatest Ferne mit Prismen korrigiert und danach wieder in derselben oben angegebenen Reihenfolge die Prävalenz ermittelt:

- ▶ mündliche Schilderung
- ▶ Aufzeichnung
- ▶ Zentrierung am Visucat.

### Ergebnisse

Die bei der MKH ermittelten Horizontalprismen lagen im Mittel bei 2,38 cm/m Basis außen, Maximalwerte waren 9,0 cm/m Basis außen und 6,0 cm/m Basis innen. Die Vertikalprismen lagen im Mittel bei 0,71 cm/m, die Maximalwerte betragen 1,75 cm/m unten links und 1,25 cm/m oben links. Gegenüber den vorangegangenen Tests wurde am Valenztest allein im Mittel eine Verstärkung um 0,5 cm/m vorgenommen, der Maximalwert lag bei 2,25 cm/m; bei drei Personen wurden die Horizontalprismen am Valenztest nicht verändert.

Ein Vergleich der Prävalenz ohne und mit MKH-Prisma ist in **Abb. 2** in Form von Korrelationen dargestellt. Man sieht, dass bei der Schilderungsmethode 8 Probanden mit dem MKH-Prisma einen Prävalenzwert von Null (also Äquivalenz) angaben (A01; B02; S04; S05; U01; W02; W03; W05). Die übrigen 11 Probanden gaben auch mit dem MKH-Prisma an, die Dreiecke versetzt zu sehen. Gemittelt über alle Probanden sollte eine Verringerung der Prävalenz durch das Prisma daran zu erkennen sein, dass zwischen den Prävalenzwerten mit und ohne Prisma keine signifikante Korrelation besteht. Die Korrelationen waren aber selbst bei der Schilderung signifikant, und zwar sowohl für hinten ( $r = 0,581$ ,  $p < 0,005$ ) als auch für vorn stehende Dreiecke ( $r = 0,398$ ,  $p < 0,05$ ). Bei der Zentrierungs- und der Aufzeichnungs-Methode waren die Korrelationen noch deutlicher ( $r = 0,661 - 0,827$ ). Diese Korrelationen zeigen, dass die MKH-Prismen im Durchschnitt aller Probanden keine wesentliche Veränderung in Richtung auf eine Äquivalenz bewirkte.



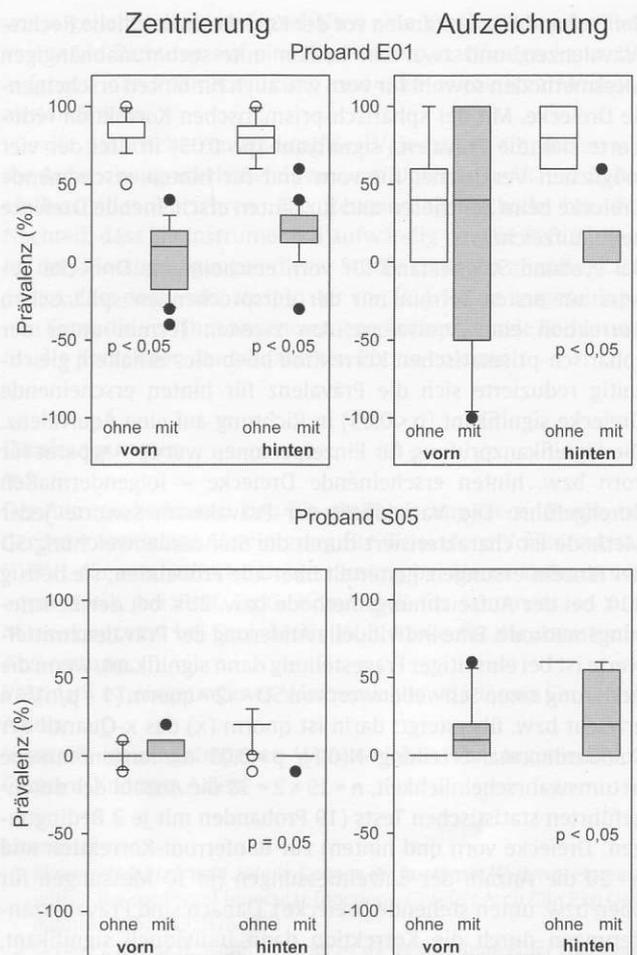
**Abb. 3** Betrag der Prävalenz ohne und mit Prismenkorrektur für vorn bzw. hinten wahrgenommene Dreiecke bei den drei Messverfahren in Form von Box-Plots für die Stichprobe aller 19 korrigierten Probanden. Die Horizontalen in diesen Box-Plots bezeichnen Median sowie 25- und 75%-Quartile, Verlängerungen kennzeichnen 10%- und 90%-Perzentile; darüber hinausgehende Werte sind als Einzeldatenpunkte dargestellt. Bei der Schilderungsmethode ist der Prismeneffekt für beide Stereorientungen nach einem t-Test signifikant; bei den untersucherunabhängigen Methoden nur für hinten wahrgenommene Dreiecke bei der Aufzeichnungsmethode.

Entsprechend der MKH-Erfahrung kann aber nicht erwartet werden, dass bereits bei der ersten Sitzung eine Zentrierung erreicht wird. Es lässt sich daher vermuten, dass eine überzeugende Verbesserung der Prävalenz nur bei einem Teil der Probanden erzielt werden konnte, nämlich bei den Personen, die nach der Schilderungsmethode mit den Prismen perfekt übereinanderstehende Dreiecke angaben. Das sind die Personen, die in **Abb. 2** mit ausgefüllten Symbolen dargestellt sind. In der Gruppe dieser 8 Probanden zeigten die meisten mit der Zentrierungs- und der Aufzeichnungsmethode von Null abweichende Prävalenzwerte.

Der Effekt der Korrektur kann auch dadurch geprüft werden, dass der absolute Betrag der Prävalenz (bei dem unberücksichtigt bleibt, ob eine Prävalenz des rechten oder linken Augen besteht) ohne und mit Korrektur verglichen wird (**Abb. 3** für 19 Personen). Bei der Schilderungsmethode zeigte sich (selbstverständlich) eine signifikante Verringerung des Prävalenzbetrags durch die Korrektur, denn das Erreichen der Nullstellung am Valenztest ging bei der Schilderungsmethode bereits als Kriterium in die Bestimmung des Prismas ein. Bei der Aufzeichnungsmethode zeigte sich ein signifikanter Effekt ( $p = 0,0408$ , einseitig) nur, wenn die Dreiecke hinter dem Bildschirm angeboten wurden. Bei der Zentrierungsmethode ergab sich kein signifikanter Effekt.

Die bisherigen Auswerteschritte bedeuten, dass auf dem Gruppenniveau keine wesentliche Veränderung in Richtung auf eine Äquivalenz zu beobachten war.

Für den Fall, dass Effekte bei einzelnen Personen bestehen sollten, wurden zusätzlich individuelle Auswertungen durchgeführt. Dabei setzten wir voraus, dass überzeugende individuelle Effekte nur dann vorlagen, wenn sowohl die Aufzeichnungsmethode als auch die Zentrierungsmethode ähnliche Ergebnismuster erbrachten, die sich individuell statistisch absichern ließen. Dies war bei zwei Personen (E01 und S05) der Fall. Bei beiden Personen wurde (anders als bei allen übrigen) außer der Prismenkorrektur auch erstmals eine Hyperopie-Korrektur vorgenommen. Wie in **Tab. 1** beschrieben, zeig-



**Abb. 4** Prävalenzwerte der Probanden E01 und S05 ohne und mit Korrektur für die Zentrierungs- und die Aufzeichnungsmethode, separat für vorn und für hinten erscheinende Dreiecke. Es ist für jede Bedingung die Verteilung der 20 Messwerte (je 10 für oben bzw. unten stehende Dreiecke) in Box-Plots entsprechend der Konvention in **Abb. 3** gezeigt. Die Darstellung ist jedoch teilweise reduziert, wenn häufige Messwerte bei einigen wenigen Prävalenzniveaus vorkommen. Deshalb können die Quartile und Perzentile mit dem Median zusammenfallen, was durch eine verbleibende horizontale Linie dargestellt ist. Individuell signifikante Effekte der Korrektur sind durch die Irrtumswahrscheinlichkeit bezeichnet.

**Tab. 1** Refraktions- und Prismenwerte, mit denen die Prävalenzen bestimmt wurden (Probanden E01 und S05). Zur Bestimmung der Prismen wurden die Werte vom 2. Termin zugrunde gelegt

	Proband E01	Proband S05
1. Termin	R: + 0,25 L: + 1,0 - 0,5 30°	R: + 1,0 - 0,25 90° L: + 1,5
2. Termin	R: + 0,5 - 0,5 135° L: + 2,25 - 0,5 22° Prisma 3,5 B. außen	R: + 1,75 - 0,25 95° L: + 1,75 Prisma 1,0 B. außen, 0,25 B. unten links

ten diese zwei Probanden zwischen den beiden Testterminen Refraktionsunterschiede, die größer waren als bei allen anderen Probanden.

**Abb. 4** zeigt für diese beiden Probanden die Prävalenzwerte ohne und mit Prismenkorrektur, wobei die sphärische Korrektur der Hyperopie bei der Messung unter Prismenwirkung (2. Termin) stärker war als ohne Prismenwirkung (1. Termin).

Bei Proband E01 bestanden vor der Korrektur deutliche Rechts-Prävalenzen, und zwar bei beiden untersucherunabhängigen Messmethoden sowohl für vorn wie auch für hinten erscheinende Dreiecke. Mit der sphärisch-prismatischen Korrektur reduzierte sich die Prävalenz signifikant ( $p < 0,05$ ) in drei der vier möglichen Vergleiche: für vorn und für hinten erscheinende Dreiecke beim Zentrieren und für hinten erscheinende Dreiecke beim Aufzeichnen.

Bei Proband S05 bestand für vorn erscheinende Dreiecke bereits am ersten Termin mit der entsprechenden sphärischen Korrektur eine Äquivalenz. Am zweiten Termin unter der sphärisch-prismatischen Korrektur blieb dies erhalten, gleichzeitig reduzierte sich die Prävalenz für hinten erscheinende Dreiecke signifikant ( $p < 0,05$ ) in Richtung auf eine Äquivalenz. Die Signifikanzprüfung für Einzelpersonen wurde – separat für vorn bzw. hinten erscheinende Dreiecke – folgendermaßen durchgeführt. Die Variabilität der Prävalenzmesswerte jeder Methode ist charakterisiert durch die Standardabweichung SD der Einzelmessungen, gemittelt über alle Probanden; sie betrug 33% bei der Aufzeichnungsmethode bzw. 20% bei der Zentrierungsmethode. Eine individuelle Änderung der Prävalenzmittelwerte ist bei einseitiger Fragestellung dann signifikant, wenn die Änderung einen Schwellenwert von  $SD \times \sqrt{2} \times q_{norm}(1 - p/n) / \sqrt{n}$  erreicht bzw. übersteigt; darin ist  $q_{norm}(x)$  das  $x$ -Quantil der Standardnormalverteilung  $N(0,1)$ ,  $p = 0,05$  die angenommene Irrtumswahrscheinlichkeit,  $n = 19 \times 2 = 38$  die Anzahl der durchgeführten statistischen Tests (19 Probanden mit je 2 Bedingungen: Dreiecke vorn und hinten) zur Bonferroni-Korrektur und  $n = 20$  die Anzahl der Einzelmessungen (je 10 Messungen für oben bzw. unten stehende Dreiecke). Danach sind Prävalenzänderungen durch die Korrektur dann individuell signifikant, wenn sie bei der Aufzeichnungsmethode Werte von 31,4% erreichen (bzw. übersteigen); bei der Zentrierungsmethode liegt dieser Schwellenwert bei 19,0%. Die Ergebnisse dieser statistischen Tests sind in **Tab. 2** für die Probanden E01 und S05 dargestellt, die als einzige Probanden ein ähnliches signifikantes Ergebnismuster mit der Aufzeichnungs- und der Zentrierungsmethode gezeigt hatten. Diese individuellen Effekte sind nicht durch „regression to the mean“ [13] zu erklären, da diese Personen nicht nach der Größe ihrer Prävalenz ausgewählt wurden.

Die Effekte bei diesen beiden Probanden stellen eine Verringerung der Prävalenz in Richtung auf eine Äquivalenz dar. Wir fanden jedoch keine überzeugenden individuellen Beispiele dafür, dass die Prävalenz sich durch die Korrektur von einer ausgeprägten Vorn-Hinten-Asymmetrie zu einer Symmetrie veränderte, die von einer Äquivalenz abwich. Gegenbeispiele, bei denen beide untersucherunabhängigen Verfahren signifikante Verschlechterungen der Prävalenz zeigten, fanden wir nicht.

**Tab. 2** Änderung der Prävalenz (%) durch die sphärisch-prismatische Korrektur in zwei individuellen Fällen: Negative Änderungen bedeuten eine Verringerung der Prävalenz in Richtung auf eine Äquivalenz; individuell signifikante Änderungen sind mit \* markiert

	Proband E01		Proband S05	
	Aufzeichnung	Zentrierung	Aufzeichnung	Zentrierung
Dreiecke vorn	-16	-77*	14	6
Dreiecke hinten	-71*	-58*	-36*	-19*

## Diskussion

Es war das Ziel dieser Untersuchung, die Wirkung von MKH-Prismen (einschließlich sphärischer Korrekturen) auf die Prävalenz mit verschiedenen Testverfahren zu prüfen, die sich darin unterscheiden, in welchem Maße sie von möglichen Erwartungen des Probanden (und unbeabsichtigt auch des Versuchsleiters) abhängen. Die erhobenen Daten lassen abschätzen, wie groß der Einfluss solcher Erwartungen war. Bei der Schilderungsmethode gaben 8 der insgesamt 19 Probanden nach der Prismenkorrektur eine Prävalenz von Null an. Es erscheint plausibel, dass dies durch die Erwartungshaltung des Probanden und/oder des Untersuchers bedingt ist, denn bei allen vorausgehenden Tests (Kreuz- und Zeigertest) hatte der Proband erfahren, dass ein Test abgeschlossen und „in Ordnung“ sei, wenn eine Nullstellung erreicht wurde. Bei der Aufzeichnungsmethode fanden wir mit MKH-Korrektur nicht häufiger Nullwerte als ohne Prisma (**Abb. 2**), sodass diese Methode als relativ robust gegenüber Erwartungshaltungen angesehen werden kann. Das Zentrierungsverfahren ist allein aufgrund der Computersteuerung unabhängig von Erwartungshaltungen.

Die von Haase beschriebene Tendenz zur Äquivalenz durch Prismen [4] bestätigte sich zwar bei der Schilderungsmethode auf dem Gruppenniveau. Allerdings ist dieser Befund wegen möglicher Einflüsse der Erwartungshaltung wenig glaubwürdig. Die verlässlicheren Methoden (Aufzeichnung und Zentrierung) zeigten bei der Mehrzahl der Probanden keine wesentliche Veränderung der Prävalenz in Richtung auf eine Äquivalenz. Lediglich bei der Aufzeichnungsmethode und hinter dem Bildschirm dargebotenen Dreiecken war auf dem Gruppenniveau eine Verminderung des Prävalenzbetrages festzustellen. Es konnte im Allgemeinen also nicht die Hypothese bestätigt werden, dass sich die Prävalenz eines Auges durch die MKH reduzieren lässt. Dieses Ergebnis entspricht dem der Studie von Kromeier et al. [8]. Allenfalls bei wenigen Personen scheint dies möglich zu sein: Nur bei zwei unserer 19 Personen war eine Reduzierung der Prävalenz statistisch signifikant. Bei beiden hat allerdings möglicherweise nicht nur das Prisma die Prävalenz verändert, weil zusätzlich die Refraktionswerte ohne und mit Prisma unterschiedlich waren. Es entspricht dem praktischen Vorgehen der MKH, die jeweils vollständige refraktive Korrektur der Prismen-Bestimmung zugrunde zu legen, daher wurde auch hier in dieser Weise vorgegangen. Entsprechend der von vielen Anwendern der MKH mitgeteilten Erfahrungen muss man zwar für möglich halten, dass eine Verstärkung der Prismen bei nachfolgenden Sitzungen doch noch bei weiteren Probanden zu einer Reduzierung der Prävalenz führen würde. Allerdings ist zu bedenken, dass diese Erfahrungen auf der Schilderungsmethode beruhten, die sich in unserer Untersuchung als fragwürdig erwiesen hat. Auch wäre es denkbar, dass Prismenwirkungen noch nicht in einer einzigen Sitzung auftreten (wie es in dieser Studie geprüft wurde), sondern erst während längerer Tragezeiten.

Vorn oder hinten erscheinende Stereoobjekte erbringen nicht bei allen Personen identische Prävalenzwerte. Schroth und Jaschinski [12] beschrieben, dass die Varianz der Prävalenz aufgrund der Stereorientierung immerhin in derselben Größenordnung liegt wie die Varianz aufgrund der Unterschiedlichkeit der drei Messmethoden und dass die Asymmetrie der Prävalenz mit der Richtung der assoziierten Heterophorie korreliert ist ( $r = 0,5$ ). Weiterhin zeigte sich in der vorliegenden Studie – zumindest am Beispiel der Person S05 – eine individuell signifikante Korrekturwirkung nur für hinten erscheinende

Dreiecke, während für vorn stehende Dreiecke eine Äquivalenz bestand. Es kann somit bei manchen Personen zu Fehleinschätzungen führen, wenn man nicht die Prävalenz für beide Stereorientungen erfasst. Ob die Messung dieser Asymmetrie für die allgemeine Praxis nützlich ist, beantworten die aktuellen Daten jedoch noch nicht; dies sollte in Forschung und Praxis weiter erkundet werden.

Der geringe Einfluss von Prismen auf die Prävalenz bestätigt den von uns zuvor publizierten Befund [12], dass die Richtung der Heterophorie (Eso- oder Exophorie) mit der Vorn-Hinten-Asymmetrie der Prävalenz nur schwach korreliert ( $r=0,5$ ). Bei einer hohen Korrelation hätte man erwarten müssen, dass sich die Prävalenz unter Prismen deutlich ändert.

Es ist auffällig, dass schon vor der Korrektur die Prävalenzwerte bei der Zentrierungsmethode durchweg geringer waren als bei der Aufzeichnungs- und der Schilderungsmethode. Dies bedeutet, dass Prävalenzverringerungen mit der Zentrierungsmethode schwieriger statistisch nachzuweisen sind. Die Gründe für diese Prävalenzunterschiede sind zwar derzeit unklar; möglicherweise spielen aber die folgenden Unterschiede in den Versuchsbedingungen eine Rolle:

- ▶ Die Leuchtdichte des bei der Zentrierungsmethode verwendeten VISUCAT war geringer als die des bei der Aufzeichnungs- und Schilderungsmethode verwendeten Polatest Classic®.
- ▶ Es bestand ein Unterschied in der Testfigur zwischen dem Valenztest Classic® (Aufzeichnungs- und Schilderungsmethode) und dem am elektronischen Prüfgerät Visucat gezeigten Valenztest (Zentrierungsmethode), sobald das Dreieck-Stereobjekt durch die Pfeiltasten verschoben wurde. Dadurch, dass nur das obere oder untere Dreieck-Stereobjekt verschoben wurde und das andere in Mittenposition blieb, könnte eine zusätzliche Hilfe für mittiges Zentrieren vorgelegen haben.
- ▶ Aufgrund der freien Zeitvorgabe beim Zentrieren war zu beobachten, dass viele Probanden mehrfach die Einstellungen zwischen rechts und links wechselten, um eine für sie optimale Mittelposition zu bestimmen, was mit den anderen Verfahren nicht möglich war.

### Schlussfolgerungen

Bei der üblichen Praxis der MKH spielt die Erwartungshaltung des Untersuchers und/oder des Probanden eine wichtige Rolle. Wir folgern dies daraus, dass Personen, die bei der konventionellen Schilderungsmethode mit Korrektur eine Nullstellung angaben, dies mit der Aufzeichnungs- und Zentrierungsmethode (die von der Erwartungshaltung des Untersuchers und des Probanden kaum beeinflussbar sind) meist nicht bestätigten. Eine generelle Verringerung der Prävalenz oder gar das Erreichen von Äquivalenz durch MKH-Korrektur konnte in der vorliegenden Studie nicht belegt werden. „Korrekturerfolge“, die aufgrund der konventionellen Schilderungsmethode berichtet wurden, sollten daher zurückhaltend beurteilt werden. Unsere statistischen Analysen auf der individuellen Ebene haben bei der Aufzeichnungs- und Zentrierungsmethode allerdings Hin-

weise geliefert, dass in Einzelfällen eine Verringerung der Prävalenz (in Richtung auf eine Äquivalenz) stattfinden kann, die aufgrund der Prismenwirkung und/oder refraktiven Wirkung zustande kam.

Für die praktische Anwendung des Valenztests empfehlen wir die Aufzeichnungsmethode als ein vom Untersucher kaum zu beeinflussendes Verfahren. Die Zentrierungsmethode hat den Nachteil, dass sie instrumentell aufwändig ist. Die Befunde unter den Messbedingungen dieser Studie sprechen allerdings dagegen, dass dem Valenztest in der von H.-J. Haase vorgeschlagenen Form die von ihm angenommene herausragende Bedeutung für die Korrektur der assoziierten Phorie zukommt.

### Danksagungen

Die Autoren bedanken sich für die Förderung dieser Studie bei der Internationalen Vereinigung für Binokulare Vollkorrektur (IVBV), für methodische Unterstützung bei Herrn Knörzer und argus optik, bei Prof. Dr.G. Kommerell für Kommentare zum Manuskript und bei Dipl.-Math. W.B. Kloke für die statistische Auswertung.

Polatest® ist eingetragenes Warenzeichen von Firma Carl Zeiss, Aalen.

Visucat® ist eingetragenes Warenzeichen von Ingenieurbüro Gerhard Knörzer, Aalen.

### Literatur

- 1 Ehrenstein WH, Arnold-Schulz-Gahmen BE, Jaschinski W. Eye preference within the context of binocular functions. Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol 2005; 243: 926–932
- 2 Gerling J, de Paz H, Schroth V et al. Ist die Feststellung einer Fixationsdisparation mit der Mess- und Korrekturmethode nach H.-J. Haase (MKH) verlässlich? Klin Monatsbl Augenheilkd 2000; 216: 401–411
- 3 Haase HJ. Latente Heterophorien. Broschüre des Internationalen Augenoptiker-Kongresses Berlin 1962. In: Goersch H (Hrsg). Binokulare Korrektur. Düsseldorf: Schrickel, 1980
- 4 Haase HJ. Zur Fixationsdisparation. Heidelberg: DOZ-Optische Fachveröffentlichung, 1995
- 5 Haase HJ. Winkelfehlsichtigkeit mit Fixationsdisparation. Pforzheim: Bode, 1999
- 6 Kommerell G, Kromeier M. Prismenkorrektur bei Heterophorie. Ophthalmologie 2002; 99: 3–9
- 7 Kommerell G, Kromeier M, Schmitt C et al. Ocular prevalence versus ocular dominance. Vision Res 2003; 43: 1397–1403
- 8 Kromeier M, Schmitt C, Bach M et al. Beeinflussen Prismen nach Hans-Joachim Haase die Augenprävalenz? Klin Monatsbl Augenheilkd 2002; 219: 851–857
- 9 Kromeier M, Heinrich SP, Bach M et al. Ocular prevalence and stereoacuity. Ophthal Physiol Opt 2006; 26: 50–56
- 10 IVBV. Richtlinien zur Korrektur von Winkelfehlsichtigkeit. Dritte Ausgabe. Flacht: Selbstverlag der Internationalen Vereinigung für Binokulare Vollkorrektur, 2005. www.ivbv.org
- 11 Sachsenweger R. Sensorische Fusion und Schielen. Graefes Arch Ophthalmol 1958; 159: 502–528
- 12 Schroth V, Jaschinski W. Assoziierte Heterophorie und Vorn-Hinten-Asymmetrie der Prävalenz eines Auges. Klin Monatsbl Augenheilkd 2006; 223: 233–242
- 13 Yudkin PL, Stratton IM. How to deal with regression to the mean in intervention studies. Lancet 1996; 347: 241–243