



**Volkhard Schroth,
Freiburg**

Theorie der MKH: Neue Wissenschaftliche Erkenntnisse zu FD, Stereopsis und Prävalenz, Teil 1

**Erweiterte Fassung eines Vortrags vom 12. Juni 2005
beim 18. Jahreskongress der IVBV in Lahnstein**

■ 1 Inhalt

In einer Reihe von experimentellen Studien wurde die Theorie der MKH auf den Prüfstand gestellt. Für die Annahmen von Hans-Joachim Haase sprechen neue Studien, in denen ein Vorn-Hinten-Unterschied der Stereopsis und Prävalenz nachgewiesen wurde. Diese Asymmetrie hängt mit einer nicht voll korrigierten Eso- oder Exo-Winkelfehlsichtigkeit zusammen und lässt sich am plausibelsten mit H.-J. Haases Hypothese des Bildlagefehlers erklären.

Gegen Haases Annahmen sprechen verschiedene Befunde. Das betrifft die Größe eines Bildlagefehlers im freien Sehen, der sehr viel kleiner ist, als von H.-J. Haase angenommen. Des Weiteren die Erkenntnis, dass feine Stereopsis und Prävalenz voneinander unabhängig sind und dass der Valenztest nicht von allen Menschen zuverlässig beurteilt werden kann.

Weiterhin konnte eine Verbesserung der feinen Stereopsis durch MKH-Prismen nicht nachgewiesen werden, weil auch ohne Prismen die Tiefensehschärfe trotz alter FD extrem gut war.

Bisher waren viele Praxisbeobachtungen und theoretische Annahmen der MKH nicht mit internationalen Forschungsergebnissen vereinbar. Eine neue Interpretation kann dies ändern: Bildlagefehler dürfen nicht mit dem korrigierenden Prismenwert verwechselt werden, denn mit der MKH werden Bildlagefehler lediglich indirekt erkannt. Ein Prismen-Korrektionsschritt, der vermeintlich die Bildlage verändern soll, kann prinzipiell nicht von einem Prismen-Korrektionsschritt unterschieden werden, der die Vergenzstellung ändert. Mit dem Begriff „Fixationsdisparation“ ist daher vorrangig nicht ein objektiv vorhandener Bildlagefehler gemeint. Fixationsdisparation im neuen Verständnis meint Befunde in der Testsituation der MKH, die nicht durch motorisch-fusionale Vorgänge erklärt werden können und in Korrektorschritten umgesetzt werden. Im Gegensatz dazu verstehe ich unter der „Fixationsdisparität“ den objektiv vorhandenen Bildlagefehler im Sinne der DIN 5340-156.

Dieses neue Verständnis ermöglicht es beispielsweise, die Einteilung in FD-Unterarten beizubehalten. Allerdings mit dem Hintergrund, dass damit Beobachtungen in der besonderen Mess-Situation an MKH-Testen gemeint sind und nicht generell eine objektiv nachweisbare, disparate Bildlage.

Die Anwendung der MKH bei Asthenopie und die Korrekturerfolge in der Praxis stehen nach wie vor außer Zweifel. Ob die Erfolge durch spezifische Prismenwirkung oder unspezifische Zuwendungs-Wirkung hervorgerufen werden, kann mit Doppelblindstudien geprüft werden. Dieser Ansatz wurde in einer ersten Studie verfolgt, u.a. wegen methodischer Mängel war aber keine klare Aussage möglich [Simonsz et al. 2001].

In Zukunft wird die MKH einen ehrlichen Blick auf die Grenzen der Methodik erlauben, neue Erkenntnisse berücksichtigen, diese weiter voranbringen und sich damit inhaltlich und praktisch weiter entwickeln.

■ 2 Einleitung

Auf Seiten der Befürworter der MKH finden sich überwiegend Anwender mit praktischer Erfahrung in der Methodik, die Erfolge von Prismenkorrekturen in vielen Fällen erleben, wie auch der Autor dieses Artikels. Ausgewiesenen Kritiker der MKH aus der Ophthalmologie haben eine Serie von experimentellen Studien veröffentlicht, mit denen auf den ersten Blick die Theorie der MKH komplett widerlegt zu sein scheint.

Bei genauem Lesen der Originalarbeiten erkennt man teils ihre begrenzte Aussagekraft oder findet in den Daten durchaus auch Bestätigung für H.-J. Haases Ideen. Im Folgenden werden daher nicht nur die berechtigten Einwände gegen die MKH-Theorie aufgeführt, sondern auch die bestätigenden Befunde.

Dies wird anschließend in der „Diskussion“ in Abschnitt 6 bewertet, und in Abschnitt 7 soll versucht werden, eine Theorie der MKH zu entwickeln, die mit dem derzeitigen Stand der wissenschaftlichen Forschung vereinbar ist.

Mir ist bewusst, dass ich mit diesem Fachbeitrag auf Grund des komplexen Themas nicht die Mehrheit der Augenoptiker ansprechen kann. Dennoch möchte ich die Reichweite der wissenschaftlichen Diskussion ausführlich darstellen, um eine Basis für interdisziplinäre Kommunikation und für weitere Arbeiten zu legen. Viele Ideen Haases waren mit der gängigen Lehrmeinung der Augenheilkunde nicht kompatibel, daher konnten diese Kritiker aufgrund ihres fachlichen Hintergrundes manches nicht nachvollziehen. Sie stellen eher diejenigen Befunde heraus, die der MKH-Theorie widersprechen und kommen u.a. zu dem Schluss, von der praktischen Anwendung der MKH abzuraten [Kommerell, G. 2005].

Dies lässt sich derzeit weder wissenschaftlich begründen, noch mit der Praxiserfahrung in Übereinstimmung bringen. Eine Aufarbeitung der wissenschaftlichen Arbeiten, wie ich sie im Folgenden versuche, soll dazu beitragen, die Stärken und Schwächen der MKH-Theorie besser zu verstehen und damit künftig auch die Praxis der MKH weiter zu entwickeln.

■ 3 Begriffe

Unter dem Begriff „Fixationsdisparation“ versteht man laut DIN 5340-156 den „Zustand des normalen binokularen Einfachsehens, bei dem der Fixationspunkt mit einer Disparation innerhalb des zugehörigen Panumbereichs abgebildet wird“ [Goersch 2001].

Im Zusammenhang mit seiner Methodik wurde dieser Begriff von H.-J. Haase mit einem ganz eigenen Verständnis benutzt, das sich grundlegend von dem in der angloamerikanischen Forschung unterscheidet (mehr dazu im Abschnitt 7).

Um eine Begriffsklarheit zu schaffen, definiere ich **„Fixationsdisparation“** neu als **„Befunde an MKH-Testen, die nicht durch motorisch-fusionale Vorgänge erklärt werden können und Hinweise für Prismenkorrekturen liefern.“**

Im Gegensatz dazu verstehe ich unter der **„Fixationsdisparität“** das, was in der DIN-Definition und in der internationalen Forschung gemeint ist: **„Zustand des normalen binokularen Einfachsehens, bei dem der Fixationspunkt mit einer Disparation innerhalb des zugehörigen Panumbereichs abgebildet wird. Dieser laterale Bildlagefehler wird ohne Eingriff in den Regelkreis (d.h. ohne Verwendung von zentrierenden Prismen) experimentell direkt bzw. indirekt durch objektive oder subjektive Messungen ermittelt.“**

Assoziierte Heterophorie wird bei H. Goersch mit dem Begriff Winkelfehlsichtigkeit gleichgesetzt: „Zustand eines Augenpaares, bei dem in der optometrischen Fixierlinien-Hell-Ruhestellung ein lateraler Bildlagefehler vorhanden ist...“ [Goersch 2001]. Bereits Ogle hat mit „associated phoria“ die Prismenkorrektur gemeint, um Nullstellung zu erreichen [Ogle 1967]. In Großbritannien wird in jüngster Zeit mehr von „aligning prism“ (AP) gesprochen, als von Assoziierter Heterophorie [Evans 2002]. Dies hat den großen Vorteil, dass man den zugrunde liegenden Zustand – die vermeintliche Ruhestellung – umgeht, die prinzipiell nie sicher bestimmbar ist.

Mein Vorschlag zur Definition von **Assoziierter Heterophorie: „Der Prismenwert zum Ausgleich von geschilderten Abweichungen an Binokulartesten unter Anwesenheit dosierter Fusionsreize.“**

Als einen Sonderfall der Assoziierten Heterophorie verstehe ich die **Winkelfehlsichtigkeit: „Das Messergebnis der MKH. Der Prismenwert zum Ausgleich von geschilderten Abweichungen an MKH-Testen unter Anwendung der IVBV-Richtlinien.“** Ähnliches wurde auch von Goersch diskutiert, der damit aber mehr auf die Unterscheidung der Messbedingungen mit oder ohne Fusionsreize abgezielt hatte [Goersch, 1995].

■ 4 Annahmen von Hans-Joachim Haase zur Fixationsdisparation und Prävalenz

Für das Verständnis der fachlichen Diskussion über die Theorie der MKH ist es wichtig zu wissen, dass die Annahmen von Hans-Joachim Haase bezüglich der theoretischen Hintergründe seiner Methodik auf Grund von Praxisbeobachtungen entstanden sind. Sein Konzept von Unterarten der Fixationsdisparation (FD) richtet sich einfach nach der Reihenfolge seiner Tests, die nacheinander notwendig sind, um das jeweilige Korrektionsziel zu erreichen. Der Vorteil des in sich schlüssigen Konzeptes liegt vor allem darin, dass Erklärungen zu vielen möglichen Schilderungen der Kunden in der Testsituation gefunden werden können, die sich dann in eine systematische Anwendung der MKH-Teste umsetzen lassen. Ein großer Nachteil der von Hans-Joachim Haase in Kooperation mit Helmut Goersch und anderen geschaffenen, MKH-spezifischen Begriffswelt liegt darin, dass sich eine Kommunikation nach außen bisher sehr schwierig gestaltet hat.

4.1 Größenordnungen von Fixationsdisparation

Anhand der Testwahrnehmungen hat Haase versucht, Rückschlüsse über die Größenordnungen von sensorischen Anpassungen zu ziehen. „Grenzen für Erweiterungen der Panumbereiche ... rund 4cm/m, bei Eso-FD selten bis 10 cm/m.“ [Haase, H.-J., 1995 S.126].

Über die Größe der FD schreibt er: „...Abstand zwischen Foveazentrum und dem dritten disparaten Zentrum ... zwischen 0,25 cm/m und 1,0 cm/m...“ [Haase, H.-J., 1995 S. 259].

In der MKH wird auch die Schnelligkeit des Erkennens von räumlichen Tiefe beim Wechsel eines Stereoobjektes von vorn nach hinten oder umgekehrt als Anzeichen von FD gewertet: „Verzögerungen in der Stereo-Wendeprobe ...trotz Nullstellungswahrnehmung am Kreuztest ... Zeigertest ...und Hakentest ... deuten grundsätzlich an, dass der zentrale Fixierpunkt des Stereotests ... im ersten Augenblick noch disparat abgebildet wird, und dass immer noch etwas disparat korrespondiert wird.“ [Haase, 1999 S. 158]. „Verzögerungen nur nach hinten ließen sich stets abstellen, meistens schon mit (zusätzlichen) Basis-außen-Prismen von 0,5[^] bis 1,0[^]...“ [Haase, 1999 S. 156]. Bei Verzögerungen nur nach vorn ist meist angezeigt, Basisinnen-Prismen gering zu verstärken oder erstmals zu geben. Falls beide Richtungen gleich lang verzögert sind, werden Vertikalprismen bis 0,5[^] oder selten bis 1,0[^] benötigt, um diese Anteile von Fixationsdisparation (auch „Junge Fixationsdisparation genannt) am Stereo-Dreiecktest zu korrigieren.

4.2 Stereopsis und Augenprävalenz als Indikator für Fixationsdisparation

Nach H.-J. Haases Modellvorstellung hat die FD eine Art von „Lebenslauf“. Meist kann eine latente Vergenzfehlerstellung nur phasenweise vollständig (mit bizentraler Fusion) kompensiert werden.

Wenn die Seh-Anforderung eher gering ist, wird das Gehirn die Möglichkeit nutzen, die Vergenz eines der beiden Augen nicht ganz exakt einzustellen, um motorische „Fusionsenergie“ einsparen. Nach Haase wird in der Ferne die FD daher die selbe Richtung wie die motorische Fehlstellung haben: Bei zunächst motorisch vollständig kompensierter Eso-Fehlstellung wird sich eine Eso-FD entwickeln und bei Exo-Fehlstellung eine Exo-FD. Im Weiteren wird sich diese falsche Bildlage im Binokularsehen weiter verfestigen und es kann sich ein verschobenes Korrespondenzzentrum (Fixationsdisparation zweiter Art = FD II) ausbilden. Die FD II ist dadurch gekennzeichnet, dass sich eine sensorische Anpassung ausbildet, die dem disparaten Korrespondenzzentrum im Binokularsehen die Richtung „Geradeaus“ zuordnet. Dies kann sich zum Beispiel darin äußern, dass am Kreuztest bereits Nullstellung geschildert wird und auch an den FD-Testen keine Abweichung beschreiben wird. Erst durch Korrektionschritte an allen Stereopsis-Testen einschließlich des Valenztests würden sich die vollständigen Anteile der FD II erfassen und ausgleichen lassen.

Als „alte Fixationsdisparation“ (oder alte FD II) bezeichnet Haase die Prismenanteile, die am Valenztest korrigiert werden, unter der Voraussetzung, dass alle motorischen Anteile bereits korrigiert sind. Bei alter FD II wird die Bildlage im freien Binokularsehen disparat sein, im monokularen Sehen wird wieder zentral fixiert (siehe Abb. 1a und 1b). Im Unterschied dazu ist beim Mikrostrabismus auch monokular eine exzentrische Bildlage vorhanden.

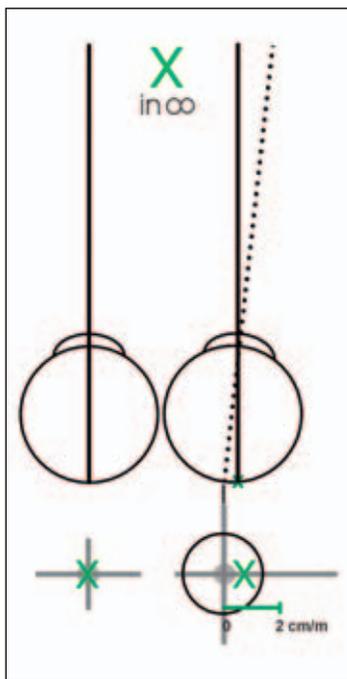


Abb. 1a: Beispiel einer Exo-Fixationsdisparation 2. Art: Das rechte Auge fixiert disparat und damit wird ermöglicht, dass die Vergenzstellung im Binokularsehen leicht von der Parallelstellung in Richtung Ruhestellung abweichen kann (der Winkel ist zur Veranschaulichung extrem vergrößert dargestellt)

Im Gegensatz zu anderen Binokular-Prüfverfahren werden Befunde im Stereosehen in der MKH nicht nur als allgemeine Qualitätshinweise gewertet, sondern für Korrektionszwecke systematisch angewendet. Vorn-Hinten-Unterschiede in der Stereoverzögerung werden als Hinweise auf horizontale bzw. vertikale Rest-Fixationsdisparation gewertet und mit Prismen auf Symmetrie korrigiert. Bereits Anfang der 60er Jahre hat Hans-Joachim Haase seine wiederholten und systematischen Beobachtungen am Stereo-Dreiecktest ausgewertet und daraufhin erstmals einen Valenztest für Korrektionszwecke konstruiert [Haase 1980]. Viele von H.-J. Haases Kunden hatten zuvor ohne Prismenkorrektur eine seitliche Versetzung von Drei-

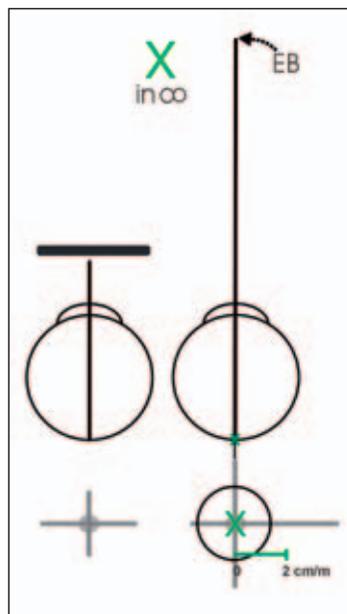


Abb. 1b: Beim Zudecken des Gegen- auges nimmt das FD-Auge (bei FD 2. Art) mit einer Einstellbewegung (EB) wieder zentrale Fixation auf

ecken am Stereo-Dreiecktest beschrieben, die sich mit der Korrektur zur Mitte hin verändert hatte. Der Valenztest sollte als Ergänzung zum Stereo-Dreiecktest ermöglichen, dass Kunden die seitliche Versetzung bei Prävalenzen einfacher schildern können. Der Test dient zur Prüfung, ob sich die beiden Augen im Stereosehen auf die selbe Richtung einigen (Äquivalenz) oder ob eine Ungleichwertigkeit (Prävalenz) der Richtungswahrnehmung besteht. Das Korrektionsziel an diesem Test wurde von H.-J. Haase als das „Stereo-Sehgleichgewicht“ bezeichnet [Haase 1980], also eine Äquivalenz sowohl wenn die Dreiecke vor, als auch hinter der Testebene erscheinen. Falls Stereo-Sehgleichgewicht nicht erreichbar ist, wird die bestmögliche Symmetrie mit dem schwächsten Prisma angestrebt [IVBV, 2005].

Im Gegensatz dazu versteht man in der neueren medizinischen Literatur die Prävalenz als einen Normalzustand, der keiner Korrektur bedarf.

Der Valenztest nimmt eine Schlüsselstellung in der Beurteilung des Binokularsehens innerhalb der MKH ein. Eine Prävalenz, die nicht durch ungleiche Visuswerte oder Mikrostrabismus erklärt werden kann, hat nach H.-J. Haase ihre Ursache in einer Fixationsdisparation. „Unabdingbare Voraussetzung für Stereo-Sehgleichgewicht ... ist korrespondierende (bifoveoläre) Abbildung des Fixationsobjektes...“ [Haase, H.-J., 1995 S.102].

Exkurs: Funktionsprinzip des Valenztests

Jeder Stereotest verwendet identische Objekte, die auf Grund einer stereoskopischen Parallaxe durch Bildtrennung (Haploskopie) zu einem seitlichen Versatz der Abbildung (Querdisparation) im rechten und linken Auge führt. Aus der Querdisparation resultiert die stereoskopische Wahrnehmung des Objektes vor der Testebene bei gekreuzter Disparation und hinter der Testebene bei ungekreuzter Disparation, sofern die Person normales Binokularsehen hat und die Testebene fixiert.

Der Valenztest von Hans-Joachim Haase besteht aus einer schwarzen Kreisfläche (Durchmesser 12,5') und Skalen (Gesamtlänge 27'), die binokular identisch sind. Beim Blick durch Analysatoren in normaler Filterstellung sieht das rechte Auge das obere und untere Dreieck links außen an der Skala, das linke Auge die beiden Dreiecke rechts außen (Abb. 2), die stereoskopische Parallaxe beträgt 12,5'.

Im Idealfall werden sowohl die Kreisfläche mit Skalen als auch die Dreiecke binokular einfach wahrgenommen.

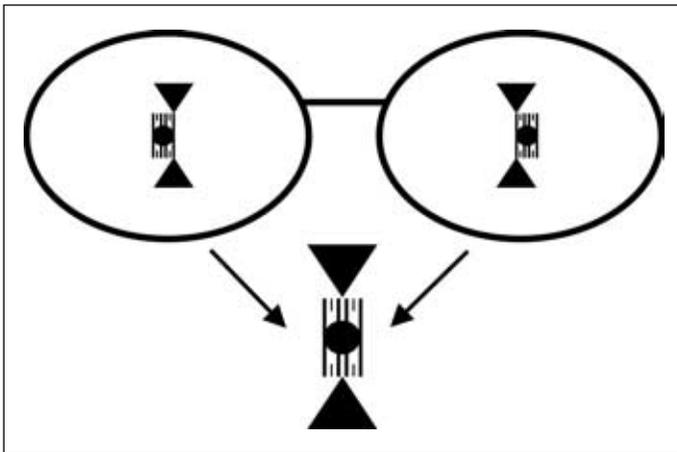


Abb. 2: Einzelwahrnehmungen der Dreieckposition ganz rechts/ ganz links außen. Äquivalenz als binokularer Seheindruck mit der Wahrnehmung, dass die Dreiecke vor der Testebene erscheinen

Das Funktionsprinzip des Valenztestes ist leicht erklärt: Wenn eine Person mit gleich gutem Visus beider Augen den Test beobachtet (siehe Abb. 2), dann wertet das Gehirn die jeweils unterschiedliche Richtungsinformation der Einzelaugen beim Zusammenrechnen beider Eindrücke im Idealfall genau als Richtung: „Mitte“. Diese Situation entspricht der Äquivalenz.

Beispielweise wird ein Visusunterschied zwischen dem rechten und linken Auge zwangsläufig dazu führen, dass die Richtungsinformation des besseren Auges sich beim Bewerten der Richtung im Stereosehen durchsetzt (siehe Abb. 3).

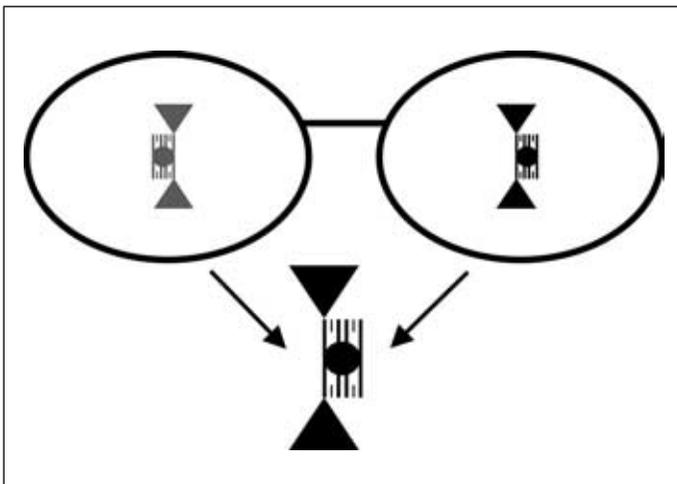


Abb. 3a: Besserer Visus des rechten Auges. Bei Normaldarbietung erscheinen die Dreiecke **vor** der Testebene und ganz links außen. In der binokularen Wahrnehmung setzt sich der Seheindruck des rechten Auges bezüglich der Richtung zu 100 Prozent durch.

Wie im Beispiel in Abb. 3a werden bei einer Prävalenz des rechten Auges von 100 % und gekreuzter Darbietung die Dreiecke vor der Bildschirmenebene und am linken Skalende wahrgenommen. Wird die Darbietungsrichtung geändert, sodass die Dreiecke hinter der Testebene erscheinen, dann setzt sich wiederum der Seheindruck des rechten Auges zu 100% durch und führt zu einer Wahrnehmung der Dreiecke ganz rechts außen auf der Skala (siehe Abb. 3b).

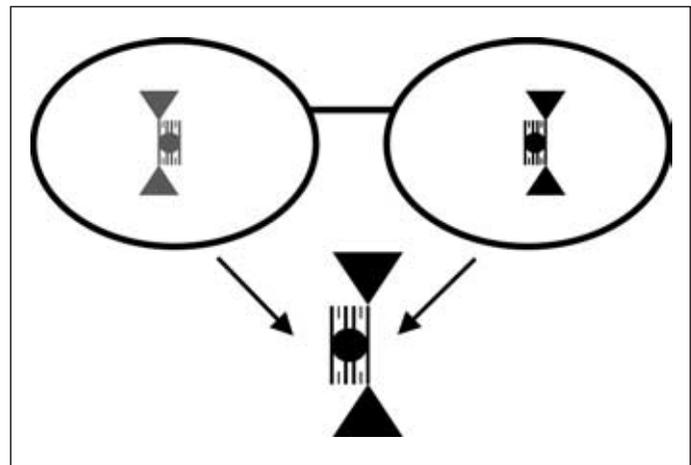


Abb. 3b: Besserer Visus des rechten Auges. Bei Inversdarbietung erscheinen die Dreiecke **hinter** der Testebene und ganz rechts außen, weil sich wiederum der Seheindruck des rechten Auges zu 100% in der Richtungswahrnehmung durchsetzt

Prävalenzen kann es in graduellen Abstufungen geben. Gute Beobachter könne Verschiebungen der Dreiecke um 100 %, 60 %, 20 % bzw. Mitte = 0 % angeben. Die Skaleneinteilung ist in Abb. 4 beschrieben.

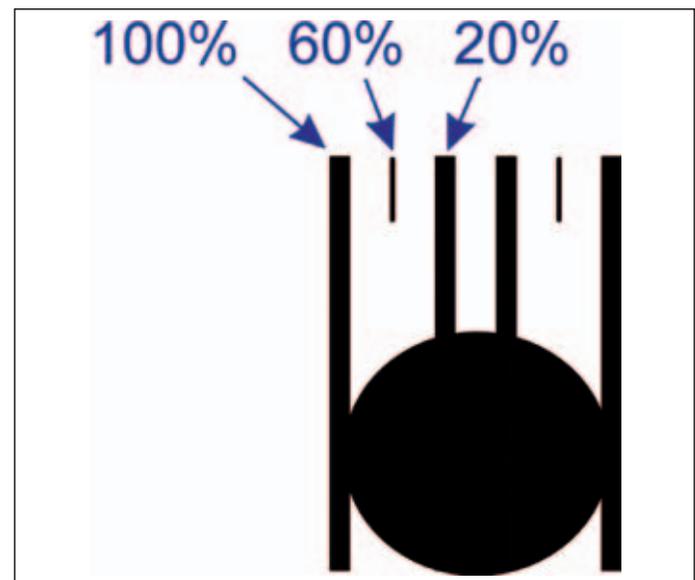


Abb. 4: Skaleneinteilung in Prozent. Die Mitte entspricht Null Prozent Prävalenz = Äquivalenz

Eine Exo-FD führt zu größeren Prävalenzen bei Dreiecken vor der Testebene, eine Eso-FD führt zu größerer Prävalenz der Dreiecke hinter der Testebene. Gleich starke Prävalenzen vorn/hinten deutet H.-J. Haase als Vertikal-FD [Haase, H.-J. 1995 S. 268]. Am Beispiel einer Exo-Winkelfehlsichtigkeit soll dies in den folgenden Abbildungen veranschaulicht werden (Abb. 5a und 5b).

In der Situation in Abb. 5a (Dreiecke vorn) ist die Bildlage im FD-Auge ungünstiger als in Abb. 5b (Dreiecke hinten). Somit wird eine stärkere Prävalenz bei vorn stehenden Dreiecken geschildert werden. Durch Korrektionschritte am Valenztest lässt sich erfahrungsgemäß die Prävalenz nicht immer ganz beseitigen, sie kann sich aber nach einiger Zeit noch verändern.

Auch kleine Visusunterschiede können sich durch Prismenkorrektion an allen Testen laut Haases Beobachtungen verändern:

„Mit dem ständigen Tragen der binokularen Vollkorrektur – unter Miterfassung der Fixationsdisparation – gleicht sich in fast aller Regel der Visus des schlechteren Auges dem des besseren an... Gleichlaufend mit der Visusanhebung verringert sich in der Regel die Prävalenz...“ [Haase, H.-J., 1995 S. 102].

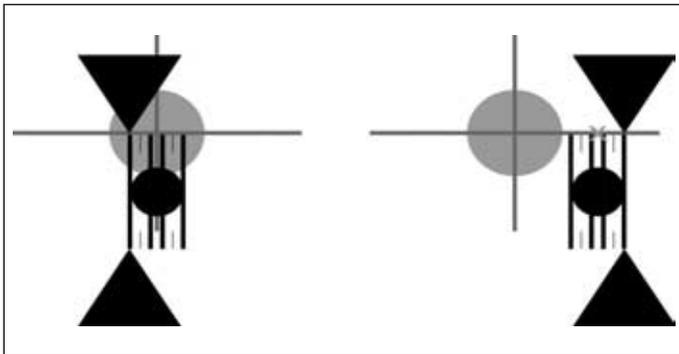


Abb. 5a: Modellvorstellung der Bildlage auf der Netzhaut bei normaler Darbietung des Valenztests (Dreiecke vorn). Beispiel für ein Augenpaar mit einer Rest-Exo-Winkelfehlsichtigkeit (alte FD). Links wird zentral fixiert, rechts ist mit dem als „x“ bezeichneten disparaten Korrespondenzzentrum.

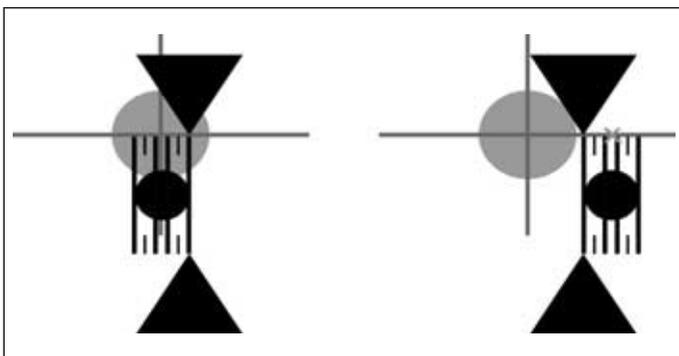


Abb. 5b: Bildlage auf der Netzhaut bei inverser Darbietung (Dreiecke hinten). Gleiches Augenpaar mit Rest-Exo-Winkelfehlsichtigkeit und alter FD.

Exkurs zu Prävalenz und Dominanz

Die stärkere Gewichtung eines der beiden Augen im Stereosehen wird nach Sachsenweger [1958] als „Prävalenz“ bezeichnet. Zwischen der Messung von Augenprävalenz und von Augendominanz besteht ein prinzipieller Unterschied. Bei der Bestimmung der Prävalenz werden Objekte in unterschiedlicher räumlicher Tiefe dargeboten, die im Regelfall fusionierbar sind. Es handelt sich also um eine Situation, bei der Netzhaut-Bildlagen innerhalb des Panumbereiches entstehen. Im Gegensatz dazu wird bei der Bestimmung von Augendominanz eine „Entweder-Oder-Entscheidung“ verlangt: Zum Beispiel wird ein Karton auf Armlänge gehalten, durch ein rundes Loch im Karton soll ein sechs Meter entferntes Objekt anvisiert werden. Die dargebotenen Objekte (Karton in 50 cm und Fixierobjekt in 6 Meter) befinden sich in so unterschiedlicher räumlicher Tiefe, dass sie nicht fusionierbar sind (Bildlagen weit außerhalb des Panumbereiches).

Ähnlich wie bei der Händigkeit gibt es auch bei der Augendominanz mehrheitlich Rechts-Dominanz von 68% von 100 Personen [Ehrenstein et al. 2005] oder 65% von 20 Personen [Kommerell et al. 2003]. Bei einem Testverfahren, wo der ausgestreckte Zeigefinger mit einem anvisierten Fensterkreuz in Übereinstimmung gebracht werden sollte, wurden bei 400 Personen lediglich 40% rechtsdomi-

nante gefunden, gleichzeitig hatten aber 40% der Probanden angegeben, dass sie sich nicht für eine Seite entscheiden konnten [Hillemanns, 1927].

4.3 Tiefensehschärfe und Prävalenz

Neben der Begründung, dass Äquivalenz ein Anzeichen für bizen-trale Abbildung sei, führt H.-J. Haase Verbesserungen der Tiefensehschärfe als ein weiteres Argument für die Korrektur der Prävalenz an: „Bei nur refraktiv korrigierten Personen ... sind die häufigsten Werte (der Tiefensehschärfe, Anm. d. Autors) offenbar schlechter ... Insbesondere ... bei ... foveolären Hemmungen, hebt ... die prismatische Vollkorrektur spontan die Tiefensehschärfe von Werten um 2' und mehr auf Bestwerte um 5" herum an.“ [Haase, H.-J., 1995 S. 95/ 96]. Und weiter: „Stereo-Sehgleichgewicht ist Voraussetzung für optimale Tiefensehschärfe“ [Haase, H.-J., 1995 S. 102].

5 Wissenschaftliche Studien im Überblick

5.1 Größenordnung der FD II und der Fixationsdisparität

Wenn die Annahmen von Haase zutreffen würden, müsste bei alter FD II das FD-Auge im Binokularsehen mit seinem disparaten Netzhautort fixieren, womit es zu einer Abweichung der Vergenzstellung im Vergleich zur zentralen Fixation käme. Beim Zudecken des Nicht-FD-Auges würde man dann erwarten, dass nun das freie Auge zentrale Fixation aufnimmt und somit eine Einstellbewegung (EB) in der Größe seiner FD messbar sein sollte (Abb. 1a und 1b). In zwei Studien an der Freiburger Universitäts-Augenklinik wurden Augenbewegungen von Probanden mit Fixationsdisparation (Befund nach MKH) mit einem objektive Verfahren gemessen, das in der Lage ist, extrem kleine Einstellbewegung zu messen. Das „Search-Coil“-Verfahren hat eine Auflösung von etwa einer Winkelminute (zum Vergleich: Ein Blicksprung vom rechten Strich der Skala am Valenztest zum Nachbarstrich entspricht einem Winkel von gut 2 Minuten).

In der ersten Studie wurden fünf Versuchspersonen mit FD I untersucht, bei keiner konnte eine signifikante Einstellbewegung gemessen werden [Gerling et al. 1998]. Dies entspricht der Annahme von Haases, dass bei der FD I im natürlichen Sehen keine Bildlageverschiebung auftreten dürfte. In einem weiteren Experiment wurden 9 Probanden mit FD I untersucht, wie sich die Vergenzstellung ändert, wenn man von natürlichen Sehbedingungen auf die Bildtrennung am Zeigertest umschaltet. Bis auf eine Ausnahme gab es bei allen signifikante Einstellbewegungen: In der Trennersituation verändert sich messbar die Vergenzstellung, und zwar bei allen neun Personen in die zuvor am Kreuztest gemessenen Richtung. Als größte Abweichung wurde eine Einstellbewegung von 14,9 Winkelminuten gemessen (entspricht etwa 0,5 cm/m als Auswanderungswert). Im Gegensatz dazu konnte mit dem alternierenden Covertest nur bei vier von neun Personen die Richtung der Heterophorie bestimmt werden.

„Ist die Feststellung einer Fixationsdisparation mit der Mess- und Korrekturmethode nach H.-J. Haase (MKH) verlässlich?“ lautet der Titel einer Veröffentlichung von Gerling und anderen [2000]. Bei neun Probanden war zunächst festgestellt worden,

dass nach MKH eine „alte FD II“ (alte FD = Korrektorschritte am Valenztest notwendig) vorhanden war. Nur in dieser Befundkonstellation wäre nach MKH zu erwarten gewesen, dass beim Zudecken des Gegenauges eine Einstellbewegung des FD-Auges erfolgen sollte (wie in Abb.1 a und 1b schematisch dargestellt). Die erwartete Einstellbewegung wurde nur bei zwei von neun Personen gefunden, bei drei Personen die entgegen gesetzte Bewegung, insgesamt aber lag die Abweichung im Mittel nur bei 2,84 Winkelminuten \pm 3,78 Winkelminuten. Diese geringe Fehlstellung werten die Autoren als normale Fixationschwankungen und kommen zum Schluss, dass die MKH nicht geeignet sei, eine Fixationsdisparität (im Sinne einer Bildlageverschiebung) festzustellen.

Im Rahmen einer Diplomarbeit an der TFH Berlin wurden 18 Personen mit alter FD (FD II/3 laut Haases Nomenklatur) ähnlich wie bei der vorgenannten Studie untersucht. Die verwendete Video-Messtechnik erlaubte eine mit Search-Coil vergleichbar hohe Auflösung. Ein statistisch zuverlässiger Zusammenhang von Einstellbewegung und FD beim Zudecktest konnte nicht gefunden werden [Osterwald 2002]. Ebenfalls an der TFH Berlin wurde untersucht, ob große Einstellbewegungen bei 32 geeigneten Probanden mit alter FD gefunden werden können. In keinem Fall konnte eine Einstellbewegung des FD-Auges beim Zudecken des Gegenauges gefunden werden. Als Messgenauigkeit wurde 2,0 cm/m (entspricht 68 Winkelminuten) angegeben [Heinrich, Neumann 2005], was aber für die Erkennung der von Haase vermuteten Größen (0,5 bis 1,0 cm/m) als Auflösung zu gering ist.

Es stellt sich die Frage, ob grundsätzlich eine Fixationsdisparität mit objektiver Augenregistrierung bestimmt werden kann. Dies wurde in einer Arbeit von 1987 an einer Gruppe von 4 Versuchspersonen in drei Messbedingungen untersucht. Dabei wurde gleichzeitig die objektive und die subjektive Fixationsdisparität gemessen [Kertez 1987]. Im Gegensatz zu den Arbeiten von Gerling, die nur Fixationsschwankungen gefunden haben, wurden hier im Mittel 6,8 Winkelminuten als Einstellbewegung gemessen. Eine detaillierte Auswertung der Daten von Kertez ergab Korrelationen zwischen den objektiv und subjektiv gemessenen Fixationsdisparitäten [Jaschinski et al., 2005 c], daher geben beide Messverfahren vergleichbare

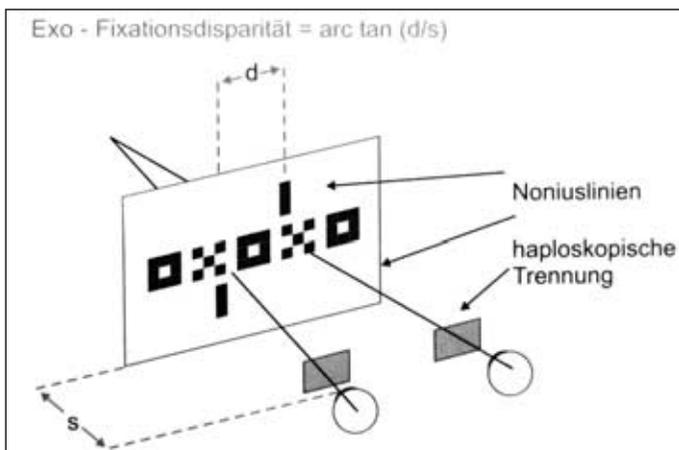


Abb. 6: Verfahren zur Messung von Fixationsdisparität mit zentralem Fixationsreiz (OXOXO) (aus Jaschinski 2005 a). Es wird der Versatz bestimmt, bei dem der Proband die haploskopisch getrennten Noniuslinien übereinander wahrnimmt.

Situationen wider. Die subjektive Fixationsdisparität wird zum Beispiel mit Noniuslinien bestimmt, von denen die obere nur dem rechten Auge und die untere nur dem linken Auge dargeboten wird (siehe Abb. 6).

Auf diese Weise gemessene Fixationsdisparitäten sind prinzipiell etwas kleiner als die objektiv gemessenen Werte. In einer Gruppe von 40 Versuchspersonen betrug die Fixationsdisparität im Mittel 2 Winkelminuten [Jaschinski 2001].

Zusammenfassend lässt sich also feststellen, dass Fixationsdisparitäten mit Winkeln von 0,7 bis 6,8 Winkelminuten sehr klein sind. Deutlich kleiner als die Werte zwischen 0,25 (= 8,6 Winkelminuten) und 1,0 cm/m, die Hans-Joachim Haase aufgrund der zentrierenden Prismenstärke am Valenztest vermutet hatte.

Teil 2, Schluss, lesen Sie in der nächsten DOZ

Anschrift des Verfassers:

Volkhard Schroth

Bruggastr. 16

79117 Freiburg

E-Mail: info@opti-school.de

Unentbehrlich!

Heinz Diepes

Brillenzentrierung

14,90 €

**inkl. ges. MwSt., zzgl. Porto
und Verpackung**

ISBN 3-922269-23-0

Inform Nr. 9

**Eine Beratungsfibel
für den Augenoptiker**

56 Seiten

**DOZ
VERLAG**

DOZ-Verlag

Postfach 120201, 69065 Heidelberg

Tel. (0 62 21) 90 51 70, Fax 90 51 71