

Nadine Heinrich, Diplom-Augenoptikerin/Optometristin (FH), Berlin
Katja Neumann, Diplom-Augenoptikerin/Optometristin (FH), Berlin

Experimente zu den Hypothesen H.-J. HAASE's zur Fixationsdisparation

Im Rahmen einer Diplomarbeit an der Technischen Fachhochschule Berlin

Seit ca. 40 Jahren wird die Mess- und Korrektionsmethodik nach H.-J. HAASE, in der Kurzform MKH, zur Korrektion von Heterophorien in der Augenoptik erfolgreich eingesetzt. Dennoch wurden in den letzten Jahren verschiedene Aspekte zur Theorie der MKH stärker diskutiert, die im wesentlichen folgendes beinhaltet:

H.-J. HAASE entwickelte eine Mess- und Korrektionsmethodik, die die Heterophorie unter möglichst natürlichen Sehbedingungen ermitteln sollte. Durch die Messung im hellen Raum, mit minimaler Innervation und hinreichend gleicher Netzhautbeleuchtungsstärken auf beiden Augen, grenzte er sich von den bisherigen Heterophoriemessverfahren ab.

Im Laufe seiner Arbeit kam er zu dem Ergebnis, dass bei einer Heterophorie ein sogenannter Ruhestellungsfehler vorliegt, dessen Kompensation zu vielfältigen Anstrengungsbeschwerden führen kann. Als Ruhestellungsfehler wird dabei der Unterschied zwischen der Vergenzortho- und der Vergenzruhestellung verstanden.

Der optischen Fachveröffentlichung „Winkelfehlsichtigkeiten mit Fixationsdisparation“ von H.-J. HAASE aus dem Jahr 1999 kann entnommen werden, dass er mehrere Stadien der Heterophorie unterscheidet. In dieser Fachveröffentlichung ersetzt er den Begriff Heterophorie durch die von der späteren IVBV (Internationale Vereinigung für Binokulare Vollkorrektion) eingeführte Bezeichnung Winkelfehlsichtigkeit. Um den Ruhestellungsfehler, bei dem durch Fusion normales binokulares Einfachsehen einsetzt, in dieser Veröffentlichung einheitlich bezeichnen zu können, wurde der Begriff Heterophorie verwendet.

■ Zur Theorie der Fixationsdisparation nach H.-J. HAASE

Insgesamt unterscheidet H.-J. HAASE drei Stadien der Heterophorie, die vollmotorisch kompensierte Heterophorie, die Fixationsdisparation mit disparater Fusion und die Fixationsdisparation mit disparater Korrespondenz. Dabei ist die Fixationsdisparation mit disparater Fusion gleichbedeutend mit der von GOERSCH später eingeführten Bezeichnung Fixationsdisparation erster Art bzw. FD I und die Fixationsdisparation mit disparater Korrespondenz gleichbedeutend mit der Bezeichnung Fixationsdisparation zweiter Art bzw. FD II. Nach H.-J. HAASE sind verschiedene Anpassvorgänge nötig, um die einzelnen Stadien der Heterophorie auszugleichen. Dabei unter-

scheidet er die vollmotorische Kompensation und die sensorische Anpassung bei Fixationsdisparation. Die vollmotorische Kompensation erfolgt bei der Personengruppe, die ohne prismatische Korrektion lediglich am Kreuztest des Polatestes eine Auswanderung angeben. Diese Personengruppe ist noch in der Lage, bei Vorhandensein zentraler Fusionsreize das Objekt bizenral abzubilden.

Bei einer Fixationsdisparation erfolgt nach H.-J. HAASE eine sensorische Anpassung, da der angeblickte Objektpunkt nicht mehr bizenral, sondern auf eine disparat liegende Netzhautstelle im abweichenden Auge abgebildet wird.

Anhand des Beispiels in Abbildung 1 soll diese Vorstellung näher verdeutlicht werden. Zur vereinfachten Darstellung wird der volle Winkel einer Exophorie an einem abweichenden Auge dargestellt. Dazu sei anzumerken, dass eine annähernd gleichmäßige Verteilung des Winkels auf beide Augen ebenfalls denkbar wäre.

Die schematische Darstellung einer Exophorie mit Fixationsdisparation rechts beim Blick auf ein Objekt im Unendlichen zeigt die Vergenz-Ruhestellung des abweichenden Auges anhand der eingezeichneten Strich-Punkt-Linie. Aus dieser Ruhestellung kann das Auge durch motorische Fusion nur bis zur gestrichelten Linie bewegt werden. Auf Grund dieser motorischen Teilfusion kann das fixierte Objekt einfach wahrgenommen werden. Diese Einfachwahrnehmung wird durch die gerade noch im zentralen Panumbereich befindlichen Bilder realisiert. An dieser Stelle setzt die sensorische Fusion zwischen der Foveamitte des einen Auges und dem von der Foveamitte abweichenden Bildort des anderen Auges ein.

Während des Binokularsehens besitzen die Rezeptoren am abweichenden Bildort des rechten Auges und die Foveamitte des linken Auges den gleichen Richtungswert. Die Richtungswerte der umliegenden Rezeptoren werden daran angepasst. Somit erhält die Foveamitte des rechten Auges den Richtungswert rechts, dessen Stärke abhängig vom Abstand zum abweichenden Bildort ist.

Die komplette Fusion des Augenpaares besteht in Folge dessen aus einem Teil sensorischer und einem Teil motorischer Fusion.

Auf Grund dieser Theorie zur MKH müssten sich bei Klienten mit Fixationsdisparation auf einem Auge Einstellbewegungen in Höhe des sensorischen Anteils zeigen, sobald das Fixationsobjekt für das zweite Auge ausgeblendet wird.

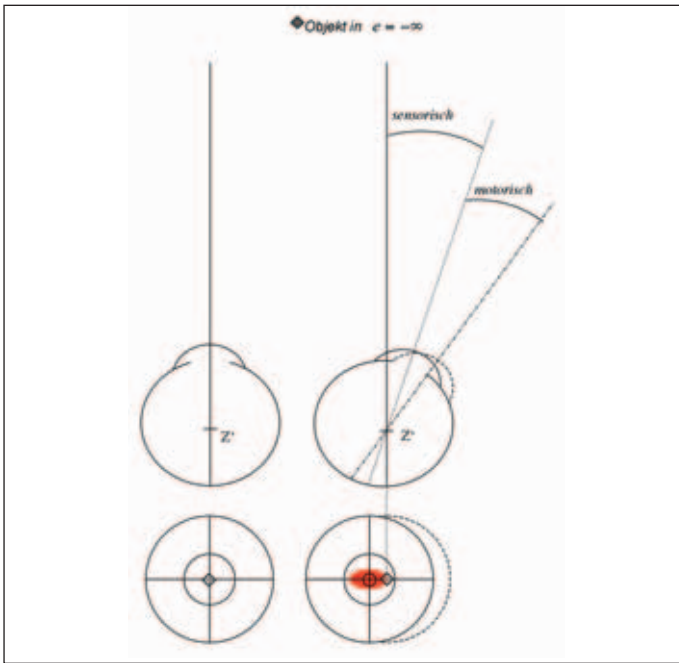


Abb. 1: Exophorisches Augenpaar mit Fixationsdisparation rechts beim Blick auf ein Objekt im Unendlichen; der zuständige Panumbereich ist rot hervorgehoben

Zur Studie

Im Rahmen einer an der Technischen Fachhochschule Berlin durchgeführten Studie sollte nun untersucht werden, ob sich bei einem von H.-J. HAASE als Fixationsdisparation bezeichneten Zustand des binokularen Einfachsehens beim freien Auge Einstellbewegungen in der entsprechenden Größenordnung zeigen, sobald das zweite Auge abgedeckt wird und somit die Theorie zur MKH bestätigt werden kann.

Aus statistischen Gründen erfolgte die Untersuchung an insgesamt 105 Versuchspersonen verschiedenen Alters. Bei der Auswahl der Probanden wurde darauf geachtet, dass diese möglichst noch nicht binokular korrigiert wurden, um Lerneffekte und dadurch Manipulation der Messergebnisse zu vermeiden.

Die dafür notwendigen Augenüberprüfungen fanden stets im selben Prüflabor des Fachbereiches Augenoptik der Technischen Fachhochschule Berlin statt, um für jeden Probanden die gleichen Sehbedingungen sicherzustellen.

Zu Beginn der Untersuchung wurden die Probanden einer Visusprüfung mit ihrer bisher getragenen Korrektur unterzogen. Im Anschluss daran wurde die monokulare Vollkorrektur, der einseitige Zudecktest (Cover-Test) und der Nachbildtest nach Hering durchgeführt.

Bei der Durchführung des einseitigen Zudecktestes konnte auf technische Hilfsmittel zur Kontrolle der Einstellbewegungen verzichtet werden, da in dieser Studie nur auf Einstellbewegungen ab zwei Prismendioptrien geachtet werden sollte. Hier wird in der Ophthalmologie einheitlich die Meinung vertreten, dass Einstellbewegungen in dieser Größenordnung mit bloßem Auge erfasst werden können. Sofern sich nun bei Versuchspersonen eindeutige Einstellbewegungen zeigten, erfolgte eine prismatische Korrektur, bis keine Einstellbewegungen mehr wahrgenommen werden konnten.

	männl.	weibl.	Alter	binok. Vorprüfung	keine binok. Vorprüfung
Anzahl	29	76	105	30	75
Max.	/	/	80	/	/
Min.	/	/	12	/	/
Prozent %	27,62	72,38	/	28,57	71,43

Tab. 1: Übersicht über die allgemeinen Daten

Mit dem in der Art ermittelten Einstellbewegungsprisma erfolgte anschließend die Überprüfung der Wahrnehmung beim Blick auf die einzelnen Testobjektpaare des Polatestes der Firma CARL ZEISS®, um exakt zwischen Heterophorie und Strabismus unterscheiden zu können.

Bei allen anderen Probanden, bei denen sich keine Einstellbewegungen zeigten, wurde im Anschluss an den einseitigen Zudecktest die binokulare Refraktionsbestimmung nach den Richtlinien der IVBV vorgenommen.

Zur statistischen Auswertung

Zum Abschluss der Untersuchungen lagen die Messergebnisse, wie sie der Tabelle 1 entnommen werden können, von insgesamt 105 Probanden vor. Dabei stellten sich für die Messreihe 76 weibliche und 29 männliche Probanden zur Verfügung. Der Altersbereich der Prüfpersonen lag zwischen 12 und 80 Jahren. Hauptsächlich wurden Probanden zwischen

NEU!

Die neue MAXLUPE ist da!

Ab sofort ergonomisch Lesen und komfortabel Schreiben dank neigbarem Display und beleuchtetem Schreibstativ!

Jetzt auch mit Fehlfarbdarstellung und Helligkeitsregelung!

Die kleine, große Leselupe

Sandwiesenstraße 19
64665 Alsbach-Hähnlein
Tel.: 06257 / 9311-0
Fax: 06257 / 2561

info@reineckerreha.de
www.reineckerreha.de

REINECKER
REHA-TECHNIK

20 und 60 Jahren gewählt. Dieser Sachverhalt traf auf 95 Prüfpersonen zu. Weiterhin konnte eine binokulare Vorprüfung bei 75 Prüfpersonen ausgeschlossen werden.

Da im Verlauf der Untersuchungen drei Prüfpersonen als Orthophoriker und elf Probanden mit einer nach H.-J. HAASE's Ansicht vollmotorisch kompensierten Heterophorie ermittelt wurden, konnte die statistische Auswertung mit Hilfe des χ^2 -Testes anhand der verbleibenden 91 Probanden durchgeführt werden.

Um die Abhängigkeiten zwischen den qualitativen und alternativen Merkmalsarten Binokularzustand und Einstellbewegungen näher zu untersuchen, wurde die Vierfeldertafel in Abbildung 2 verwendet.

		Einstellbewegungen		Σ
		Nicht vorhanden	vorhanden	
Binokularzustand	Strabismus	0 a	6 b	$n_1 = 6$
	Fixationsdisparation	85 c	0 d	$n_2 = 85$
Σ		85 a+c	6 b+d	$n = 91$

Abb. 2: Darstellung der Vierfeldertafel für die Merkmalswerte binokularzustand und Einstellbewegung

Die Anteilswerte der einzelnen Merkmale von der Grundgesamtheit wurden wie folgt bestimmt:

$$P_{Strab} = \frac{a+b}{n} = \frac{0+6}{91} = 0,066$$

$$P_{FD} = \frac{c+d}{n} = \frac{85+0}{91} = 0,934$$

$$P_{keineEB} = \frac{a+c}{n} = \frac{0+85}{91} = 0,934$$

$$P_{EB} = \frac{b+d}{n} = \frac{6+0}{91} = 0,066$$

Dadurch zeigte sich, dass von den 91 betrachteten statistischen Einheiten 6,6% auf Strabismen und 93,4% auf Fixationsdisparationen entfielen. Ein ähnliches Bild stellte sich bei den Einstellbewegungen dar. Hier wurden in 6,6% der Fälle Einstellbewegungen erkannt.

In der statistischen Nullhypothese H_0 , für die Durchführung des χ^2 -Testes, wurde die Unabhängigkeit des Auftretens von Einstellbewegungen vom jeweiligen Binokularzustand definiert. Es besteht daher zwischen der beobachteten und der zu erwartenden Verteilung der Grundgesamtheit bei Unabhängigkeit der Merkmale kein Unterschied.

Vor dem Ziehen der Stichprobe wurde das Signifikanzniveau der Nullhypothese H_0 mit $f(\alpha) = 6,64$ für $\alpha = 0,01\%$ festgelegt. Zum Vergleich sind in Tabelle 2 weitere Werte für die Irrtumswahrscheinlichkeit α und den Schwellenwert f für χ^2 angegeben.

Die χ^2 -Testgröße wurde mit Hilfe der folgenden Formel ermittelt:

$$\chi_0^2 = \frac{n \cdot (a \cdot d - b \cdot c)^2}{(a+b) \cdot (c+d) \cdot (a+c) \cdot (b+d)}$$

$$\chi_0^2 = \frac{91 \cdot (0 \cdot 0 - 6 \cdot 85)^2}{(0+6) \cdot (85+0) \cdot (0+85) \cdot (6+0)}$$

$$\chi_0^2 = \frac{91 \cdot (-6 \cdot 85)^2}{6 \cdot 85 \cdot 85 \cdot 6} = \frac{91 \cdot (6 \cdot 85)^2}{(6 \cdot 85)^2}$$

$$\chi_0^2 = 91$$

α	f
0,05	3,84
0,01	6,64
0,001	10,83
0,0001	15,14

Tab. 2: Schwellenwert für $\chi^2(\alpha)=f$

Da dieser Wert nicht nur größer ist als das festgelegte Signifikanzniveau, sondern auch größer als $f(\alpha) = 15,14$ für $\alpha = 0,0001\%$ ist, besteht zwischen den Merkmalen Binokularzustand und Einstellbewegungen eine signifikante Abhängigkeit und die Nullhypothese muss somit abgelehnt werden.

Zur Auswertung nach der Theorie von H.-J. HAASE

Auf der Grundlage der Theorie von H.-J. HAASE wurden die Messergebnisse der 105 Probanden eingeteilt in Orthophorie, vollmotorisch kompensierte Heterophorie und in die einzelnen Arten und Unterarten der Fixationsdisparation. Dabei wurde auf folgende Sachverhalte geachtet:

Unabhängig von der Anzahl der benötigten MKH-Durchläufe für einen Probanden wurde die Zuordnung nach dem ersten Durchlauf des Fern-Polatesstes vorgenommen und die Einteilung der Messergebnisse erfolgte ungeachtet der Prismenstärke.

Auf Grund der Vorgehensweise bei der binokularen Augenüberprüfung konnte jedoch keine Abgrenzung der Fixationsdisparation erster Art (FD I) vorgenommen werden. Hierfür hätte die Wahrnehmung ohne korrigierendes Prisma zusätzlich am Zeigertest erfragt werden müssen.

Die Einstufung der Fixationsdisparation nach H.-J. HAASE hatte folgendes Ergebnis :

- Drei der getesteten Personen ließen sich eindeutig als Orthophoriker einordnen.
- Elf Testpersonen haben nach H.-J. HAASE's Ansicht eine vollmotorisch kompensierte Heterophorie, da sie am Kreuztest Auswanderungen beschrieben und die folgenden Tests mit dem Kreuztest-Prisma in Nullstellung wahrnahmen.
- Bei 21 Probanden kristallisierte sich eine Fixationsdisparation zweiter Art, erster Unterart (FD II/1.) heraus. In diesen Fällen wurde im Zuge des ersten Prüfdurchlaufes die Korrektur am Kreuz- und Zeiger-, Doppelzeiger- bzw. Hakentest gefunden.
- Eine Fixationsdisparation zweiter Art, zweiter Unterart (FD II/2.) ließ sich im Rahmen dieser Studie nicht feststellen, da in keinem Fall das vollkorrigierende Prisma im ersten Durchlauf am Stereotest gefunden wurde.
- Von den 105 Probanden erhielten 23 Testpersonen im ersten Durchlauf die endgültige Korrektur am Valenztest bzw. am differenzierten Stereotest.

Nach H.-J. HAASE wird die Fixationsdisparation zweiter Art, dritter bis sechster Unterart (FD II/3. bis 6.) wie folgt definiert: Das vollkorrigierende Prisma wird am Kreuz- und Valenztest gefunden, wobei in einigen Fällen der Kreuztest von vornherein in Nullstellung wahrgenommen werden kann. Je nach Wahrnehmung des Kreuz- bis Hakentestes im zweiten Prüfdurchlauf unterscheidet H.-J. HAASE zusätzlich die dritte bis sechste Unterart der Fixationsdisparation zweiter Art. Da aus Gründen der genauen Abgrenzung nur der erste Testdurchlauf betrachtet wurde, konnte keine weitere Einteilung vorgenommen werden.

Alle weiteren 47 Fälle ließen sich nicht nach H.-J. HAASE's Theorie kategorisieren.

Sechs von diesen 47 Probanden stellten sich als Strabismen heraus. In diesen Fällen konnten bei der Durchführung des Cover-Testes eindeutig Einstell- bzw. alternierende Augenbewegungen wahrgenommen werden. Ebenso zeigten sich beim Heringschen Nachbildtest Abweichungen von der normalen retinalen Korrespondenz.

Da 39 Probanden nicht nur am Kreuz- und Valenztest korrigiert wurden, sondern mit der Korrektur des Kreuztestes ebenfalls Abweichungen an den anderen sogenannten „sensorischen Testen“ angaben, konnten diese Fälle nicht in die Arten und Unterarten der Fixationsdisparation eingeordnet werden.

Im Zuge dieser Studie wurde weiterhin festgestellt, dass H.-J. HAASE in seinen Ausarbeitungen nie genauer definierte, an welcher Stelle der binokularen Augenüberprüfung das Alter der Fixationsdisparation bestimmt werden kann. Die Verfasser haben sich darauf geeinigt, die Grenze der Einstufung nach dem ersten Durchlauf der Testdurchführung zu setzen, ohne das Ergebnis des Nah-Polatestes oder weiterer Durchläufe zu berücksichtigen. Damit ergibt sich für einen Probanden eindeutige Orthophorie und für eine weitere Testperson die Stufe der vollmotorisch kompensierten Heterophorie. Sobald auch der zweite Durchlauf berücksichtigt wird, ändert sich das Ergebnis grundlegend. Der Orthophoriker würde eine Heterophorie vollmotorisch kompensieren und die andere Testperson müsste nun als Orthophoriker eingestuft werden.

Zusammenfassung

Anhand dieser Studie sollte untersucht werden, ob H.-J. HAASE's Theorie zur Fixationsdisparation unterstützt werden kann. Nach Abschluss der Messreihen konnte festgestellt werden, dass sich bei allen Probanden, die an den sogenannten „sensorischen Testen“ korrigiert wurden, keine offensichtlichen Einstellbewegungen zeigten. Da selbst bei einem orthophorischen Augenpaar regelmäßige Zitterbewegungen nachweisbar sind, wurde im Rahmen dieser Studie nur auf eindeutig sichtbare Einstellbewegungen geachtet, die auch ein ungeübtes Beobachteraue mühelos ohne technische Hilfsmittel erfassen kann. Das Ausmaß dieser regelmäßigen Zitterbewegungen oder Fixationsschwankungen wird von erfahrenen Refraktionisten in unterschiedlicher Höhe angegeben. H.-J. HAASE erwähnt in einer seiner Veröffentlichungen „Zur Fixationsdisparation“ eine sogenannte „Elementarfixationsbewegung“ (Literatur 4: S. 69, Kapitel 3.1.e., Abs. 1 bis 4). Dabei gibt er deren Höhe mit etwa vier bis sechs Winkelminuten an. Andere Optometristen sprechen von Fixationsschwankungen bis

zu 0,75 Prismendioptrien, das einem Wert von etwa 25 Winkelminuten entspricht. Nach Ansicht der Verfasser müssten beim Wechsel vom Binokular- zum Monokularsehen Augenbewegungen zu finden sein, wenn eine „Verschiebung ... eines der Netzhautbilder eines beidäugig angeblickten Objektpunktes vom idealen, korrespondierenden Netzhautort in der Mitte der Foveola bei erhaltenbleibender binokular-simultaner Einfachwahrnehmung dieses Punktes“ (Literatur 4: S. 2, Kapitel 2.1., Abs. 2) vorliegt.

Im Falle einer vorhandenen Fixationsdisparation wird im Monokularsehen die Mitte der Foveola störungsfrei genutzt. Dementsprechend müssten bei der Anwendung des Cover-Testes fixierende Augenbewegungen im entsprechenden Maße der Fixationsdisparation und ab einem Wert von zwei Prismendioptrien erkennbar sein. Werden diese Erkenntnisse auf die Studie übertragen, so hätten 32 Probanden Einstellbewegungen zeigen müssen. Wird die Wahrnehmbarkeit der Einstellbewegungen von zwei auf sechs Prismendioptrien erhöht, so hätten immer noch neun Probanden Einstellbewegungen vorführen müssen.

Da im Rahmen dieser Studie in derartigen Fällen keine Einstellbewegungen nachgewiesen werden konnten, wird die Theorie zur Fixationsdisparation nach H.-J. HAASE von den Verfassern abgelehnt.

Dieses Ergebnis wird durch mehrere klinische Studien der Universitätsaugenklinik Freiburg aus den Jahren 1998 und 2000 und einer Diplomarbeit, die an der Technischen Fachhochschule Berlin im Sommer 2002 erstellt wurde, unterstützt.

Auf Grund der fehlenden Einstellbewegungen bei sogenannten Fixationsdisparationen stellt sich die Frage, ob tatsächlich sensorische Anteile einer Heterophorie zu finden sind.

Möglicherweise besteht die Heterophorie aus einem rein motorischen Anteil, der, je länger er besteht, mehr Zeit benötigt, um sich zu lösen und damit nur durch die Korrektur an allen Polatesten aufgedeckt werden kann.

Eine mögliche Erklärung zu den Erscheinungen am Polatest bietet Prof. Dr. P. Ringleb in seinem wissenschaftlichen Beitrag „Überlegungen zur Binokularkorrektur am Polatest“, der in dieser DOZ ebenfalls veröffentlicht ist. In diesem Beitrag erklärt er die Phänomene der Fixationsdisparation anhand des propriozeptiven Reflexes.

Kontaktadresse der Autorinnen:

Nadine Heinrich, Diplom-Augenoptikerin/Optometristin (FH), TFH Berlin

Katja Neumann, Diplom-Augenoptikerin/Optometristin (FH), TFH Berlin

Literatur:

- (1) Vgl.: G. Kommerell, M. Bach, V. Schroth, H. de Paz, J. Gerling: „Fixationsdisparation am Pola-Zeigertest: nicht repräsentativ für die Augenstellung unter natürlichen Sehbedingungen“, F. Enke Verlag, Klinisches Monatsblatt für Augenheilkunde 1998 – 212
- (2) Vgl.: G. Kommerell, M. Bach, V. Schroth, H. de Paz, J. Gerling: „Ist die Feststellung einer Fixationsdisparation mit der Mess- und Korrekturmethode nach H.-J. Haase (MKH) verlässlich?“, Georg Thieme Verlag, Klinisches Monatsblatt für Augenheilkunde 2000 – 216
- (3) Vgl.: A. Osterwald: „Untersuchung zu Einstellbewegungen bei Augenpaaren mit verfestigter disparater Korrespondenz“, Diplomarbeit an der Technischen Fachhochschule Berlin, Juli 2002
- (4) Vgl.: H.-J. Haase: „Zur Fixationsdisparation“, Verlag Optische Fachveröffentlichung GmbH 1995