

Prof. Heinz Diepes, Aalen

Was ist Fixationsdisparation?

Vortrag zur Jahrestagung 2001 der IVBV

1 Vorbemerkung

Das Thema dieses Referates müsste eigentlich lauten: „Was versteht man unter Fixationsdisparation?“, oder, da Sätze, die das Wort „man“ enthalten, stets problematisch sind (Wer ist schon „man“?): „Was hat wer wann als Fixationsdisparation bezeichnet?“ Der Begriff wird nämlich national und international sehr unterschiedlich verwendet. Dabei wird er meist, aber nicht immer, mit dem englischen Begriff „fixation disparity“ gleichgesetzt, was im Folgenden ebenfalls geschehen soll. Begriffsbestimmungen im Bereich des Binokularsehens und seiner mehr oder weniger deutlichen Anomalien sind stets unscharf. Das hat zwei Ursachen:

1. Wegen der notwendigen Anschaulichkeit werden cortikale Vorgänge, die von Haus aus unanschaulich sind, in geometrische Modelle übertragen und häufig auf der Netzhaut lokalisiert, wo sie eigentlich nicht stattfinden. Dabei besteht die Gefahr, dass das Modell mit dem Vorgang selbst verwechselt wird. Ein typisches Beispiel hierfür sind die Panumbereiche, über die an späterer Stelle noch genauer zu sprechen sein wird.

2. Zwischen dem Idealzustand auf der einen und deutlichen Anomalien auf der anderen Seite bestehen stets gleitende Übergänge. Die Natur tut uns eben nicht den Gefallen, scharfe Grenzen zu ziehen. Aus Gründen der gegenseitigen Verständigung rammen wir aber trotzdem Grenzpfähle ein, wo wir meinen, eine Abgrenzung treffen zu können. Ein solches Vorgehen kann nicht frei von einer gewissen Willkür sein. Abgrenzungen einer bestimmten Erscheinung gegenüber ähnlichen andern sind daher immer angreifbar.

Die folgenden Ausführungen beschäftigen sich ausschließlich mit Begriffsbestimmungen. Sachzusammenhänge müssen dafür nur bis zu einem gewissen Grade behandelt werden. Eine erschöpfende Darstellung verbietet sich schon aus Platzgründen und ist daher nicht beabsichtigt.

2 Entwicklung des Begriffes

2.1 Hofmann und Bielschowsky

Der Effekt, den wir heute als Fixationsdisparation (englisch: *fixation disparity*) bezeichnen, wurde wahrscheinlich vor ziemlich

genau 100 Jahren erstmalig untersucht und beschrieben (Hofmann und Bielschowsky, 1900). Zu ihren Untersuchungen benutzten die Autoren ein *Haploskop*. Dies ist ein Gerät, das im Rahmen der Erforschung der Gesetzmäßigkeiten des Binokularsehens häufig verwendet wurde, und auch heute noch in erweiterter Form als *Synoptophor* in der Schioldiagnose und -behandlung vielfältig angewandt wird. Ein solches Gerät (siehe Abb. 1) besteht im Wesentlichen aus zwei Armen, die um je eine vertikale Achse schwenkbar sind. Es wird so zum Prüfling justiert, dass die beiden Schwenkachsen so gut wie möglich die mechanischen Augendrehpunkte schneiden. Auf jedem Arm befindet sich eine Testplatte, die über einen unter 45° zur Fixierlinie angebrachten Spiegel jeweils nur von dem zugeordneten Auge gesehen werden kann. Durch Schwenken der Arme können die beiden Testplatten dem Augenpaar unter variablen Winkeln angeboten werden, so dass der Vergenzbedarf (Vergenz-Sollstellung) innerhalb eines weiten Bereiches verändert werden kann.

Die von Hofmann und Bielschowsky verwendeten Testplatten sind in Abb. 1 dargestellt. Beide Platten enthielten beiderseits gleichen Drucktext, der dazu dienen sollte, Fusion zu erzwingen. Ebenfalls beiderseits gleich war eine kräftige horizontale Linie, die die Stellung der Augen in vertikaler Richtung fusionell verriegeln sollte. Auf der linken Testplatte befand sich oberhalb der horizontalen Linie ein kleiner Strich, der als eine Art Zeiger diente. Auf der rechten Testplatte befand sich unterhalb der horizontalen Linie eine Skala, an der eine eventuelle horizontale Verschiebung des Anzeigestriches abgelesen werden konnte. Zeiger und Skala waren somit nur monokular sichtbar. Schon hier liegt die typische, bis heute verwendete FD-Prüfanordnung vor. Diese enthält einerseits ungetrennte *Fusionsobjekte*, an denen die Disparation stattfindet, und andererseits getrennt gesehene *Anzeigeobjekte*, mit deren Hilfe die Disparation bestimmt wird.

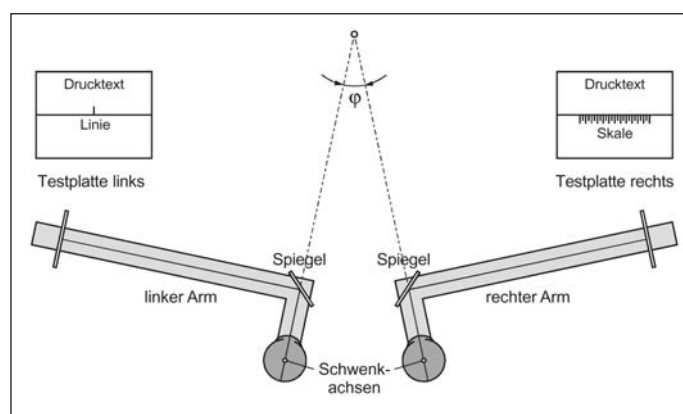


Abb. 1: Prinzip der haploskopischen Anordnung nach Hofmann und Bielschowsky

Wenn man den Vergenzbedarf, dadurch ändert, dass man die beiden Arme des Haploskopes bewegt, ändert sich auch die Position der nur mit dem linken Auge gesehenen kurzen Linie gegenüber der nur mit dem rechten Auge gesehenen Skala, und zwar stets in dem Sinne, dass die vom Augenpaar eingenommene Vergenzstellung hinter dem Vergenzbedarf zurückbleibt. Dabei

wird der Drucktext weiterhin einfach gesehen. Hofmann und Bielschowsky interpretierten den Effekt als eine Anzeige des Betrages, um den sich die Bilder des Drucktextes in beiden Augen relativ zueinander verschieben, ohne dass es zum Bruch der Fusion kommt. Anders ausgedrückt, abbildungsgleiche Objektpunkte werden dann, wenn die Fusion Anstrengung bereitet, auf disparate Netzhautstellen abgebildet, ohne dass Doppelbilder entstehen.

Die Versuche von Hofmann und Bielschowsky sind in der Folgezeit vielfach wiederholt worden, wobei sich die Arbeiten der verschiedenen Autoren hauptsächlich durch die Art der verwendeten Testplatten unterschieden. Auf Ames und Gliddon geht wahrscheinlich der Ausdruck „retinal slip“ für diesen Effekt zurück (Ames and Gliddon, 1928).

2.2 Ogle

Sehr viel Beachtung haben die Arbeiten von Ogle und seinen Kollegen gefunden, die seit dem Jahre 1930 durchgeführt und später in einem Buch zusammengefasst wurden (Ogle, Martens, Dyer, 1967). Das Haploskop wurde dabei durch die in Abbildung 2 dargestellte Prüfanordnung ersetzt, die zum Vorbild für viele nachfolgende Untersuchungen geworden ist. An die Stelle des Haploskopes tritt eine Änderung des Vergenzbedarfes durch Vorsetzen prismatischer Messgläser.

Die Anordnung gibt es sowohl für die Ferne (4 m) als auch für die Nähe (33 cm). Sie besteht aus einem binokular gesehenen, quadratischen, hellen Testfeld, in dem sich einzelne schwarze Buchstaben befinden, die als Fusionsobjekte dienen. Das Feld erscheint dem Prüfling unter einem Winkel von etwa 8°, ist also recht groß. In der Mitte davon liegt ein quadratisches, schwarzes Feld, das dem Prüfling unter einem Winkel von 1,5° erscheint, und das durch eine horizontale, binokular sichtbare, weiße Linie in zwei Hälften geteilt ist. Jeweils in der oberen und unteren Hälfte befindet sich ein vertikaler, heller Strich, der durch negative Polarisation getrennt nur für das rechte (oben) bzw. für das linke Auge (unten) sichtbar ist. Die beiden Striche liegen bei Nullstellung einander gegenüber. Der untere Strich lässt sich messbar verschieben, so dass vom Prüfling angegebene Verschiebungen kompensiert werden können. Als Maß für die **Fixationsdisparation** (*fixation disparity*) wird die vom Prüfling wahrgenommene Verschiebung des unteren Striches angesehen, beziehungsweise die kompensatorische, mechanische Verschiebung des unteren Striches, die notwendig ist, damit der Prüfling beide Striche wieder in einer Linie sieht. Als Maßeinheit dient der Winkel (meist in Winkelminuten angegeben) unter dem die Verschiebung vom Prüflingsauge aus erscheint.

Mit der geschilderten Anordnung wurden viele unterschiedliche Versuche angestellt, bei denen es vornehmlich darum ging, die Reaktion des Augenpaares auf phorische Belastungen, also auf die Veränderung des Vergenzbedarfes durch Vorsetzen prismatischer Messgläser und ihre Abhängigkeit von verschiedenen Parametern (Testgröße, Art und Anordnung der Fusionsobjekte etc.) zu untersuchen. Ogle und seine Kollegen wiesen wiederholt darauf hin und belegten durch Messreihen, dass die als Antwort auf eine bestimmte phorische Belastung entstehende Verschiebung bei ein und demselben Prüfling sehr verschieden sein kann, wenn beispielsweise die Größe des schwarzen Feldes im Zentrum des Testes oder die Art der als Fusionsobjekte verwendeten Zeichen verändert wird.

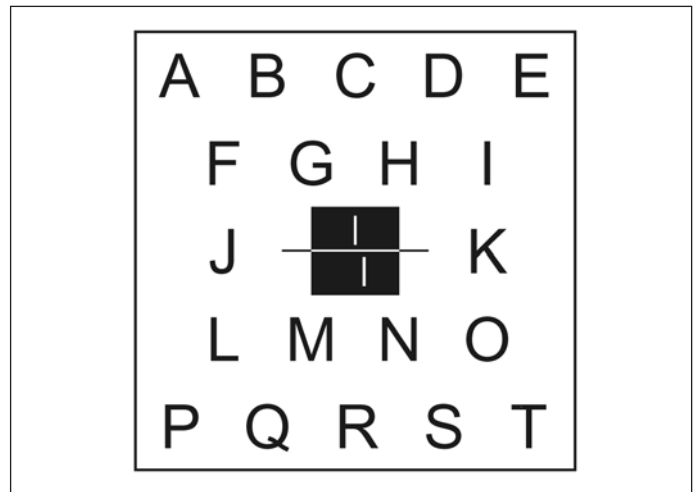


Abb. 2: Testanordnung zur Bestimmung der Fixationsdisparation (Ogle, Martens, Dyer, 1967)

Selbstverständlich wurden auch die Zusammenhänge zwischen der mit der beschriebenen Anordnung bestimmten Fixationsdisparation und einer vorliegenden Heterophorie untersucht. Die Ergebnisse waren nicht sehr eindeutig, da die Heterophorie – wie zu der damaligen Zeit kaum anders zu erwarten – mit einem Verfahren unter weitgehender Ausschaltung der Fusion, meist der Maddoxprobe, bestimmt wurde. Trotzdem zeigte sich recht deutlich, dass eine ständige, also nicht nur zeitweilige Fixationsdisparation als Folge einer Heterophorie vorkommen kann, aber nicht muss.

2.3 Folgerungen für die Definition der Fixationsdisparation

Es ist nicht eindeutig zu ermitteln, wann und von wem der Begriff „*Fixationsdisparation*“ bzw. „*fixation disparity*“ erstmalig verwendet wurde. In den sehr frühen Arbeiten (Hofmann und Bielschowsky und ihre Nachfolger) taucht er nicht auf. Bei Ogle wird er als selbstverständlich angesehen und nicht weiter diskutiert. Als Folgerung aus den Untersuchungsergebnissen findet sich bei Ogle et al. (s.o.) folgende Beschreibung der *fixation disparity*:

The phenomenon of fixation disparity shows that the oculomotor muscle imbalance still exerts a continual effort to turn the eyes toward the heterophoria position, in spite of the efforts of the *fusional convergence* to direct the pointing of the eyes so that diplopia is prevented; hence a small error in convergence towards the direction of heterophoria may actually exist. The small error in convergence is the fixation disparity – the images of the two eyes of a *fixation* point on the plane of the target are *disparate*. The disparity, of course, cannot be greater than Panum's areas.

Offensichtlich wird die Fixationsdisparation hier aufgefasst als Folge einer Diskrepanz zwischen der Vergenz-Ruhelage und der Vergenz-Sollstellung. Wenn das Vergenzsystem belastet ist, benutzt es danach nicht nur die motorische Fusion, um binokulares Einfachsehen aufrechtzuerhalten beziehungsweise herzustellen, sondern es werden auch die Panumbereiche, innerhalb derer eine

sensorische Fusion disparat liegender, abbildungsgleicher Bildpunkte möglich ist, mit benutzt. Vergenz-Sollstellung und Vergenz-Iststellung müssen nach dieser Auffassung nicht exakt, sondern nur annähernd gleich sein, damit binokulares Einfachsehen vorhanden sein kann. Die Fixationsdisparation wurde somit als eine Antwort des Augenpaares auf Belastungen (Stress) des Vergenzsystems angesehen. Ihre Bestimmung gilt daher bis zum heutigen Tage bei den Optometristen britisch-amerikanischer Prägung als wichtiger Bestandteil der „eye examination“. Geräte, die nach dem Prinzip der Anordnung von Ogle arbeiten, sind besonders für die Nähe nach wie vor im Gebrauch. Am häufigsten wird dabei das Disparometer nach Sheedy verwendet. Dies ist ein Gerät für die Nähe, das mit einer Serie von voreingestellten Verschiebungen arbeitet, die wie Sehproben auf einer drehbaren Scheibe angeordnet sind.

Das Dictionary of visual science (Cline, Hofstetter, Griffin, 1989) definiert die *fixation disparity* wie folgt:

Fixation disparity: A condition in which the images of a bifixated object do not stimulate exact corresponding retinal points, but still fall within Panum's areas, the object thus being seen singly. It may be considered to be a slight over- or underconvergence or vertical misalignment of the eyes. Syn., retinal slip.

Interessant ist dabei, dass diese Definition nicht nur bei Ogle, sondern auch hier wie vielfach in der angelsächsischen Literatur auf die Abbildung des *fixierten* Objektpunktes, also auf die *zentrale* Abbildung bezogen wird, obwohl die meisten verwendeten Testanordnungen gerade im Zentrum, also dort, wo der Prüfling hinschaut, um die Stellung der beiden senkrechten Striche zu beurteilen, keine (jedenfalls in horizontaler Richtung) fusionierbaren Objekte sieht. Das gilt auch für die Anordnung in Abb. 2. Dort sind die der Mitte nächstgelegenen, fusionierbaren Objekte die senkrechten Kanten des schwarzen Quadrates. Da das gesamte Quadrat dem Prüfling unter einem Winkel von $1,5^\circ$ erscheint, liegen diese immerhin $0,75^\circ$ vom Zentrum entfernt und daher sicher nicht mehr dort, wo wir von zentralen Panumbereichen und zentraler Fixation sprechen können. Wir wissen, dass der Durchmesser der Panumbereiche zentral am kleinsten ist und ansteigt, je weiter peripher der zugehörige Netzhautort liegt. Ferner ist bekannt, dass der Durchmesser der Panumbereiche keine feste Größe ist, sondern von einer ganzen Reihe verschiedener Faktoren abhängt (siehe Zusammenfassung bei Wesemann, 2000). Die oben erwähnte Beobachtung von Ogle und Kollegen, dass die bei ein und demselben Prüfling gemessene Fixationsdisparation stark von den Prüfbedingungen abhängt, kann damit recht zwanglos erklärt werden.

2.4 Normalfall oder Anomalie?

Nicht deutlich wird aus der älteren Literatur, ob die Fixationsdisparation als Vorgang im normalen Binokularesehen oder als eine Anomalie des Binokularesehens aufgefasst wird. Vielfach werden sogenannte FD-Kurven aufgenommen, bei denen die resultierende Fixationsdisparation in Abhängigkeit von einer prismatischen (phorischen) Belastung des Augenpaares angetragen wird. Abb. 3 zeigt als Beispiel eine solche Kurve vom sogenannten Typ I (nach Ogle) für einen annähernd orthophoren Prüfling.

Auf der horizontalen Achse ist die vorgesetzte prismatische Wirkung in cm/m angetragen. Die vertikale Achse zeigt die gemessene Fixationsdisparation (FD) in Winkelminuten. Ohne vorgesetztes Prisma hat dieser Prüfling eine Exodisparation von etwa einer Winkelminute, die allerdings als Folge der Mittelung durch die eingezeichnete Trendlinie als Null angesehen werden kann. Der Prüfling ist – so gut sich das bestimmen lässt – orthophor, da die FD-Kurve den Koordinatenursprung schneidet. Mit einer phorischen Belastung lassen sich bei diesem Augenpaar mit idealem Binokularesehen Fixationsdisparationen künstlich erzeugen, die sich dadurch auszeichnen, dass sie augenblicklich verschwinden, wenn das Belastungsprisma weggenommen wird.

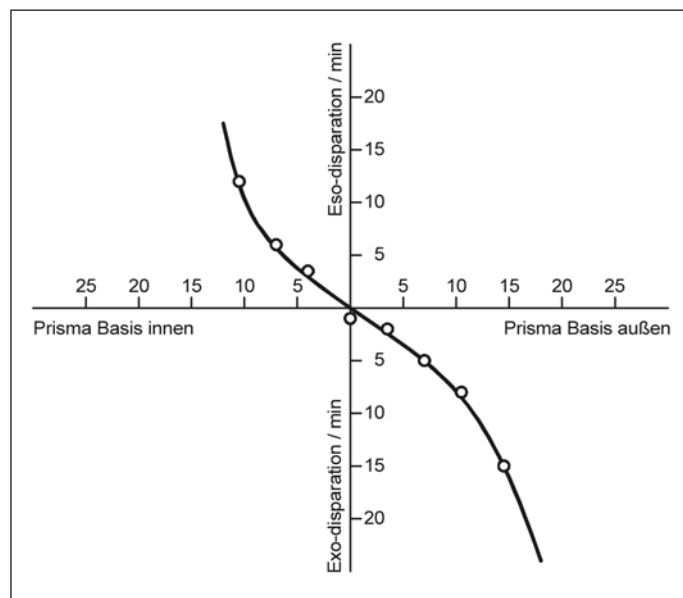


Abb. 3: FD-Kurve für einen orthophoren Prüfling (Ogle, Martens, Dyer, 1967)

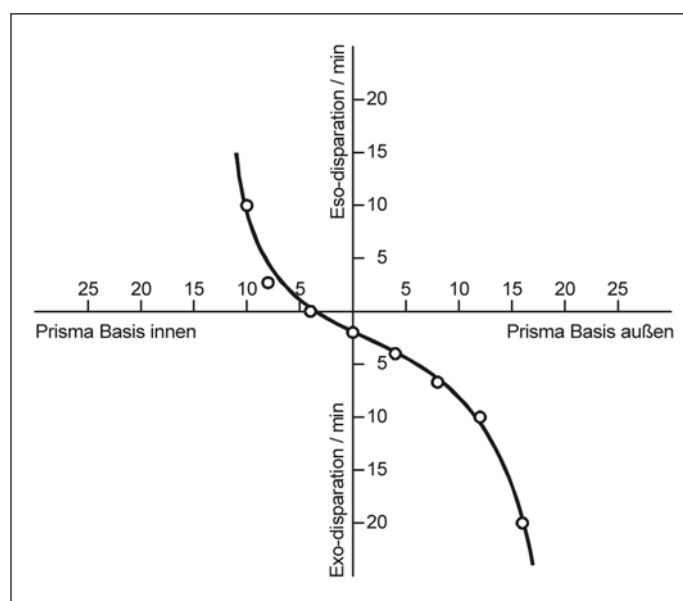


Abb. 4: FD-Kurve für einen exophoren Prüfling (Ogle, Martens, Dyer, 1967)

In Abb. 4 ist eine FD-Kurve ebenfalls vom Typ I für einen Prüfling dargestellt, der eine Exophorie von etwa 4 cm/m besitzt. Das zeigt sich daran, dass die FD-Kurve die waagerechte Achse

des Koordinatensystems bei einer vorgesetzten prismatischen Wirkung von 4 cm/m Basis innen schneidet. Anders ausgedrückt, mit dieser prismatischen Korrektur wird die Fixationsdisparation spontan zu Null. Wenn man dieses prinzipielle Verhalten, gleichgültig mit welchen Zahlenwerten im Einzelfall, zur Grundlage der Definition machen würde, wäre die Fixationsdisparation ein Zustand des sensorisch normalen Binokularsehens und keinesfalls eine sensorische Anomalie.

Es wurden aber auch Fixationsdisparationskurven gefunden, die ein anderes Verhalten des Augenpaares zeigen. Eine davon ist in der Abb. 5 wiedergegeben (Typ III nach Ogle). Man erkennt, dass die Fixationsdisparation bei Vorsetzen von Prismen Basis außen sehr schnell größere Werte annimmt, bis dort, wo die Kurve endet, Diplopie auftritt. Ohne Vorsatzprisma liegt eine Exo-Disparation von etwa fünf Winkelminuten vor. Man sollte folglich erwarten, dass der Prüfling exophor ist. Es zeigt sich aber, dass es nicht gelingt, die Fixationsdisparation durch Vorsetzen von Prismen Basis innen zu Null zu machen. Vielmehr bleibt eine Exo-Disparation bestehen, die etwas schwankend ist und zwischen zwei und vier Winkelminuten liegt.

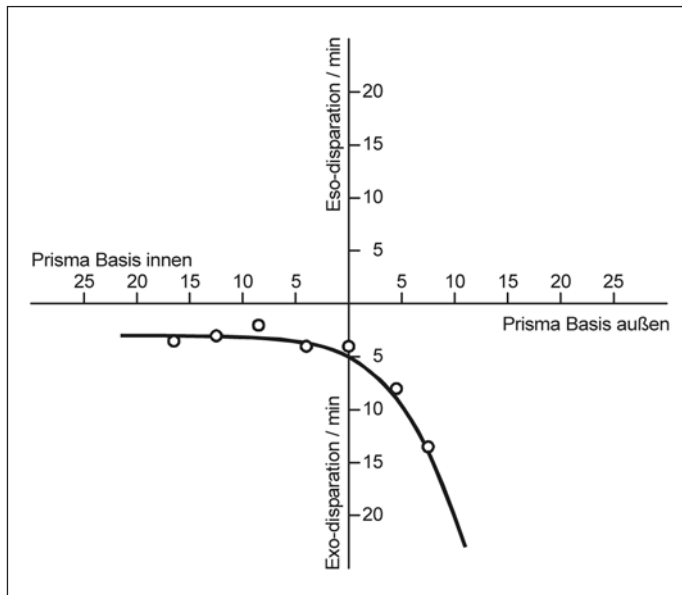


Abb. 5: FD-Kurve Typ III für einen Prüfling mit sensorischer Anomalie (Ogle, Martens, Dyer, 1967)

Was hier genau vorliegt (wahrscheinlich eine ältere FD II in der Terminologie der MKH), ist heute aus den Angaben der Veröffentlichung nicht mehr zu entnehmen. Ziemlich sicher ist aber, dass im vorliegenden Falle keine bizentrale Fixation vorhanden ist, und dass man somit auch nicht von normalem oder gar idealem Binokularsehen sprechen kann. Trotzdem wird auch dieser Zustand als Fixationsdisparation bezeichnet. Man muss also davon ausgehen, dass in der englisch-amerikanischen Literatur der Begriff Fixationsdisparation auch verwendet wird, wenn sensorische Anomalien vorliegen.

Die Antwort auf die in der Überschrift gestellte Frage muss also lauten: Zwischen der Fixationsdisparation als Normalfall und der Fixationsdisparation als Anomalie wird meist kein deutlicher Unterschied gemacht. Wie weit das in der Abgrenzung zum Mikrostrabismus geht, ist nicht ganz klar, zumal uns die Natur ja auch nicht den Gefallen tut, scharfe Grenzen zu ziehen (siehe Einleitung).

2.5 Associated Phoria

Die schwächste prismatische Korrektur, mit der die an einem bestimmten Test angezeigte Fixationsdisparation verschwindet, wird im englisch-amerikanischen Sprachgebrauch als *associated phoria* bezeichnet. Zu ihrer Bestimmung werden meist Tests mit einem mehr oder weniger großen, zentralen Fusionsobjekt und einem peripher dazu liegenden, getrennten Anzeigeobjekten verwendet (Mallet, Grolmann). Der Ausdruck ist nicht gerade glücklich gewählt, denn die Phorie ist eine Eigenschaft des Augenpaares, hier aber geht es um eine prismatische Korrektur (also eine Brille), mit der ein bestimmtes Verhalten der Fixationsdisparation erreicht wird. Betrag und Richtung dieser Korrektur hängen zwar eng mit den Eigenschaften des Augenpaares zusammen, dürfen aber keinesfalls mit diesen Eigenschaften gleichgesetzt werden. Noch falscher wäre es, diese „associated phoria“ mit der Fixationsdisparation selbst zu verwechseln. Übrigens gelingt es nicht immer, eine solche Korrektur zu ermitteln. Bei dem Prüfling mit der FD-Kurve nach Abb. 5 wird zum Beispiel stets eine Exo-Disparation zu sehen sein, unabhängig davon, welches Prisma man vorsetzt.

Mit dem im Rahmen der MKH gerne verwendeten Ausdruck „Winkelfehlsichtigkeit“ gibt es übrigens ähnliche Probleme, weil er vielfach nicht für den Zustand des Augenpaares selbst verwendet wird (was vertretbar wäre), sondern für die prismatische Korrektur, mit der dieser Zustand möglichst weitgehend dem Idealzustand angenähert wird.

3 Definitionen im deutschsprachigen Raum

3.1 DIN 5340 (1986)

In DIN 5340 „Begriffe der physiologischen Optik“ aus dem Jahre 1986 wird die Fixationsdisparation wie folgt definiert:

Fixationsdisparation: Zustand des normalen binokularen Einfachsehens, bei dem der Fixationspunkt mit einer Disparation innerhalb des zugehörigen Panumbereiches abgebildet wird. Der Begriff wird auch benutzt, wenn statt eines Fixationspunktes nur parazentrale oder periphere Fusionsreize vorhanden sind.

Diese Definition entspricht dem, was auch im englisch-amerikanischen Sprachgebrauch unter Fixationsdisparation verstanden wird. Sowohl Tests, wie sie von Ogle und seinen Kollegen verwendet wurden (siehe Abb. 2), als auch Tests mit wirklich zentral liegenden Fusionsobjekten (z. B. Zeigertest oder Doppelzeigertest des Polatest) wären danach geeignet, Fixationsdisparationen nachzuweisen. Die Definition würde durchaus auch gewisse weitergehende binokulare Anpassungszustände zulassen, so weit sie im zum Bild des Fixationspunktes gehörenden Panumbereich stattfinden, wenn nicht ausdrücklich gesagt wäre, dass es sich bei der Fixationsdisparation um einen Zustand des *normalen* binokularen Einfachsehens handelt. Hiermit ist nicht das Binokularsehen unter normal natürlichen Bedingungen gemeint, wie das gelegentlich dargestellt wird. Vielmehr findet sich unter dem Stichwort „Binokularsehen“ in der zitierten Norm unter anderem der Satz:

Normales Binokularsehen liegt vor, wenn bei normaler Korrespondenz Stereopsis besteht und ständig in allen Blickrichtungen für Ferne und Nähe fusioniert wird.

Im Sinne dieser Definition kann man also nur dann von einer Fixationsdisparation sprechen, wenn normale Korrespondenz besteht. Schauen wir uns in der Norm an, was darunter zu verstehen ist. Wir finden dort unter dem Stichwort „Korrespondenz“ folgende Sätze:

Korrespondenz: Sensorische Beziehung der Netzhäute beider Augen bezüglich der Richtungswerte (Sehrichtungsgemeinschaft). Man unterscheidet:

- Normale Korrespondenz: Die Foveolae beider Augen haben gleiche Richtungswerte.
- Anomale Korrespondenz (nur als Folge von Heterotropie): Die Foveolae beider Augen haben ungleiche Richtungswerte.

Die Fixationsdisparation in diesem Sinne gehört definitionsgemäß zum normalen Binokularsehen, stellt also keine Anomalie dar. Wie beim idealen Binokularsehen wirken die Foveolae beider Augen weiterhin als Korrespondenzzentren. Damit herrscht spontan wieder ideales Binokularsehen, wenn die Ursache der Fixationsdisparation (meist eine phorische Belastung) nicht mehr wirksam ist. Vergleicht man das mit den Darstellungen in Abschnitt 2.4, so kommt man zu dem Ergebnis, dass nur Fälle, bei denen die FD-Kurven wie in Abb. 3 und 4 die waagerechte Achse schneiden (meist Typ I nach Ogle), dieser Definition genügen.

Diese einschränkende Definition war kein Zufall, sondern von den Mitgliedern des Ausschusses, der die Norm erarbeitet hat, so gewollt, um die Erscheinung der Fixationsdisparation keinesfalls im Bereich der binokularen Anomalien und damit der Phänomene, deren Bestimmung und Korrektur eventuell dem Arzt vorbehalten bleiben muss, anzusiedeln. Nach der im Bereich der MKH üblichen Terminologie wird die Fixationsdisparation im hier definierten Sinne zur Abgrenzung von anderen Erscheinungen wohl als Fixationsdisparation 1. Art oder kurz als FD I zu bezeichnen sein (z. B. Haase, 1982 und Goersch 1982).

3.2 Wörterbuch der Optometrie

Das Wörterbuch der Optometrie (Goersch, 1996), bringt korrekterweise die grundlegende Definition der Fixationsdisparation so, wie sie in der zum Zeitpunkt der Abfassung gültigen Norm, also von DIN 5340 Ausgabe 1986, stand. Darüber hinaus definiert Goersch aber eine ganze Reihe von Unterbegriffen. Durch einige davon wird die grundlegende Definition auf solche Fälle ausgeweitet, in denen die Fähigkeit zur bifoveolären Fixation zumindest vorübergehend verloren gegangen ist. Diese Unterbegriffe seien hier nur aufgezählt, ohne die zugehörigen Definitionen im einzelnen wiederzugeben:

- Fixationsdisparation, alte
- Fixationsdisparation, dynamische
- Fixationsdisparation, junge
- Fixationsdisparation, obligate
- Fixationsdisparation, prismatische

- Fixationsdisparation, statische
- Fixationsdisparation erster Art – Kurzzeichen FD I
- Fixationsdisparation zweiter Art – Kurzzeichen FD II
- Unterarten von Fixationsdisparation zweiter Art – Kurzzeichen FD II/1 bis FD II/6

Dass zwischen der grundlegenden Definition (s. o.) und diesen Unterbegriffen jedenfalls zum Teil Widersprüche bestehen, dürfte Goersch bei der Abfassung bekannt gewesen sein. Er konnte aber auf der einen Seite die Norm nicht übergehen, auf der anderen Seite wollte er wohl richtigerweise die Begriffe nicht beiseite lassen, die unter den Anwendern der MKH gebräuchlich sind. Nachdem DIN 5340 neu erschienen ist (siehe nächsten Abschnitt) und auch das Wörterbuch der Optometrie zum Termin der diesjährigen Tagung der IVBV neu erscheinen wird, ist zu erwarten, dass die Widersprüche in Zukunft nicht mehr bestehen.

3.3 DIN 5340 (1998)

Im April 1998 erschien eine neue Ausgabe der Begriffsnorm DIN 5340. Darin wurde die Fixationsdisparation wie folgt definiert:

Fixationsdisparation: Zustand des binokularen Einfachsehens, bei dem der Fixationspunkt mit einer Disparation innerhalb des zugehörigen Panumbereiches abgebildet wird.

Als Fixationspunkt wird in der neuen Norm der angeblickte Objektpunkt bezeichnet, während unter dem Oberbegriff „Binokularsehen“ das Binokularsehen mit Fusion und das binokulare Einfachsehen gleichgesetzt werden. Die anderen in der Norm aus dem Jahre 1986 verwendeten Begriffe werden für die neue Definition der Fixationsdisparation nicht mehr benötigt.

Hiernach ist der Begriff Fixationsdisparation nicht mehr auf das normale binokulare Einfachsehen, bei dem bizentral fixiert wird, beschränkt, sondern er umfasst auch solche Anomalien des Binokularsehens, die in der Terminologie der MKH als Fixationsdisparation zweiter Art (FD II) bezeichnet werden, und bei denen keine normale Korrespondenz im strengen Sinne mehr vorliegt. Damit wäre dies die weitest möglich gefasste Definition der Fixationsdisparation.

Bei genauerer Betrachtung kommt man jedoch mindestens in Fällen von anomaler Korrespondenz zu Problemen, die mit dem Begriff des zugehörigen Panumbereiches zusammenhängen. Dies sei an Hand von Abb. 6 näher erläutert. Dort sind schematisch die beiden Netzhautmitten von der Rückseite aus gesehen dargestellt. Durch die anatomischen Netzhautmitten (Mitten der Foveola) ist ein Koordinatenkreuz gelegt, dessen Ursprung mit Z bezeichnet ist. Das linke Auge sei das Führungsaug, in dem der Fixationspunkt O exakt in die Mitte der Foveola abgebildet wird. Damit fällt im linken Auge der Bildpunkt O' mit dem anatomischen Fixationszentrum zusammen.

Oben in Abb. 6 ist angenommen, dass normale Korrespondenz besteht. Der zu Z im linken Auge korrespondierende Punkt K im rechten Auge (Korrespondenzzentrum) fällt auch dort mit der Mitte der Foveola Z zusammen. Um die Punkte Z beziehungsweise K herum sind Panumbereiche eingezeichnet, wobei der Einfachheit halber unrichtigerweise angenommen ist, dass es sich um feste Ellipsen bestimmter Größe handelt. Panumbereiche sind Punkt-Fläche-Entsprechungen, das heißt, dem Punkt Z im linken

Auge entspricht der dunkelgraue Bereich im rechten Auge, dessen Zentrum Korrespondenzzentrum K ist. Umgekehrt entspricht dem Punkt K im rechten Auge der hellgraue Bereich im linken Auge mit Z als Zentrum.

Bei Vorliegen einer Fixationsdisparation verschiebt sich der Bildpunkt O' im rechten Auge um den Betrag FD aus dem Zentrum heraus, was die Fusion aber nicht beeinträchtigt, da die Verschiebung kleiner ist als der Radius des zentralen Panumbereiches. Wenn die Ursache der Verschiebung (Heterophorie, phorische Belastung) beseitigt wird, wird der Betrag von FD zu Null und O' fällt auch im rechten Auge wieder mit Z zusammen. Es liegt wieder ideales Binokularesehen vor. Das ist recht einfach und bringt auch von der Definition her keine weiteren Probleme mit sich.

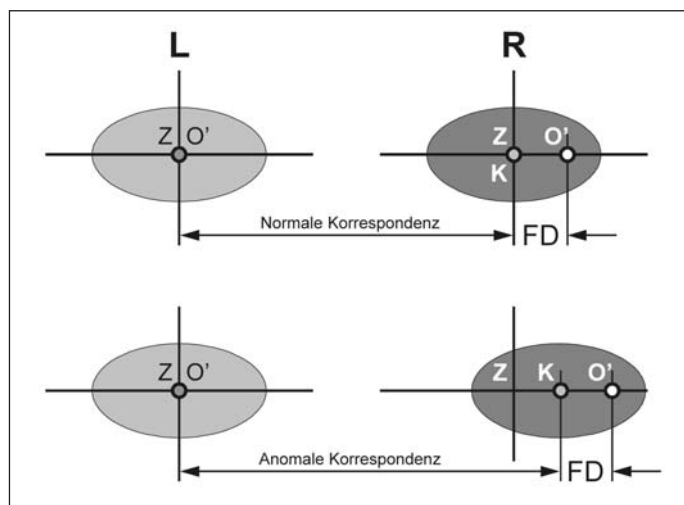


Abb. 6: Zur Definition der Fixationsdisparation bei anomaler Korrespondenz

Unten in Abb. 6 ist angenommen, dass eine Fixationsdisparation zweiter Art, also eine statische Fixationsdisparation mit disparater Korrespondenz (Goersch 1996) vorliegt. Im Wörterbuch der Optometrie finden wir dazu folgende Definition:

Korrespondenz, disparate: Als Folge einer nicht oder nicht voll korrigierten Winkelfehlsichtigkeit erworbene Korrespondenz, bei der das Korrespondenzzentrum des stellungs-mäßigen Führungsauges (in der Regel) zentral geblieben ist und dasjenige des abweichenden Auges nicht mehr in der Foveolamitte, aber noch innerhalb des (ursprünglichen oder erweiterten) zentralen Panumbereiches liegt (disparates Korrespondenzzentrum). Siehe auch Unterarten von Fixationsdisparation zweiter Art.

Danach fällt nun im rechten Auge K nicht mehr mit Z zusammen, sondern ist um einen Betrag, der kleiner ist als der Radius des zentralen Panumbereiches (hier temporal) verschoben. Aber nicht nur der Punkt K hat sich verschoben, sondern mit ihm auch der *zugehörige* Panumbereich. Zu Z im linken Auge gehört jetzt der Panumbereich mit K als Zentrum im rechten Auge. Umgekehrt gehört zu K im rechten Auge der zentrale Panumbereich mit Z als Mittelpunkt im linken Auge. Damit läge, wenn es nur um das disparate Korrespondenzzentrum K geht, nach dem Text der Norm keine Fixationsdisparation vor. Erst dann, wenn sich zum

Beispiel wegen einer zusätzlichen Belastung der Motorik der Bildpunkt O' von K weg innerhalb des zugehörigen Panumbereiches verschiebt, wie das in der Abbildung angenommen ist, könnte von einer Fixationsdisparation mit dem Betrag FD gesprochen werden. Wir hätten also eine anomale Korrespondenz im zentralen Panumbereich (disparate Korrespondenz), die von einer Fixationsdisparation überlagert ist.

Es ist nicht auszuschließen, dass so etwas vorkommt. Es ist aber ziemlich sicher, dass die Verfasser der Norm das so nicht gemeint haben. Da dort nur vom *zugehörigen* Panumbereich die Rede ist, wird der Betrag der Korrespondenzverschiebung nicht begrenzt. Die Definition umfasst also ausnahmslos alle Fälle von anomaler Korrespondenz. Sollte die Norm nach der üblichen Frist von fünf Jahren revidiert werden, ist zu empfehlen, statt vom *zugehörigen*, vom *ursprünglichen, zentralen* Panumbereich zu sprechen, wie das Goersch im Wörterbuch der Optometrie tut, wenn man schon nicht zur „alten“ Definition aus dem Jahre 1986 zurückkehren will, die dem Autor der vorliegenden Arbeit wesentlich besser gefällt.

4 Vergleich verschiedener Definitionen der Fixationsdisparation

Die Ausführungen in den Abschnitten 2 und 3 sollten zeigen, dass es unterschiedliche Vorstellungen darüber gibt, welcher Zustand des Augenpaares bzw. des binokularen Einfachsehens als Fixationsdisparation zu bezeichnen ist. Dabei wurden Besonderheiten, die sich nur bei einzelnen Autoren finden, nicht berücksichtigt. Insgesamt aber ist die Situation recht unübersichtlich.

In Abb. 7 wurde daher versucht, eine Übersicht in Form einer graphischen Darstellung zu schaffen, die zeigt, wie die verschiedenen Definitionen einander zuzuordnen sind. Die scharfen Abgrenzungen zwischen den verschiedenen Arten der Fixationsdisparation ergeben sich dabei aus den darstellungstechnischen Notwendigkeiten. Es sei daran erinnert, dass es von Natur aus keine scharfen Grenzen gibt (siehe Abschnitt 1).

Grundgedanke der Darstellung ist, dass die Fixationsdisparation in ihren verschiedenen Erscheinungsformen den Übergangsbereich abdeckt, zwischen dem sensorisch idealen Binokularesehen und solchen sensorischen Anomalien, die nicht mehr als Fixationsdisparation angesehen werden können, und die hier einmal vereinfachend unter dem Begriff Mikrostrabismus zusammengefasst werden sollen, nach DIN 5340 (1998), Anmerkung 2 zum Begriff Strabismus soll nämlich Fixationsdisparation nicht als offensichtliches Schielen bezeichnet werden.

Der senkrechte Kasten auf der linken Seite des Diagrammes repräsentiert das sensorisch ideale Binokularesehen, bei dem es nur die ständig wechselnde, dynamische Fixationsdisparation gibt, die eine Folge der naturgegebenen Fixationsschwankungen ist (Goersch 1996). Der senkrechte Kasten auf der rechten Seite steht für den Mikrostrabismus (siehe oben). Dazwischen sind Abweichungen vom sensorischen Idealzustand angetragen, die von links nach rechts schwerwiegender und fester werden.

Der oberste horizontale Streifen soll darstellen, wo die fixation disparity, wie sie in Abschnitt 2.3 und 2.4 dargestellt wurde, einzuordnen ist. Diese „klassische“ Vorstellung von der Fixationsdisparation bezieht sich zunächst einmal auf den Bereich, in dem normales Binokularesehen, das heißt, Binokularesehen mit

bizentraler Fixation vorhanden ist, oder sich nach Aufhebung phorischer Belastungen spontan einstellt. Darüber hinaus werden gewisse weitergehende Anpassungszustände mit erfasst (siehe Abb. 5). Dabei ist nicht zu erkennen, ab welcher sensorischen Abweichung man nicht mehr von fixation disparity spricht. Das wird in der Abbildung durch den Pfeil mit Fragezeichen angedeutet.

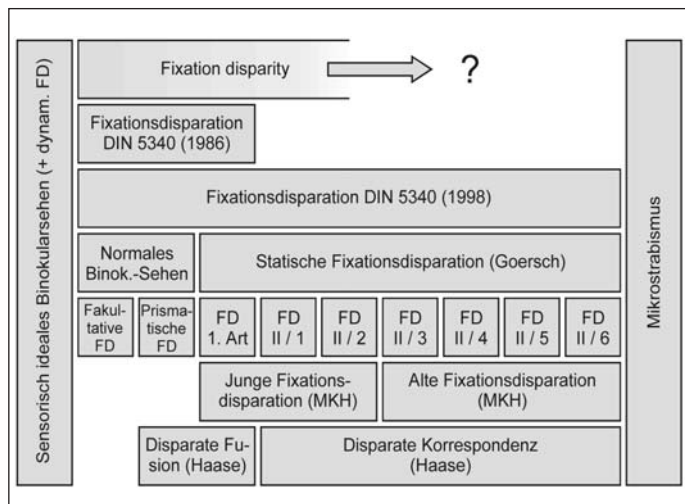


Abb. 7: Übersicht über die Gültigkeitsbereiche verschiedener Definitionen der Fixationsdisparation

Darunter finden sich die beiden Definitionen der Fixationsdisparation nach DIN 5340. In der alten Ausgabe (1986) umfasst die Definition nur den Bereich, in dem normale Korrespondenz herrscht, also bizentrale Fixation spontan möglich ist. Die neue Ausgabe hingegen definiert die Fixationsdisparation sehr großzügig, so dass der gesamte Bereich zwischen dem sensorisch idealen Binokularsehen und dem Mikrostrabismus abgedeckt wird.

Im vierten waagerechten Streifen von oben ist die Abgrenzung zwischen dem normalen Binokularsehen mit grundsätzlich bizentraler Fixation und der statischen Fixationsdisparation dargestellt. Im Wörterbuch der Optometrie (Goersch 1996) findet sich dazu folgende Definition:

Fixationsdisparation, statische: Fixationsdisparation, die bei vorhandener Winkelfehlsichtigkeit entsteht, wenn der fusionale Vergenzbedarf nicht vollständig durch fusionale Vergenz gedeckt wird. Die durch die Dekompensation entstandene statische Fixationsdisparation ist eine sensorische Anpassung (sensory adjustment) an die Fehlstellung. Die Richtung der statischen Fixationsdisparation ist durch die Winkelfehlsichtigkeitsrichtung bedingt. Statische Fixationsdisparation ist durch binokulare Vollkorrektur reversibel. Siehe auch Arbeitsstellung.

Der nächste Streifen zeigt die Einteilung, die im Sprachgebrauch der Anwender der MKH derzeit üblich ist. Zusätzlich finden sich ganz links, also unterhalb des normalen Binokularsehens, zu dem sie zweifellos gehören, die Begriffe „fakultative Fixationsdisparation“ und „prismatische Fixations-

disparation“. Hiermit sind die Erscheinungen gemeint, die bei Belastungen des Vergenzsystems entstehen können, und die nichts anderes darstellen als die völlig natürliche Ausnutzung der zentralen Panumbereiche zur Fusion.

Diese darunter liegenden horizontalen Streifen beschreiben weitere Bezeichnungen, die unter den Anwendern der MKH verbreitet sind beziehungsweise bereits von Haase eingeführt wurden. Sie bedürfen wohl keiner weiteren Erläuterung.

Diese Gegenüberstellung sagt etwas über den Grad der sensorischen Anomalien aus, für den die einzelnen Definitionen Gültigkeit haben. Sie sagt aber nichts darüber aus, wann und wo die einzelnen Arten der Fixationsdisparation vorkommen. Schon in Abschnitt 2.2 wurde die Beobachtung von Ogle und Mitarbeitern erwähnt, dass die Verschiebung der Noniuslinien an ihrem Test bei einer bestimmten phorischen Belastung stark von der Gestaltung der Umgebung abhängt. Es gibt eben nicht die Fixationsdisparation bei einem bestimmten Prüfling, sondern eine Fixationsdisparation, die sich unter bestimmten äußeren Umständen einstellt. Zu den äußeren Umständen gehören sowohl die Situation an einem bestimmten FD-Test als auch die Bedingungen beim natürlichen, ungestörten Binokularsehen (Kontrast, Leuchtdichte, Sehanforderungen etc.). Untersuchungen im natürlichen Binokularsehen sind verständlicherweise kaum möglich. Die genauere vergleichende Betrachtung der Situation an verschiedenen FD-Testen allein wäre schon hoch interessant, würde aber den Rahmen des hier gestellten Themas sprengen.

Geben wir uns daher heute mit der Erkenntnis zufrieden, dass noch viel zu tun ist, bis wir die Phänomene im Zusammenhang mit der Fixationsdisparation wirklich verstehen.

Anschrift des Autors:
Prof. Heinz Diepes
Institut für Augenoptik
Gartenstraße 133, D-73430 Aalen
Tel. (073 61) 56 01 60, Fax 56 01 68
E-Mail: IfAA@FH-Aalen.de

Literaturverzeichnis

- [1] Hofmann, F. B., Bielschowsky, A.: Über die der Willkür entzogenen Fusionsbewegungen der Augen, Pflügers Archiv d. ges. Physiologie, 80, S. 1 - 40 (1900)
- [2] Ames, A., Gliddon, G. H.: Ocular measurements, Tr. Sec. Ophth., A. M. A., S. 102 - 175 (1928)
- [3] Ogle, K. N., Marthens, Th. G., Dyer, J. A.: Oculomotor Imbalance in binocular Vision and Fixation Disparity, Lea & Febinger, Philadelphia (1967)
- [4] Sheedy, J. E.: Fixation disparity analysis of oculomotor imbalance, Am. J. Optom. Physiol. Opt. 57, S. 632 - 639 (1980)
- [5] Brückner, R.: Heterophorie – Mikro-Esotropie, Begriffe und Methoden im Vergleich zwischen Polatest und Ophthalmologie, NOJ 9, S. 27 - 29 (1988)
- [6] Diepes, H.: Überlegungen und Beobachtungen zur Fixationsdisparation, DOZ 12, S. 15 - 23 (1988)
- [7] Cline, D., Hofstetter, H. W., Griffin, J. R.: Dictionary of Visual Science, Chilton Trade Book Publishing, Radnor, Penns. (1989)
- [8] Goersch, H.: Was ist Winkelfehlsichtigkeit?, DOZ 12, S. 24 - 28 (1993)
- [9] Goersch, H.: Wörterbuch der Optometrie, Ferd. Enke Verlag, Stuttgart (1996)
- [10] Haase, H. J.: Zur Fixationsdisparation, eine erweiterte Theorie und praktische Folgerungen, Verlag Optische Fachveröffentlichung, Heidelberg (1995)
- [11] Wesemann, W.: Beiträge zur Physiologie des Stereosehens, zur Form des Horopters und zur Größe des Panumbereiches, Teil 1, DOZ 4 (2000), Teil 2, DOZ 5 (2000)
- [12] DIN 5340: 1986 Begriffe der Physiologischen Optik, Beuth Verlag, Berlin (1986)
- [13] DIN 5340: 1998 Begriffe der Physiologischen Optik, Beuth Verlag, Berlin (1998)