

Über binokulare Prüfverfahren, das binokulare Sehen, seine nicht krankhaften Anomalien und ihren optischen Ausgleich

Mitteilungen aus der Forschungs- und Entwicklungsarbeit der Fachschule für Optik und Fototechnik, Berlin - Direktor Dr. W. Thiele

Von Hans-Joachim Haase

(Fortsetzung aus Heft 11/1957)

b) Der Zeichen-Fusionsreiz

In der TIB-Anordnung tritt aber noch ein weiterer störender Fusionsreiz auf, ausgehend von den senkrechten Balken der Testzeichen L und F (Zeichen-Fusionsreiz). Diese senkrechten Balken sind deckungsgleich und können bei entsprechender, annähernd paralleler Augenstellung am gleichen Ort gesehen werden, so daß sich dann, wie im Abschnitt B 4b beschrieben, die „E-Verschmelzung“ ergibt. Der Gesamteindruck des Prüflings entspricht dann der Abb. 4.

Es dürfte klar sein, daß auf diese scheinbare Teststellung bzw. auf die dazugehörige um 1,0 prdptr divergente Augenstellung fusional ähnlich eingerastet werden kann wie auf die Trenner-Raststellung. Die Aufmerksamkeit des Prüflings ist normalerweise ohnehin auf die Zeichen gerichtet und nicht auf den Trenner, so daß sie nicht nur akkommodativ scharf, sondern in der E-Stellung auch beiderseits annähernd foveal abgebildet werden. Gleichzeitig sind, wie Abb. 4 erkennen läßt, die monokularen Trennerbilder zwangsläufig auseinandergerückt und auf periphere Netzhautzonen geraten, so daß sie ihrerseits fusional weniger interessant und zwingend geworden sind als in der Test-Nullstellung oder gar in der Trenner-Raststellung.

Wie weit der Zeichen-Fusionsreiz sich gegenüber der Tendenz der Augen, die Ruhelage einzunehmen, durchsetzen kann, wird ebenso wie beim Trennerreiz von der Konzentrationsrichtung des einzelnen Prüflings abhängen und davon, wie stark seine Fusionsbereitschaft und sein Fusionsvermögen in der erforderlichen Richtung entwickelt sind. Notwendig wäre zur fusionalen E-Verschmelzung eine Bereitschaft zu relativer Divergenz, und es steht fest, daß diese im Vergleich zur relativen Konvergenzbereitschaft normalerweise nur gering entwickelt ist, jedenfalls bei orthophoren Individuen und sicher auch in manchmal sogar noch verstärktem Maß bei latent exophoren. Bei Prüflingen dieser Kategorie müßte also der Zeichen-Fusionsreiz gegenüber dem gleichzeitig vorhandenen Trenner-Fusionsreiz nur geringfügig wirksam und ohne bedeutenden Einfluß auf die Messung sein.

Anders könnte es u. U. bei Prüflingen mit höhergradigen latenten Esophorien sein, die es gewohnt sind, im Interesse des binokularen Einfachsehens ständig aus der Sehachsen-Ruhelage heraus fusional zu divergieren. Sobald die vorhandene Fern-Exophorie so groß ist, daß auch noch für das binokulare Nahsehen statt der normalerweise notwendigen fusionalen Konvergenzbemühung eine relative Divergenz aus der akkommodativ bedingten Sehachsenlage notwendig wird, kann praktisch — so sollte man jedenfalls annehmen — das fusionale oder relative Konvergenzvermögen kaum oder gar nicht entwickelt sein, während die Fähigkeit zu fusionaler Divergenz mehr als normal geübt und entwickelt sein müßte. Daß mit solchen Zuständen in Einzelfällen durchaus gerechnet werden muß, wird u. a. durch einen vom Verfasser korrigierten jungen Mann bewiesen, der — wenn auch unter erheblichen, als „chronische Migräne“ deklarierten Anstrengungsbeschwerden — eine Esophorie von 14 prdptr fusional latent halten konnte.

Ausschließlich solche Prüflinge nun dürften dem Zeichen-Fusionsreiz u. U. etwas leichter folgen können als dem Trennerreiz, so daß bei ihnen das Meßergebnis in Richtung auf eine Exophorie hin verfälscht sein und ein zu niedriger Esophoriewert gemessen werden könnte.

c) Folgerungen

Auf jeden Fall sind die beiden beschriebenen Fusionsreize in der TIB-Anordnung „nullstellungsfreudlich“; sie sind besträbt, während des Meßvorganges die Sehachsen orthophorer Prüflinge aus der Orthophoriestellung abzulenken und die Sehachsen heterophorer Prüflinge aus der durch prismatische Korrektur angestrebten „komfortablen“ Stellung, die ein binokulares Sehen ohne unnötigen fusionalen Energieaufwand, ähnlich dem Sehen Orthophorer, möglich machen soll. Folglich können der Trenner- und der Zeichen-Fusionsreiz allgemein als orthofugale Reize bezeichnet werden, zur Kennzeichnung der Richtung, in die

hinein sie die Sehachsen zu ziehen suchen, kann man im einzelnen den Trennerreiz als esopetal, den Zeichenreiz als exopetal bezeichnen (Thiele 6).

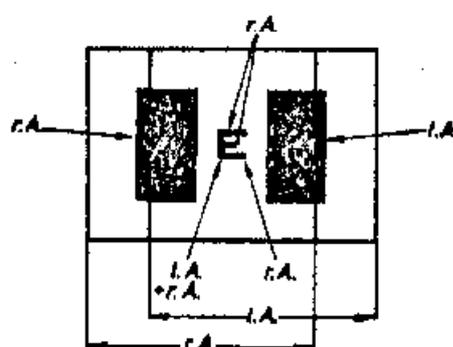
Nach dem bisher in diesem Abschnitt Gesagten dürfte einzusehen sein, daß die beiden orthofugalen Reize in der TIB-Anordnung durchaus unerwünscht sind, da sie in manchen Fällen theoretisch Fehlmessungen in beiden horizontalen Richtungen und um individuell verschiedene Beträge verursachen können. Die praktischen Erfahrungen bestätigen diesen Gedankengang vollauf.

Zu überlegen wäre allerdings, ob nicht das gleichzeitige Gegeneinanderwirken des esopetalen und des exopetalen Reizes eigentlich zu einer gewissen Kompensation ihrer Auswirkungen führen müßte. Aus der Abb. 3c dürfte aber hervorgehen, daß der Trennerreiz schon geometrisch-optisch wohl immer überwiegen muß, obwohl die monokularen Trennerbilder etwas unscharf und nicht tiefschwarz sind; sie sind dafür aber wesentlich größer als die Testzeichenbilder (die in sämtlichen Abbildungen dieser Arbeit nicht maßstäblich, sondern größer als in der Original-TIB-Anordnung dargestellt wurden), und sie liegen in der Nullstellung auch näher aneinander als die Testzeichen. Bei Prüflingen mit kleinen Augenmittenabständen überlappen sich die Trennerbilder sogar gegenseitig. Hinzu kommen die physiologischen Faktoren, die auch ihrerseits in den meisten Fällen die Befolgung des Trennerreizes begünstigen werden, da er esopetal ist. Nur bei Prüflingen, bei denen infolge einer latenten Esophorie bestimmten Grades die fusionale Divergenzbereitschaft besser ausgebildet ist als die Konvergenzbereitschaft, könnte man u. U. mit einer annähernden gegenseitigen Kompensation beider Reize rechnen. Die günstigsten Voraussetzungen aber für richtige TIB-Messungen dürften bei Prüflingen vorliegen, deren Fusionsvermögen in jeder Richtung nur sehr gering entwickelt ist, da sich bei ihnen beide Reize gar nicht erst stark auswirken können.

d) Der Rahmen-Fusionsreiz

Außer den beiden orthofugalen Fusionsreizen ist in der TIB-Messung noch ein weiterer Fusionsreiz wirksam, der von den Rändern des Testumfeldes ausgeht. Wie die Abbildungen 3c, 3d und 4 erkennen lassen, wird dieser Rand im binokularen Seheindruck immer doppelt erscheinen, wenn nicht die Test-Nullstellung der Abb. 3c besteht. Auch diese binokularen Doppelbilder bedeuten selbstverständlich einen Fusionsreiz, der nach Maßgabe der individuellen Fusionsbereitschaft befolgt werden kann und wird.

Abb. 4



Der Rahmen-Fusionsreiz kann nach Thiele (5) orthopetal genannt werden, weil er die Sehachsen aus jeder fehlerhaften Ruhelage immer nur in die Orthostellung zu ziehen versucht wird. Er kann infolgedessen, anders als die orthofugalen Reize, bei Heterophorien beliebiger Richtungen in der Meßphase niemals die Augenfehlstellung vergrößern oder gar eine dem vorliegenden Muskelfehler richtungsmäßig entgegengesetzte Einstellung bewirken.

Aber der Rahmenreiz führt, anders als die Summe aller orthopetalen Fusionsreize im natürlichen binokularen Sehakt, bei latenten Heterophorien auch nicht zum vollen Einsatz des individuellen Fusionsvermögens und zu einer mehr oder weniger festen Einrastung des Sehachsen auf die Orthostellung, da er, wie im Abschnitt B 4b bereits angedeutet wurde, auf relativ periphere Netzhautbezirke mit gegenüber den foveae niedrigerem Auflösungsvermögen und entsprechend schwächerer und ungenauerer Einstellfähigkeit wirkt.

Erfahrungsgemäß ist es so, daß die an sich schon bei jeder noch so kleinen Nullstellungsabweichung vorhandenen binokularen Doppelbilder der Umfeldränder auch geübten Beobachtern so lange unbewußt bleiben, wie die monokularen Bilder des Testfeldes sich im binokularen Sehindruck noch gegenseitig mit Teilen ihrer Flächen überlappen.

Folglich behindert der Rahmen-Fusionsreiz zwar die Auswanderung der Sehachsen aus der Orthostellung, aber im geringeren Maß als die Summe der fovealen und peripheren Fusionsreize im natürlichen Sehakt. Man nahm bisher an, er wirke so, daß er bei kleineren, nicht korrektionsbedürftigen Heterophorien eine Auswanderung der Testzeichen aus der Nullstellung überhaupt verhindere, während er bei höhergradigen Muskelfehlern die Stärke der zur Herbeiführung der Nullstellung notwendigen prismatischen Korrekturen gegenüber denen verringere, die sich in völlig fusionsreizfreien Messungen ergeben (z. B. im Maddoxverfahren). Störend wäre nach der bisherigen Auffassung der Rahmenreiz nur, wenn sein reduzierender Einfluß auf die Meßwerte so stark wäre, daß die ermittelten Nullstellungskorrekturen durchschnittlich zu weit unterhalb der Maddox-Ruhelagekorrektur lägen, so daß binokulares Einsehensehen nur unter subjektiv störenden fusionalen Anstrengungsbeschwerden möglich wäre. Je kleiner aber das Testumfeld ist, desto höher ist das Auflösungsvermögen der Netzhautpartien, auf die die Bilder seines Rahmens bei Fixation eines der Testzeichen projiziert werden, desto genauer und fester wird die durch den Rahmen bewirkte fusionale Rastung sein, und desto stärker beeinflußt der Rahmenreiz die Meßwerte. Folglich ist die Größe des Testfeldes unterhalb gewisser Grenzen kritisch. Die von Turville angegebenen Testabmessungen (284×284 mm) wurden von ihm unter solchen Erwägungen empirisch als für die Heterophoriebestimmung günstigste ermittelt.

Für Prüfungen, bei denen eine stärkere fusionale Rastung zur Ruhigstellung des Sehindrucks erwünscht ist, wie z. B. für die Sehgleichgewichtsprüfung, empfiehlt Turville (!) die Benutzung eines zusätzlichen engeren Rahmens, den er als „Schloß“ (lock) bezeichnet.

7. Zusammenfassende Wertung des TIB-Verfahrens im Vergleich zum Maddoxverfahren

Die TIB-Korrektionsregeln und die positiven sowie negativen Eigenschaften des TIB-Verfahrens in der unserer bisherigen Schilderung zugrunde liegenden einfachen Ausführung lassen sich nach unseren Erfahrungen und Überlegungen wie folgt zusammenfassen:

- Die Sehgleichgewichtsprüfung läßt im allgemeinen Abgleichfehler zwischen 0,12 und 0,25 dptr eindeutig erkennen, wenn nicht monokulare Dominanzen die binokulare Wahrnehmung behindern. Ursache für die unnatürlich starke Auswirkung mancher nur leichten Dominanzen ist die Sichtbarkeit des Trenners.
- In der TIB-Heterophorieprüfung gemessene Vertikaldivergenzen und Exophorien sind stets „echt“. Quantitativ können die vorhandenen Anomalien allenfalls größer sein als die TIB-Meßwerte, da die Gesamtheit der während der Messung wirkenden Fusionsreize nur eine Verkleinerung des Meßwertes gegenüber dem vollen Betrag des Fehlers bewirken kann. Die Differenz ist vermutlich vom individuellen Fusionsvermögen abhängig. Folglich können die Meßwerte von Exophorien und Vertikaldivergenzen stets in voller Höhe als Korrektur verabfolgt werden; sie ergeben stets ein komfortableres binokulares Sehen als Verordnungen ohne diese Korrektur. In Fällen mit stark entwickeltem fusionalen Konvergenzvermögen wäre es sogar denkbar, daß eine gegenüber dem Meßwert noch um gewisse Beträge verstärkte Stellungskorrektur auf die Dauer noch günstiger wirkt.

c) In der TIB-Prüfung gemessene Esophorien können in manchen Fällen dem tatsächlichen Muskelzustand entsprechen, in vielen Fällen aber sind sie quantitativ oder sogar qualitativ falsch. Je größer das fusionale Konvergenzvermögen eines Prüflings ist, desto größer ist die Gefahr, daß seine gesamte in der Messung sich zeigende Esophorie oder ein gewisser Teil von ihr durch den esopetalen Trennerreiz vorgetäuscht wird.

Ungewöhnlich festes Beharren in der Trenner-Raststellung, Schwierigkeiten bei der Herbeiführung der E-Verschmelzung und die Neigung zum plötzlichen Umspringen aus der LT-Stellung des Testes in die F/L-Stellung können auf solche Verhältnisse hinweisen.

TIB-Esophorien mit mehr oder weniger stark ausgeprägten Anzeichen dieser Art können zugrunde liegen: Orthophorien mit normalem Fusionsvermögen; latente Exophorien mit anomal hohem fusionalen Konvergenzvermögen; geringgradige Fern-Esophorien, denen auf Grund einer trotzdem verbliebenen physiologischen Nahexophorie auch ein gutes fusionales Konvergenzvermögen verblieben ist.

d) Über die praktische Verwertbarkeit von Messungen mit dem TIB-Spezialtesten (Anlaikonle-, Zyklaphorie- und Stereotest) liegen uns keine Erfahrungen vor.

e) Unvorteilhaft sind im TIB-Verfahren der Zwang zur Justierung der Prüfanordnung für jeden Prüfling und das Fehlen eines direkten und eindeutigen Nullstellungskriteriums.

8. Das Maddoxverfahren und seine Varianten sind demgegenüber durch folgende Eigenschaften und Möglichkeiten gekennzeichnet:

a) Die technischen Schwierigkeiten bei der Durchführung der Maddoxmessung sind kaum geringer als bei der TIB-Messung, da der Prüfraum weitgehend abgedunkelt werden muß.

b) Eine Prüfung des Sehgleichgewichtes ist im Maddoxverfahren nicht möglich.

c) In der Heterophorieprüfung ergibt sich eine eindeutige Nullstellungsanzeige sowohl für die Vertikale als auch für die Horizontale.

d) Die Heterophorie-Korrektionsregeln, die sich aus der praktischen Erfahrung für das Maddoxverfahren ergeben haben, sind wesentlich eindeutiger und ungenauer als diejenigen für das TIB-Verfahren. Allgemein anerkannte und für alle vorkommenden Fälle anwendbare Maddox-Korrektionsregeln gibt es überhaupt nicht, und jeder Praktiker pflegt sich seine eigene Verfahrensweise empirisch und recht mühsam selbst zu erarbeiten, ohne bei noch so großer Erfahrung vor manchem totalen Fehlschlagen geschützt zu sein.

Diese Sachlage mag durch die auszugswise Wiedergabe der zusammenfassenden Meinungen dreier berühmter Autoren beleuchtet werden, die sich sämtlich auf praktische Erfahrungen stützen dürften. Sie besagen:

„Die Korrektur der lateralen Heterophorien (nach Maddox-Meßwerten — d. Verf.) ist selten im vollen Maß erforderlich. Kleinere Beträge bis zu etwa 6 prdptr bereiten meistens keine Beschwerden und brauchen daher nicht korrigiert zu werden. Bei größeren Abweichungen wird oft die Hälfte der gesamten Abweichung als Korrektur gewählt. ... (Es ist) notwendig, Höhenabweichungen zu etwa 80 bis 100% auszukorrigieren, sofern sie mehr als $\frac{1}{2}$ prdptr betragen bzw. zu Beschwerden Anlaß geben, die nach Korrektur des Fehlers verschwinden.“ (Thiele 10.)

„Feste, in allen Fällen gültige Regeln lassen sich jedoch für den Ausgleich einer Schielstellung nicht angeben. Richtungsweisend kann man sagen, daß bei einer Exophorie und Insuffizienz der Konvergenz etwa $\frac{1}{2}$ bis $\frac{2}{3}$ der wirklich vorliegenden Stellungsabweichung, bei Esophorie und Höhenabweichung $\frac{2}{3}$ bis zum vollen Betrag gegeben werden kann. Dabei muß man aber stets auf den bisherigen Korrektionszustand Rücksicht nehmen, und nur ein großes Maß an Erfahrungen und ein gewisses Fingerspitzengefühl bieten Gewähr, bei der Korrektur mit Prismen Erfolg zu haben.“ (Schachtschabel.)

... bisher gebräuchliche Erfahrungsregeln, wonach ... Exophorien nur in einem Ausmaß von 30 bis 50% und Esophorien nur zu 70 bis 90% ausgeglichen werden sollten.“ (Pistor 4.)

(Fortsetzung folgt)