

Helmut Goersch

Winkelfehlsichtigkeit - das Meßergebnis der MKH

(Überarbeitete Zusammenfassung von [7] und [8])

- 1 Vorwort
- 2 Grundsätzliches zum Sehen
- 3 Augenglasbestimmung
 - 3.1 Grundregel für jede Messung
 - 3.2 Monokularer Teil einer Augenglasbestimmung
 - 3.3 Binokularer Teil einer Augenglasbestimmung
- 4 Heterophorie und Winkelfehlsichtigkeit
- 5 Zusammenfassung
- 6 Verwendete Begriffe
- 7 Literatur

1 Vorwort

Der Ausdruck **Winkelfehlsichtigkeit** wurde Anfang der achtziger Jahre von Rudolf Virkus (Wolfsburg) geprägt und das erste Mal 1987 in breiterer Öffentlichkeit benutzt [6]. Seitdem fand dieser Ausdruck zunehmend Eingang in die optometrische Fachsprache, und er wurde bisher synonym zu Heterophorie verwendet.

Im folgenden wird dagegen Winkelfehlsichtigkeit als neuer Begriff erklärt und gegen den konventionellen Begriff Heterophorie abgegrenzt. Daraus ergeben sich Zweckmäßigkeit und Notwendigkeit des neuen Begriffs Winkelfehlsichtigkeit zur eindeutigen Kennzeichnung des Meßergebnisses der MKH (Meß- und Korrektionsmethodik nach H.-J. HAASE), deren Grundlagen in den Büchern [9] und [10] beschrieben sind.

2 Grundsätzliches zum Sehen

Das Sehorgan hat bekanntlich den größten Anteil an der Vermittlung von Sinneseindrücken des Menschen [11]. Sehen dient in erster Linie zur Orientierung in der Umwelt anhand der beiden Hauptaufgaben

- ▶ Erkennung von Objekteinheiten und
- ▶ Erkennung der Lage von Objekten im Raum relativ zueinander und relativ zum Beobachter (dieses Raumsehen setzt sich seinerseits zusammen aus Richtungssehen und Tiefensehen).

Beide Aufgaben können in der Regel bereits im Monokularsehen gelöst werden. Doch erst das richtige Zusammenspiel beider Augen liefert die größtmögliche Feinheit sowohl bei der Erkennung von Objekteinheiten (durch die binokulare Sehschärfe) als auch bei der Erkennung von Objektlagen (durch die Stereopsis), denn Sehen mit bizertraler Bildlage für den Fixationspunkt ist die optometrische Voraussetzung für bestmögliche Sehleistung. Alle Sehfunktionen erfordern einen Energieumsatz, dessen Größe von der momentanen Sehanforderung, entscheidend aber auch vom optischen Korrektionszustand des

Augenpaares abhängt. Für eine bestimmte Sehaufgabe ist dieser Energiebedarf am geringsten, wenn komplette Vollkorrektur vorliegt, denn dann arbeiten das Akkommodationsystem aus seiner optometrischen Ruhelage und das Vergenzsystem aus seiner optometrischen Ruhestellung heraus.

Unter der optometrischen Akkommodations-Ruhelage und der optometrischen Vergenz-Ruhestellung werden diejenigen Zustände verstanden, in denen die Bewältigung einer Sehaufgabe mit dem geringstmöglichen Energieumsatz in den Systemen erfolgt. Das Augenpaar ist stets bestrebt, aus diesen Ruhezuständen heraus zu arbeiten. Das ist ein Naturgesetz, denn auch das Sehorgan als biologisches System gehorcht den Gesetzen der Physik [3, S. 317]: „Wie wir gesehen haben, ist es ein allgemeines Gesetz der Natur, daß physikalische Systeme sich ihren Zustand mit der niedrigsten Energie aussuchen.“

Bei Fehlsichtigkeit sind diese günstigsten Arbeitsbedingungen für das Augenpaar aber nur dann gewährleistet, wenn jede monokulare Fehlsichtigkeit (Ametropie) und jede binokulare Fehlsichtigkeit (Winkelfehlsichtigkeit) vollständig korrigiert sind. Erst die refraktive Vollkorrektur (monokulare Vollkorrektur beider Augen) und die binokulare Vollkorrektur zusammen ergeben die komplette Vollkorrektur für das Augenpaar. Diese komplette Vollkorrektur zu ermitteln, ist das Ziel jeder Augenglasbestimmung.

3 Augenglasbestimmung

3.1 Grundregel für jede Messung

Jede Augenglasbestimmung besteht aus zwei Teilen, dem monokularen Teil zur Bestimmung von Ametropie (Refraktionsbestimmung) und dem binokularen Teil zur Bestimmung von Winkelfehlsichtigkeit (WF-Bestimmung oder in bisheriger Sprachweise Phoriebestimmung). Bei jeder physikalischen Messung besteht die Gefahr, daß das Meßverfahren die zu messende Größe beeinflusst und damit das Meßergebnis vom wahren Wert abweichen läßt. Deshalb lautet die Grundregel für jede Messung:

Der Meßvorgang ist so zu gestalten, daß er das Meßergebnis nicht verfälscht.

Bei der Augenglasbestimmung muß deshalb besonders darauf geachtet werden, möglichst natürliche Umgebungsbedingungen zu realisieren.

Das führt zu folgenden Forderungen:

- Korrektionsbestimmung im hellen Raum,
- Verwendung einer Meßbrille,
- Verwendung von dunklen Sehzeichen in hellem Umfeld,
- Refraktionsbestimmung mit zweckmäßigen Sehzeichen,
- WF-Bestimmung mit zweckmäßigen Fusionsreizen,
- WF-Bestimmung mit simultanem Trenner-Verfahren.

3.2 Monokularer Teil einer Augenglasbestimmung

Ziel des monokularen Teils einer Augenglasbestimmung ist es, diejenige Gläserkombination aus Sphäre und Zylinder zu ermitteln, mit der ein (unendlich) ferner Fixationspunkt scharf in der Foveamitte des Auges abgebildet wird, während sich das Akkommodationssystem in seiner optometrischen Ruhelage befindet.

Je nach den gegebenen äußeren Umständen gibt es verschiedene Ruhelagen des Akkommodationssystems. Sind zum Beispiel keine Sehreize vorhanden (wie im leeren Raum), dann handelt es sich um die **sehreizfreie** Akkommodations-Ruhelage, in welcher häufig Leerfeldmyopie [4, Lfd. Nr 223] vorliegt. Die sehreizfreie Akkommodations-Ruhelage ist jedoch für optometrische Korrektionszwecke ohne Bedeutung. Die **optometrische** Akkommodations-Ruhelage hingegen kennzeichnet den Zustand, den das Akkommodationssystem *im natürlichen Sehen* bei der Betrachtung ferner Objekte einnehmen möchte; diesen zu ermitteln, ist das Ziel der Refraktionsbestimmung.

Der Zustand Ametropie ist also dadurch gekennzeichnet, daß in der optometrischen Akkommodations-Ruhelage ein *axialer* Bildlagefehler vorliegt: Das durch das optische System des Auges vom Fixationsobjekt entworfene Netzhautbild liegt vor (Myopie) oder hinter (Hyperopie) der Netzhaut. Nur wenn ein scharfes Netzhautbild des fernen Fixationsobjektes vorliegt, während sich das Akkommodationssystem in der optometrischen Ruhelage befindet, werden monokulare Sehaufgaben mit dem geringstmöglichen Energieumsatz bewältigt.

3.3 Binokularer Teil einer Augenglasbestimmung

Ziel des binokularen Teils einer Augenglasbestimmung ist es, diejenige Prismenstärke und Basislage zu ermitteln, mit der ein (unendlich) ferner Fixationspunkt gleichzeitig in der Foveamitte beider Augen abgebildet wird, während sich das Vergenzsystem in seiner optometrischen Ruhelage befindet.

Je nach den gegebenen äußeren Umständen gibt es verschiedene Ruhstellungen des Vergenzsystems. Sind zum Beispiel keine Fusionsreize vorhanden (wie bei einer gezielten Unterbrechung des Binokularsehens), dann handelt es sich um die **fusionsreizfreie** Vergenz-Ruhstellung. Die fusionsreizfreie Vergenz-Ruhstellung ist jedoch für optometrische Korrektionszwecke ohne Bedeutung. Die **optometrische** Vergenz-Ruhstellung hingegen kennzeichnet den Zustand, den das Vergenzsystem *im natürlichen Sehen* bei der Betrachtung ferner Objekte einnehmen möchte; diesen zu ermitteln, ist das Ziel der WF-Bestimmung.

Der Zustand Winkelfehlsichtigkeit ist also dadurch gekennzeichnet, daß in der *optometrischen* Vergenz-Ruhstellung in dem einen (von der Orthostellung abweichenden) Auge ein *lateral* Bildlagefehler vorliegt: Das durch das optische System dieses Auges vom Fixationsobjekt entworfene Netzhautbild liegt nicht in der Foveamitte, sondern nach rechts, links, oben, unten oder schräg verschoben. Im anderen Auge liegt das entsprechende Netzhautbild (in der Regel) in der Foveamitte. Selbstverständliche Voraussetzung für korrekte WF-Bestimmung ist die vorangegangene exakte Refraktionsbestimmung für beide Einzelaugen.

Nur wenn die Netzhautbilder des fernen Fixationsobjektes in beiden Augen gleichzeitig in der Foveamitte liegen, während sich die Augen in der **optometrischen** Vergenz-Ruhstellung befinden, werden binokulare Sehaufgaben mit dem geringstmöglichen Energieumsatz bewältigt.

4 Heterophorie und Winkelfehlsichtigkeit

Unter dem Begriff Heterophorie wurde seit dem ersten Gebrauch dieses Ausdrucks immer eine bei gezielt aufgehobener Fusion sich einstellende Abweichung der Vergenzstellung von der Orthostellung des Augenpaares verstanden. Das geht aus der einschlägigen Literatur der verschiedenen Erscheinungsjahre hervor, in der sich folgende Beschreibungen finden (Hervorhebungen im Original):

1910: Die sogenannte **Insufficienz** (...). Neuerdings wird für dieselbe vielfach die Bezeichnung »Heterophorie« (STEVENS) gebraucht. Die Begriffe der »Esophorie« und »Exophorie« (...), d. h. Einwärts- bzw. Auswärtswendung eines z. B. durch Verdecken mit der Hand vom **Sehakte ausgeschlossenen Auges**. [12, S. 575]

1937: **Die Erschlaffung der Ausgleichsinnervation** zur Bestimmung der „fusionsfreien“ Ruhelage der Augen ist mittels der bisher besprochenen Methoden nur in beschränktem, individuell sehr verschiedenem Maße durchführbar. Man erhält häufig trotz gleichbleibender Versuchsbedingungen ganz verschiedene Befunde bei wiederholten Untersuchungen; auch im Verlaufe einer Untersuchung schwankt die nach Aufhebung des Binokularsehens manifest werdende Heterophorie sowohl hinsichtlich der Größe als auch der Art der Ablenkung mitunter in weiten Grenzen. [1, S. 781]

1950: Heterophoria: (...) The eyes deviate when fusion is prevented, (...). [5, S. 394]

Übersetzt: Heterophorie: (...) Die Augen weichen ab, wenn Fusion verhindert wird, (...).]

Auch in der Literatur der letzten 20 Jahre wird der Begriff Heterophorie ausnahmslos in unveränderter Weise beschrieben:

1975: The term heterophoria refers to the tendency of the eyes under dissociating (monocular) conditions to deviate from the binocular position maintained by the fusion reflex. [2, S. 569]

Übersetzt: Der Ausdruck Heterophorie bezieht sich auf die Tendenz der Augen, unter dissoziierenden (monokularen) Bedingungen von derjenigen binokularen Stellung abzuweichen, die vom Fusionsreflex aufrechterhalten wird.]

1982: Weicht bei Aufhebung des Fusionszwanges, z.B. durch Abdecken eines Auges das andere von der gemeinsamen Fixationsrichtung ab, spricht man von **Heterophorie**. [14, S. 67]

1986: Bei Heterophorie oder latentem Strabismus ist eine Fehlstellung der Augen nur nachzuweisen, wenn das klinisch sonst normale Binokularsehen aufgehoben wird. [18, S. 122]

1992: Unter Heterophorie versteht man eine latente Abweichung der Augen, die durch Fusion kompensiert wird. Nach Unterbrechen der Fusion (...) weichen die Augen in ihre fusionsfreie Ruhelage ab. [15, S. 118]

1995: (...) Stellung der Augen nach Unterbrechung der Fusion, die BIELSCHOWSKY **relative Ruhelage** und HOFMANN **fusionsfreie Einstellung** nennt. / (...) versteht man unter Heterophorie eine Abweichung der relativen Ruhelage, die binokular fusioniert wird, (...). [13, S. 50/162]

Die gültige deutsche Begriffsnorm definiert Heterophorie [4, Lfd. Nr 183] als: „Phorie, bei der ein Unterschied zwischen der Orthostellung und der Vergenzstellung während teilweiser oder völliger Aufhebung der Fusionsmöglichkeit besteht.“

Der konventionelle Begriff Heterophorie ist somit eindeutig der *fusionsreizfreien* Vergenz-Ruhestellung zuzuordnen. Diese ist aber nicht Gegenstand des binokularen Teils der Augenglasbestimmung, denn für optometrische Korrektionszwecke ist die optimale Gläserkombination für das natürliche Sehen zu ermitteln. Dazu muß die Ruhestellung des Vergenzsystems bei vorhandenen Fusionsreizen bestimmt werden, also die *optometrische* Vergenz-Ruhestellung. Das geschieht notwendigerweise mit Hilfe von drei verschiedenen Testarten [6], durch deren Anwendung in der richtigen Reihenfolge die verwendeten Fusionsreize (peripher, parazentral und zentral) denen im natürlichen Sehen schrittweise angenähert werden. Diese Anforderungen an ein binokulares Meßverfahren werden von der MKH hervorragend erfüllt. Denn tatsächlich entscheidet die Art und Weise der Messung darüber, welche der verschiedenen (unter Umständen sehr stark unterschiedlichen) Vergenz-Ruhestellungen durch das Meßergebnis repräsentiert wird.

Bisher wurde der Ausdruck Heterophorie auch für die Abweichung der *optometrischen* Ruhestellung von der Orthostellung benutzt (bis vor einiger Zeit ebenfalls vom Autor, siehe [6]). Die englische Fachsprache unterscheidet dagegen zwischen „dissociated phoria“, wenn die *fusionsreizfreie* Ruhestellung von der Orthostellung abweicht, und „associated phoria“, wenn die *optometrische* Ruhestellung von der Orthostellung abweicht [17, S. 37]:

„This is called the *associated phoria*, and is distinguished from the *dissociated phoria* which is revealed by methods which give complete dissociation such as the cover test, Maddox groove, etc.“

[Übersetzt: Dies wird die *assoziierte Phorie* genannt und von der *dissoziierten Phorie* unterschieden, die von Methoden aufgedeckt wird, die vollständige Dissoziation liefern, wie Zudecktest, Maddoxzylinder, usw.]

Der Begriff „*associated phoria*“ findet sich übrigens bereits 1967 bei OGLE et al. [16, S. 43/45]: „... the *associated horizontal phoria*. By associated phoria we mean the prism correction at which the zero disparity point is found. The term „associated“ refers to the fact that the eyes are not „dissociated“ as they are in the cover test or the Maddox rod test. / ... is the *associated phoria*. It corresponds to the relative position of rest of the extraocular muscles for the subject for this observation distance, ...“

[Übersetzt: ... die *assoziierte horizontale Phorie*. Mit assoziierter Phorie meinen wir die prismatische Korrektion, bei welcher der Null-Disparationspunkt gefunden wird. Der Ausdruck „assoziiert“ bezieht sich auf die Tatsache, daß die Augen nicht „dissoziiert“ sind wie beim Zudecktest oder beim Maddoxzylinder-Test. / ... ist die *assoziierte Phorie*. Sie entspricht der relativen Ruhestellung der äußeren Augenmuskeln dieser Person für diese Beobachtungsentfernung, ...]

Es liegt nun nahe, auch in der deutschen Fachsprache künftig zwischen diesen beiden Zuständen klar zu unterscheiden. Dabei erscheint es sinnvoll, den bisherigen Ausdruck Heterophorie entsprechend seiner althergebrachten Definition zu verwenden, wenn die *fusionsreizfreie* Ruhestellung gemessen wird, dagegen den neuen Ausdruck Winkelfehlsichtigkeit, wenn die *optometrische* Ruhestellung gemessen wird.

Damit sind die Begriffe Heterophorie und Winkelfehlsichtigkeit deutlich gegeneinander abgegrenzt. Sie sollten in Zukunft nicht mehr miteinander verwechselt und nicht synonym verwendet werden. Das Meßergebnis der MKH stellt nicht die Heterophorie dar, sondern die Winkelfehlsichtigkeit.

5 Zusammenfassung

Die vorstehenden Ausführungen zeigen, daß der neue Begriff Winkelfehlsichtigkeit (= associated phoria) zur klaren Abgrenzung gegenüber dem konventionellen Begriff Heterophorie (= dissociated phoria) notwendig ist.

Aus dieser fachlichen Abgrenzung folgt einerseits, daß die Heterophorie für optometrische Korrektionszwecke ohne Bedeutung ist und andererseits, daß für das Meßergebnis der MKH künftig nur der Ausdruck Winkelfehlsichtigkeit benutzt werden sollte.

Entsprechend den Heterophorie-Unterbegriffen Esophorie, Exophorie und Höhenphorie ergeben sich für die verschiedenen „Arten von Winkelfehlsichtigkeit“ die Unterbegriffe „Eso-WF“, „Exo-WF“ und „Höhen-WF“.

Stimmt die *optometrische* Vergenz-Ruhestellung mit der Orthostellung überein, dann besteht „keine Winkelfehlsichtigkeit“. Ob in solch einem Fall auch Orthophorie vorliegt, ist nicht sicher und für Korrektionszwecke uninteressant.

6 Verwendete Begriffe

Akkommodations-Ruhelage: Die unter vorgegebenen äußeren Umständen anstrengungsärmste Einstellung des Akkommodationsystems (Einstellung, bei welcher der geringste Energieumsatz vorliegt).

Akkommodations-Ruhelage, optometrische: Akkommodations-Ruhelage bei Anwesenheit von Sehreizen („im natürlichen Sehen“).

Akkommodations-Ruhelage, sehreizfreie: Akkommodations-Ruhelage bei Abwesenheit von Sehreizen („im leeren Raum“).

Ametropie: Zustand eines Auges, bei dem in der optometrischen Akkommodations-Ruhelage ein axialer Bildlagefehler vorhanden ist.

Bildlage (Kurzform für Netzhautbildlage): Lage des vom optischen System des Auges auf der Netzhaut erzeugten Bildes relativ zur Foveamitte.

Bildlage, bizentrale: Die Netzhautbilder eines Objektpunktes liegen gleichzeitig in der Foveamitte beider Augen.

Bildlagefehler: Abweichung der Lage des vom optischen System des Auges erzeugten Bildes von der richtigen Netzhautstelle.

Bildlagefehler, axialer: Das vom optischen System des Auges erzeugte Bild des Fixationsobjektes liegt vor oder hinter der Netzhaut.

Bildlagefehler, lateraler: Das vom optischen System des Auges erzeugte Bild des Fixationspunktes ist gegenüber der Foveamitte verschoben (nach rechts, links, oben, unten oder schräg).

Binokularsehen: Sehen bei gleichzeitiger beidäugiger Wahrnehmung.

Emmetropie: Zustand eines Auges, bei dem in der optometrischen Akkommodations-Ruhelage kein axialer Bildlagefehler vorhanden ist.

Fehlsichtigkeit: Sammelbegriff für binokulare Fehlsichtigkeit (Winkelfehlsichtigkeit) und monokulare Fehlsichtigkeit (Ametropie).

Fixierlinie (Kurzzeichen FL): Verbindungsgerade zwischen dem in der Foveamitte abgebildeten Objektpunkt und der Mitte der Eintrittspupille des Auges. Die Richtung der Fixierlinie beschreibt die Stellung des Auges im Raum.

Fusion: Gesamtheit aller motorischen und sensorischen Vorgänge, die zur Verschmelzung der Bildeindrücke beider Augen führen und sie aufrechterhalten.

Fusionsreiz: Von beidäugig wahrgenommenen Konturen ausgehender Reiz, der aufgrund hinreichend gleicher Bildeindrücke die Fusion anregt.

Fusionsreiz, zweckmäßiger: Für die Zwecke der WF-Bestimmung

geeigneter Fusionsreiz, der zu einem möglichst natürlichen Sehen führt.

Heterophorie: Zustand eines Augenpaares, bei dem die fusionsreizfreie Vergenz-Ruhestellung von der Orthostellung abweicht.

Hyperopie: Ametropie, bei welcher der Fernpunkt in endlicher Entfernung hinter dem Auge liegt.

Leerfeldmyopie: Unwillkürlich geänderte Einstellpunktrefraktion des Auges in Richtung Myopie beim Blick auf ein konturenloses Feld („bei Abwesenheit von Sehreizen“).

Monokularsehen: Sehen mit nur einem Auge.

Myopie: Ametropie, bei welcher der Fernpunkt in endlicher Entfernung vor dem Auge liegt.

Orthophorie: Zustand eines Augenpaares, bei dem fusionsreizfreie Vergenz-Ruhestellung und Orthostellung übereinstimmen.

Orthostellung: Vergenzstellung, bei der sich die Fixierlinien beider Augen im angeblickten Objektpunkt schneiden. In der Orthostellung wird der Fixationspunkt bizentral abgebildet.

Phoriebestimmung: Früher im Sinne von WF-Bestimmung benutzter Ausdruck.

Raumsehen: Wahrnehmung der Anordnung verschiedener Objekte im dreidimensionalen Raum. Diese Wahrnehmung gründet sich auf das Richtungssehen und das Tiefsehen.

Refraktionsbestimmung: Ermittlung der Fernpunktrefraktion eines Auges.

Richtungssehen: Wahrnehmung der Richtung, in der sich Objektpunkte relativ zur Bezugsblickrichtung des Beobachters befinden.

Sehen, natürliches: Sehen bei Anwesenheit von Sehreizen und Fusionsreizen in natürlicher Umgebung.

Sehorgan (= visuelles System): Funktionelle Einheit der am Sehvorgang beteiligten Organabschnitte.

Sehreiz: Von wahrgenommenen Konturen ausgehender Reiz, der das Akkommodationssystem zu einer Einstellung anregt, die zur Erkennung des angeblickten Objektes führen kann.

Sehreiz, zweckmäßiger: Für die Zwecke der Refraktionsbestimmung geeigneter Sehreiz, der zu einem möglichst scharfen Netzhautbild führt.

Stereopsis: Raumsehen ausschließlich aufgrund unterschiedlich querdisparater Abbildung von Objektpunkten.

Tiefsehen: Wahrnehmung der Entfernung, in der sich Objektpunkte vom Beobachter befinden.

Trenner-Verfahren: Methode der getrennten Objektdarbietung für beide Augen, die eine subjektiv gleichzeitige Wahrnehmung ermöglicht. Ein Trenner-Verfahren ist zur WF-Bestimmung erforderlich.

Trenner-Verfahren, simultanes: Trenner-Verfahren, bei dem die Objektdarbietung für beide Augen gleichzeitig erfolgt.

Vergenz-Ruhestellung: Die unter vorgegebenen äußeren Umständen anstrengungsärmste Vergenzstellung eines Augenpaares (Einstellung, bei welcher der geringste Energieumsatz vorliegt).

Vergenz-Ruhestellung, fusionsreizfreie: Ruhestellung bei Abwesenheit von Fusionsreizen („bei aufgehobenem Binokularsehen“).

Vergenz-Ruhestellung, optometrische: Ruhestellung bei Anwesenheit von Fusionsreizen („im natürlichen Sehen“).

Vergenzstellung: Winkel zwischen den Fixierlinien beider Augen.

Vollkorrektur: Vollständige Korrektur einer Fehlsichtigkeit.

Vollkorrektur, binokulare: Vollkorrektur von Winkelfehlsichtigkeit.

Vollkorrektur, komplette: Gemeinsames Vorhandensein von refraktiver und binokularer Vollkorrektur.

Vollkorrektur, monokulare: Vollkorrektur von Ametropie.

Vollkorrektur, refraktive: Gemeinsames Vorhandensein von monokularer Vollkorrektur für beide Augen.

WF-Bestimmung: Bestimmung von Winkelfehlsichtigkeit.

Winkelfehlsichtigkeit (Kurzzeichen WF): Zustand eines Augenpaares, bei dem in der optometrischen Vergenz-Ruhestellung ein lateraler Bildlagefehler vorhanden ist. Stimmt die optometrische Vergenz-Ruhestellung mit der Orthostellung überein, so liegt „keine Winkelfehlsichtigkeit“ vor.

7 Literatur

- [1] **Bielschowsky, A.:** *Methoden zur Untersuchung des binokularen Sehens und des Augenbewegungsapparates*, in Emil Abderdalden: Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden, Abt. V, Teil 6,1. Hälfte, Urban & Schwarzenberg, Berlin-Wien 1937.
- [2] **Bishop, Peter O.:** *Binocular vision*, in Adler's Physiology of the eye, The C.V. Mosby Company, Saint Louis, sixth edition 1975.
- [3] **Davies, Paul:** *Die Urkraft*, Rasch und Röhling Verlag, Hamburg 1987.
- [4] **DIN 5340:** *Begriffe der physiologischen Optik*, Beuth Verlag, Berlin, Oktober 1986.
- [5] **Emsley, H. H.:** *Visual Optics*, Hatton Press Ltd., London 1950.
- [6] **Goersch, Helmut:** *Die drei notwendigen Testarten zur vollständigen Heterophoriebestimmung*, Deutsche Optikerzeitung 11 (1987) 6 - 16.
- [7] **Goersch, Helmut:** *Was ist Winkelfehlsichtigkeit?*, Deutsche Optikerzeitung 12 (1993) 24 - 28.
- [8] **Goersch, Helmut:** *Was das mit der „Winkelfehlsichtigkeit“ soll*, Neues Optikerjournal 3 (1994) 12 - 14.
- [9] **Haase, Hans-Joachim:** *Zur Fixationsdisparation - Eine erweiterte Theorie und praktische Folgerungen*, Nachdruck der gleichnamigen Zeitschriftenserie von 1980 - 1984 mit einem Nachtrag *Stereo-Sehgleichgewicht* und einem Anhang *Ruhestellungsfehler mit sensorischen Anomalien*, Verlag Optische Fachveröffentlichung GmbH, Heidelberg 1995.
- [10] **Haase, H.-J. und andere:** *Binokulare Korrektur - Die Methodik und Theorie von H.-J. HAASE*, Eine Sammlung von zehn Arbeiten aus den Jahren 1957 - 1978, Verlag Willy Schrickel, Düsseldorf 1980.
- [11] **Haberich, F. J.:** *Sehen und Umwelt - das „visuelle Zeitalter“*, Deutsche Optikerzeitung 51 (1981) 6 - 21.
- [12] **Hess, Carl:** *Die Refraktion und Akkommodation des menschlichen Auges und ihre Anomalien*, in Graefe-Saemisch: Handbuch der Gesamten Augenheilkunde, Kapitel XII, Verlag von Wilhelm Engelmann, Leipzig, 3. Auflage 1910.
- [13] **Kaufmann, Herbert:** *Strabismus*, Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart, 2. neu bearbeitete und erweiterte Auflage 1995.
- [14] **Krüger, Karl-Ernst; Tost, Manfred F. W.; Ulrich, Cordula E.:** *Physiologische und methodische Grundlagen der Pleoptik und Orthoptik*, VEB Georg Thieme, Leipzig, 3., überarbeitete Auflage 1982.
- [15] **Lang, J.:** *Stellungsanomalien und Motilitätsstörungen*, in Axenfeld/Pau: Lehrbuch der Augenheilkunde, Verlag Gustav Fischer, Stuttgart, 13. Auflage 1992.
- [16] **Ogle, Kenneth N.; Martens, Theodore G.; Dyer, John A.:** *Oculomotor Imbalance in Binocular Vision and Fixation Disparity*, Lea & Febiger, Philadelphia 1967.
- [17] **Pickwell, David:** *Binocular Vision Anomalies - Investigation and Treatment*, Second edition, Butterworths, London 1989.
- [18] **Rüßmann, W.:** *Heterophorie*, in Herbert Kaufmann: *Strabismus*, Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart 1986.

Anschrift des Autors:

*Dr. Helmut Goersch,
Westhofener Weg 30,
14129 Berlin*