

Einführung in das Binokularsehen

Teil IV

(Fortsetzung aus Heft 4/1981)

Bei einer *Zyklophorie* oder einer *Zyktotropie* [2, Lfd. Nr. 41 und 42] handelt es sich nicht um einen Ruhestellungsfehler im Sinne der Definition 16, sondern um eine Abweichung der anstrengungsärmsten Zyklodivergenzstellung (Definition 4) von der parallelen Stellung der vertikalen Augenmeridiane.

Definition 19 Zykloruhestellungsfehler

Die vertikalen Meridiane beider Augen bilden in ihrer anstrengungsärmsten Zyklodivergenzstellung einen von Null Grad abweichenden Winkel miteinander.

In einem solchen Fall sind die Augen also auch bei korrekter Ausrichtung beider Fixierlinien (Orthostellung) in ihrer „Zyklodivergenz-Ruhestellung“ gegeneinander verrollt. Ist ein Zykloruhestellungsfehler latent, dann sorgen die im natürlichen Sehen vorhandenen Fusionsreize für Simultansehen mit Fusion, und es liegt eine „Zyklophorie“ vor.

Definition 20 Zyklodivergenz

Zykloruhestellungsfehler, bei dem durch Fusion normales binokulares Einfachsehen zustande kommt.

Ist ein Zykloruhestellungsfehler manifest, dann ist eine „Zyklodivergenz“ vorhanden.

Definition 21 Zyktotropie

Zykloruhestellungsfehler, bei dem kein normales binokulares Einfachsehen zustande kommt.

2.7 Phorien

Die verschiedenen Arten des im vorigen Abschnitt definierten Ruhestellungsfehlers *Heterophorie* werden zusammen mit dem binokularen Idealfall *Orthophorie* als Phorien bezeichnet [2, Lfd. Nr. 26]. In dem motorischen Idealfallzustand „Orthophorie“ befinden sich die Augen bei bifoveolärer Abbildung des Fixationspunktes (Orthostellung) im Muskelgleichgewicht.

Definition 22 Orthophorie

Die Vergenz-Ruhestellung der Augen stimmt mit der vorgegebenen Orthostellung überein (*bifoveoläres Sehen bei Muskelgleichgewicht*).

Die beiden Begriffe *Orthostellung* und *Orthophorie* dürfen in ihrer unterschiedlichen Bedeutung nicht miteinander verwechselt werden. Auf diesen bei Lernenden häufig anzutreffenden Gedankenfehler soll besonders aufmerksam gemacht werden. Befindet sich ein Augenpaar in der Orthostellung (Definition 5), dann ist die für ein *sensorisch ideales* Binokularsehen nötige bifoveoläre Abbildung des Fixationspunktes vorhanden. Damit ist jedoch nicht gesagt, daß gleichzeitig *motorisch ideales* Binokularsehen vorliegt: Orthostellung bedeutet noch nicht Orthophorie! Auch bei jeder voll motorisch kompensierten Heterophorie befinden sich die Augen in der Orthostellung. Erst wenn die Orthostellung zugleich die Ruhestellung des Augenpaares ist, herrscht der Idealfallzustand Orthophorie.

Um eine andere Verwechslung zu verhindern, soll an dieser Stelle auf den in [2, Lfd. Nr. 22] aufgeführten Begriff *Orthotropie* hingewiesen werden. „Orthotropie“ wird dort definiert als „Vergenzstellung, bei der sich die Fixierlinien beider Augen im angeblickten Objektpunkt schneiden“. Danach ist der dortige Begriff

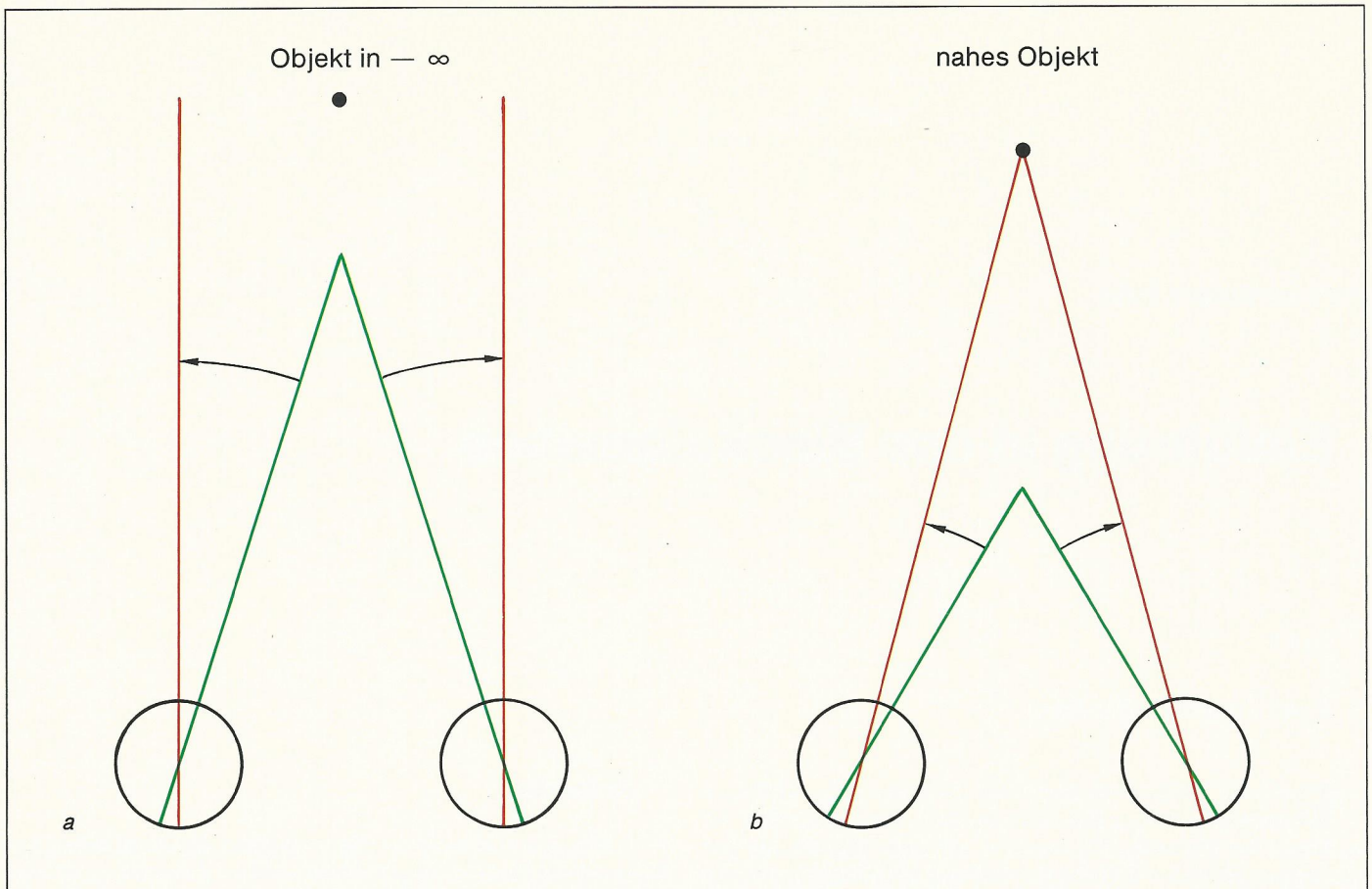


Abb. 19: Fusionaler Divergenzbedarf zur motorischen Kompensation einer
a) Fern-Esophorie } grün: Vergenz-Ruhestellung
b) Nah-Esophorie } rot: Orthostellung

Orthotropie mit dem hier verwendeten Begriff Orthostellung identisch und darf deshalb ebenfalls nicht mit Orthophorie verwechselt werden. Weiterhin findet sich die Bezeichnung „Orthoposition“ zur Kennzeichnung der „idealen Lage der Augen für das binokulare Einfachsehen“ [42, S. 109], so daß auch Orthoposition und Orthostellung identische Begriffe sind.

Um aus der Vergenz-Ruhestellung in die Orthostellung zu gelangen, muß ein heterophorisches Augenpaar eine entsprechende Vergenz aufbringen. Gemäß Definition 6 besteht ein „fusionaler Vergenzbedarf“.

Definition 23 Fusionaler Vergenzbedarf

Diejenige Vergenz, die ein (heterophorisches) Augenpaar von seiner Vergenz-Ruhestellung in die vorgegebene Orthostellung überführt.

Der fusionale Vergenzbedarf bei Heterophorie stellt eine zum bifoveolären Sehen notwendige motorische Fusion dar, wobei der Betrag des fusionalen Vergenzbedarfs stets gleich der Größe der Heterophorie ist. Hier liegt also der bereits in Abschnitt 2.4 erwähnte Fall vor, daß selbst beim Sehen in die Ferne ein Vergenzbedarf vorhanden ist.

Die Benennung der einzelnen Arten von Heterophorien gibt an, in welcher Richtung die Vergenz-Ruhestellung des betreffenden Augenpaares von der Orthostellung abweicht, wobei diese Benennungen gleichermaßen für Ferne und Nähe benutzt werden (gegebenenfalls mit dem Zusatz Fern- bzw. Nah-). Besitzen Ruhe-

stellung und Orthostellung unterschiedliche Horizontalkomponenten, so liegt eine „Horizontalphorie“ vor. Horizontalphorien werden in *Esophorien* und *Exophorien* eingeteilt. Bei einer „Esophorie“ weicht die Ruhestellung der Augen von der Orthostellung nach innen ab.

Definition 24 Esophorie

Die Vergenz-Ruhestellung der Augen weicht von der vorgegebenen Orthostellung nach innen ab.

Die Ruhestellung eines esophorischen Augenpaares ist also eine im mathematischen Sinne größere Horizontal-Vergenzstellung als die Orthostellung. Zum Übergang von der Ruhestellung in die Orthostellung besteht daher ein fusionaler *Divergenzbedarf* (siehe Abb. 12). Dieser fusionale Divergenzbedarf zur motorischen Kompensation einer Esophorie wird in Abb. 19 veranschaulicht.

Bei einer „Exophorie“ ist die Ruhestellung eine im mathematischen Sinne kleinere Horizontal-Vergenzstellung als die Orthostellung.

Definition 25 Exophorie

Die Vergenz-Ruhestellung der Augen weicht von der vorgegebenen Orthostellung nach außen ab.

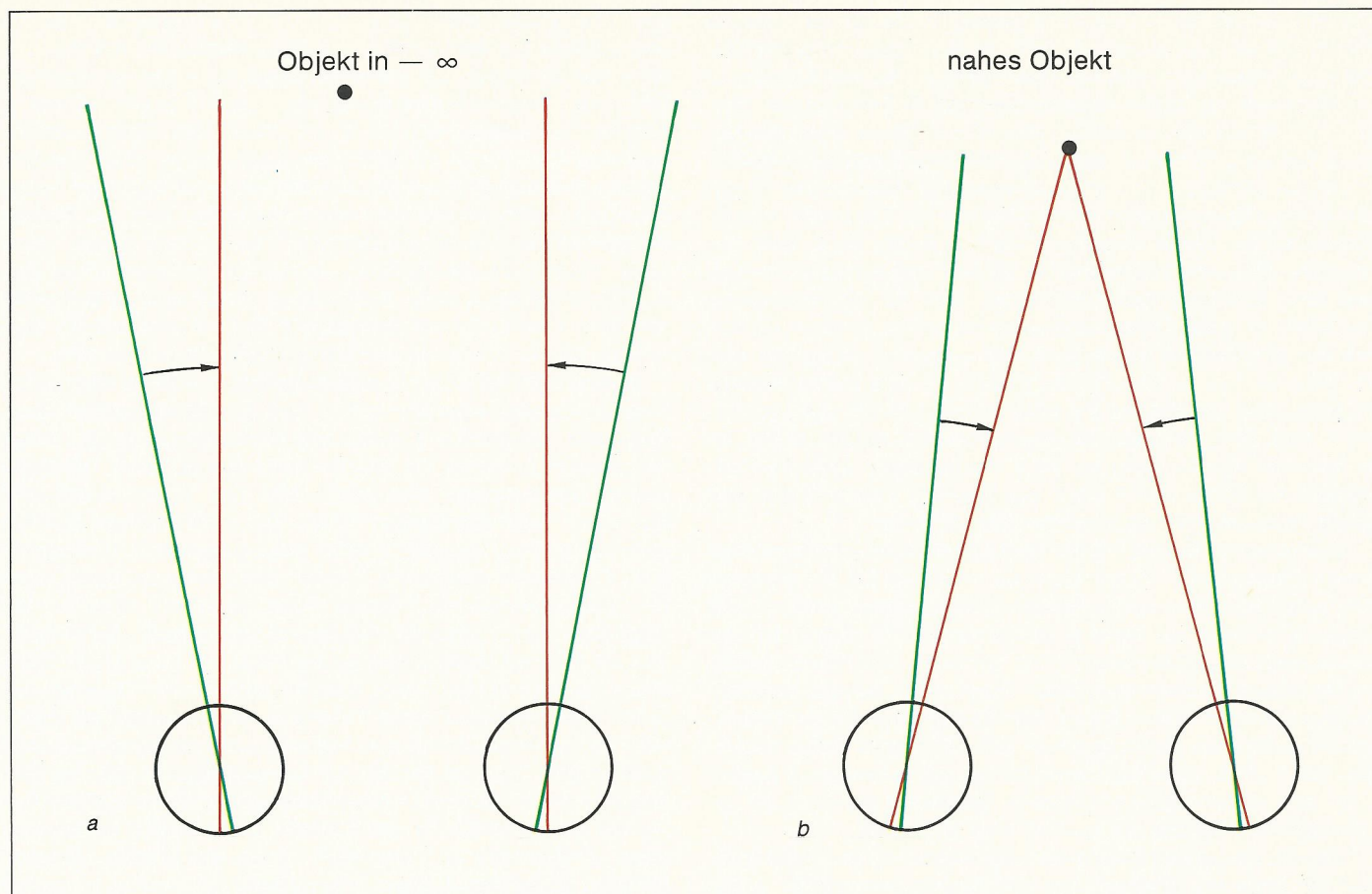


Abb. 20: Fusionaler Konvergenzbedarf zur motorischen Kompensation einer

a) Fern-Exophorie } grün: Vergenz-Ruhestellung
b) Nah-Exophorie } rot: Orthostellung

Ein exophorisches Augenpaar besitzt demnach einen fusionalen Konvergenzbedarf zur motorischen Kompensation seiner Heterophorie, was in Abb. 20 dargestellt ist.

Bei einer „Vertikalphorie“ (oder „Höhenphorie“) unterscheiden sich Vergenz-Ruhestellung der Augen und Orthostellung in ihrer Vertikalkomponente.

Definition 26 Vertikalphorie

Die Vergenz-Ruhestellung der Augen weicht von der vorgegebenen Orthostellung in der Vertikalen ab (Höhenphorie).

Die in Tab. 8 zusammengestellte weitere Unterteilung von Vertikalphorien erfolgt nach der Richtung der Fixierlinien bei Vergenz-Ruhestellung im Vergleich zur Orthostellung. In jedem Fall besteht ein entsprechender fusionaler Vertikalvergenzbedarf, um das Augenpaar in die Orthostellung zu bringen.

Eine Heterophorie, die sich mit der Blickrichtung ändert, wird als „Anisophorie“ [43, S. 559] oder als „inkommittierende“ Heterophorie [8, S. 145] bezeichnet. Die Größe von Heterophorien wird in der Maßeinheit cm/m angegeben (welche früher auch als Prismendioptrie bezeichnet wurde).

Außer reinen Esophorien, Exophorien und Vertikalphorien gibt es die Kombinationen Esophorie-Vertikalphorie und Exophorie-Vertikalphorie. Die Häufigkeit aller Arten von Heterophorien zusammen liegt bei ungefähr 75% [43, S. 529; 44, S. 33] (ähnlich wie die der Fehlsichtigkeiten [8, S. 65]), wobei die Literaturanga-

ben darüber zum Teil erheblich schwanken. Das ist jedoch nicht anders zu erwarten, denn statistische Aussagen dieser Art hängen sowohl von der jeweils verwendeten Meßmethode ab, als auch von der angenommenen Schwelle zum Idealzustand (in der Regel 0,5

Benennung	Abweichung d. Vergenz-Ruhestellung gegenüber der Orthostellung
positive Vertikalphorie, Hyperphorie R, Hypophorie L	Fixierlinie des rechten Auges nach oben und/oder Fixierlinie des linken Auges nach unten
negative Vertikalphorie, Hyperphorie L, Hypophorie R	Fixierlinie des linken Auges nach oben und/oder Fixierlinie des rechten Auges nach unten

Tab. 8: Vertikalphorien

Art der Heterophorie	nach BOSSHARD	nach GÜNTHERT	Mittelwerte	
Esophorie-Vertikalphorie	29,0%	38,5%	34%	75%
Exophorie-Vertikalphorie	27,5%	16,8%	22%	
Vertikalphorie	16,0%	22,1%	19%	
Esophorie	16,5%	17,5%	17%	25%
Exophorie	11,0%	5,1%	8%	

Tab. 9: Verteilung von Heterophorien (aus [45] und [46])

cm/m binokular und 0,25 dpt monokular). In der älteren Literatur finden sich kaum systematisch gewonnene Angaben über die Häufigkeit der einzelnen Arten von Heterophorien. Neuere Ergebnisse von BOSSHARD an 2000 Heterophorikern [45, S. 249] und von GÜNTHER an 5000 Heterophorikern [46] sind in Tab. 9 zusammengestellt. Daraus geht hervor, daß die Kombination Esophorie-Vertikalphorie am häufigsten auftritt; etwa jede dritte Heterophorie ist von dieser Art. Den geringsten Anteil stellt hier die Exophorie, was im Gegensatz zu älteren Angaben steht [44, S. 39; 45, S. 248]. Bei ungefähr 75% aller Heterophorien ist eine Höhenphorie beteiligt, und 25% sind reine Horizontalphorien. Wird für alle Augenpaare ein Anteil von 25% *Orthophorie* zugrunde gelegt, dann ergibt sich mit den Mittelwerten aus Tab. 9 eine ungefähre Verteilung aller Phorien, wie sie in Abb. 21 dargestellt ist. Die ausführlichsten Angaben über die Größen von Heterophorien finden sich bei GÜNTHER [46]. Etwa 78% aller Heterophorien sind danach *kleine* Heterophorien mit Beträgen bis zu 4 cm/m, knapp 20% besitzen *mittlere* Werte von über 4 cm/m bis 12 cm/m, und nur 2,4% sind *große* Heterophorien mit Beträgen über 12 cm/m.

Zur korrekten Ermittlung der Größe einer Heterophorie müssen zwei meßtechnische Voraussetzungen erfüllt werden. Erstens muß für beide Augen eine exakte Refraktionsbestimmung erfolgen, und zweitens müssen die refraktiv vollkorrigierenden Gläser bei der binokularen Augenglasbestimmung genau zu den Pupillenmitten beider Augen zentriert sein, damit keine binokular-prismatischen Nebenwirkungen dieser Gläser das Meßergebnis für die Heterophorie verfälschen (siehe Abschnitt 2.5). Sind diese Voraussetzungen nicht erfüllt, dann kann auch für ein orthophorisches Augenpaar eine scheinbare Heterophorie gemessen werden, die als „Pseudo-Heterophorie“ bezeichnet wird [8, S. 146].

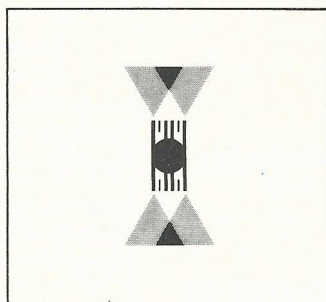
Bei der Erörterung prismatischer Korrekturen von Heterophorien ist zwischen *Meßmethode* und *Korrektionsregel* zu unterscheiden. Während die Meßmethode die Art einer Heterophorie

und ihre Größe liefert, leitet die Korrektionsregel aus diesem Meßergebnis die Stärke des Korrektionsprismas ab. Auf die kontroversen Ansichten zur korrekten Messung einer Heterophorie (also der Vergenz-Ruhestellung der Augen) wurde schon in Abschnitt 2.6 hingewiesen [35, S. 118; 39, S. 123]. Ebenso kontrovers sind noch immer die Meinungen über die Korrektionsbedürftigkeit von Heterophorien. Nur ihre Korrektionsfähigkeit wird wohl inzwischen mehrheitlich nicht mehr bestritten. Wird die Korrektionsbedürftigkeit einer bestimmten Heterophorie bejaht, dann bleibt immer noch der Streit um die richtige Korrektionsregel [35, S. 225], wobei es in erster Linie um die Frage einer Unterkorrektur oder einer Vollkorrektur geht [39, S. 213]. Hier soll die Auswirkung von Korrektionsprismen begrifflich erläutert werden.

In Abschnitt 2.5 wurde bereits dargelegt, in welcher Weise jede binokular-prismatische Wirkung in den Durchblickpunkten einer Brille eine entsprechend veränderte Orthostellung cc zur Folge hat. Danach erfordern Esophorien Korrektionsprismen mit Basis außen. Der fusionale Divergenzbedarf des Esophorikers wird durch den Konvergenzbedarf infolge der adduzierenden Prismen vermindert (Unterkorrektur) oder ganz aufgehoben (Vollkorrektur). Exophorien werden mit Prismen Basis innen korrigiert, positive Vertikalphorien mit Prismen Basis unten vor dem rechten Auge (bzw. Basis oben vor dem linken) und negative Vertikalphorien mit Prismen Basis oben vor dem rechten Auge (bzw. Basis unten vor dem linken). Jede *Unterkorrektur* einer Heterophorie beläßt dem Augenpaar einen fusionalen Vergenzbedarf cc, genau wie eine refraktive Unterkorrektur einen Akkommodationsbedarf cc übrig läßt. Dagegen besteht die Auswirkung prismatischer Brillengläser zur *Vollkorrektur* einer Heterophorie in der *völligen Aufhebung* des fusionalen Vergenzbedarfs. Dadurch wird der Idealzustand „*Orthophorie cc*“ hergestellt, genau wie refraktiv vollkorrigierende Gläser den Zustand „*Emmetropie cc*“ herstellen. An der Heterophorie selbst wird durch eine prismatische Korrektur

Binokulare Korrektur

Die Methodik und Theorie von H.-J. HAASE



Eine Sammlung von 10 Arbeiten aus den Jahren 1957-1978 folgender Autoren:

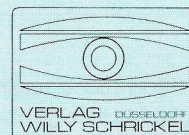
H.-J. HAASE
Oberstudienrat a.D. an der SFOF Berlin

Prof. Dr. G. FORST
Direktor der SFOF Berlin

Dr. med. D. PESTALOZZI
Augenarzt, Olten/Schweiz

Dr. H. GOERSCH
stellv. Direktor der SFOF Berlin

291 Seiten, über 100 Abbildungen, broschiert, Preis 53,- DM



Klever Str. 33
4000 Düsseldorf 30
Fernruf 0211 / 48 85 21

Postcheck-Konto-Köln
925 84-500 (BLZ 370 100 50)
Deutsche Bank Düsseldorf
3 942 836 (BLZ 300 700 10)

Das
Fachbuch
vom
Fachmann

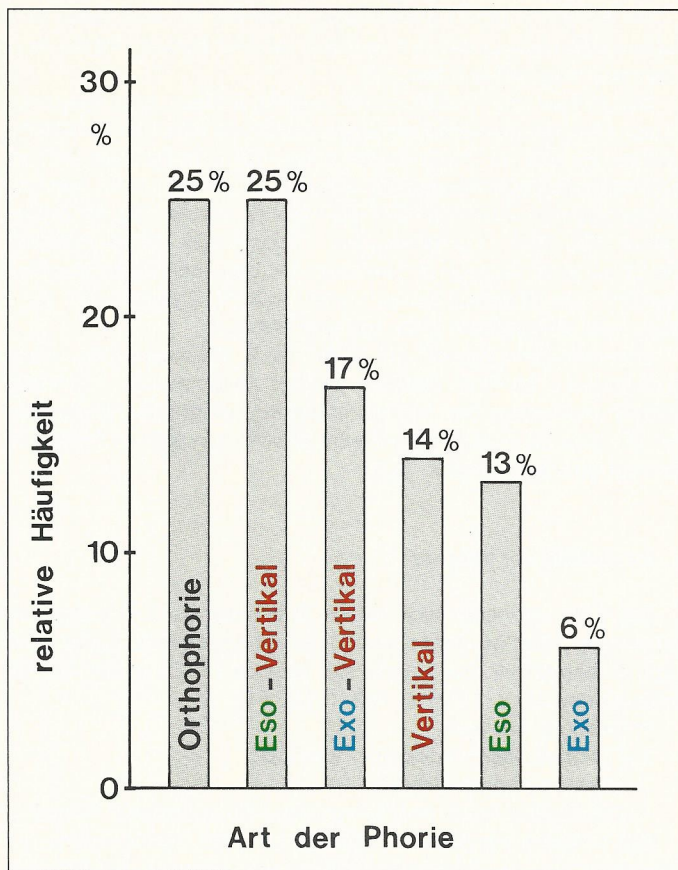


Abb. 21: Ungefähre Verteilung von Phorien

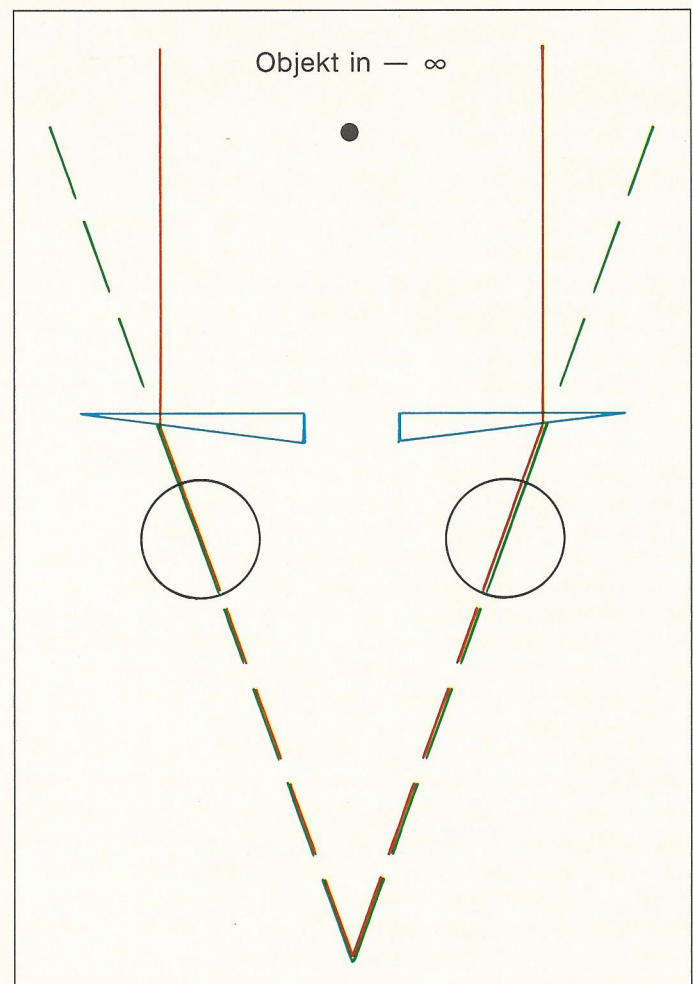


Abb. 22: Prismatische Vollkorrektur einer Exophorie (grün: Vergenz-Ruhestellung; rot: foveolär abbildende Hauptstrahlen, hinter den Prismen Orthostellung cc)

nichts geändert; die Vergenz-Ruhestellung der Augen wird dadurch ebenso wenig beeinflusst wie die Fehlsichtigkeit eines Auges durch refraktive Korrektionsgläser. Prismatische Brillengläser zur binokularen Vollkorrektur bieten den Augen lediglich diejenige Orthostellung cc, die ihrer Ruhestellung entspricht. Damit wird bifoveoläres Sehen bei Muskelgleichgewicht erreicht, was am Beispiel einer Exophorie in Abb. 22 dargestellt ist.

Von denjenigen, die eine Korrektur kleiner Heterophorien „ohne Beschwerden“ ablehnen, wird für diese Heterophorien gerne der Ausdruck *Normophorie* verwendet [41, S. 81], was nach GLASER auf einen Vorschlag von SACHSENWEGER zurückgeht [35, S. 66]. Der Begriff „Normophorie“ wurde von JONKERS et al. jedoch als Kennzeichnung dafür geprägt, „daß der normale fusionsfreie Stand für die Fernsicht eine Streuung mit der Spitze nach der esophoren Seite und für die Nahsicht eine Streuung mit der Spitze nach der exophoren Seite aufweist“ [47]. Damit sollte also offenbar klargestellt werden, daß Heterophorie der bei den meisten Augen anzutreffende Normalzustand ist. Deshalb sollte der Ausdruck Normophorie auch nur in diesem Sinne verwendet werden. Aus der Verteilung der Refraktionszustände akkommodationsloser Augen [48, S. 141] geht gleichermaßen hervor, daß Fehlsichtigkeit der Normalzustand ist, ohne daß heutzutage die Korrektur geringer Fehlsichtigkeiten „ohne Beschwerden“ (als *Normo-Ametropien*) abgelehnt würde. Vor über hundert Jahren wurde jedoch vielfach noch die Korrektur jeglicher Übersichtigkeiten abgelehnt [49, S. 239]. Analog zur refraktiven Vollkorrektur fordert H.-J. HAASE eine konsequente Vollkorrektur aller Heterophorien anhand der mit seiner Methodik ermittelten Meßwerte [39; 50], wohingegen neben anderen SACHSENWEGER ein solches Vorgehen ablehnt [51].

Als Gegensatz zur Normophorie (im Sinne einer *nicht* korrektionsbedürftigen Heterophorie) findet sich gelegentlich der Ausdruck „Pathophorie“ zur Kennzeichnung einer wegen entsprechender Beschwerden korrektionsbedürftigen Heterophorie [52].

Auch der Begriff Pathophorie sollte jedoch nur (wie es seinem wörtlichen Sinn entspricht) für tatsächlich pathologisch bedingte Heterophorien benutzt werden. Diese echten Pathophorien sind sicherlich ähnlich selten wie Fehlsichtigkeiten krankhafter Genese (*Patho-Ametropien*). Die Ursache einer normalen Heterophorie kann sowohl anatomischer als auch innervatorischer Natur sein. Für die Belange der Optometrie ist die Ursache einer nicht krankhaften Heterophorie ebenso gleichgültig wie die Ursache einer normalen Fehlsichtigkeit (Längen- oder Brechwertametropie). „Es bleibt dem einzelnen überlassen, ob er den anatomischen oder den nervösen Faktoren größere Bedeutung zuerkennen will“ [44, S. 35].

Für eine Beschwerden (engl.: symptoms) verursachende Heterophorie findet sich der Ausdruck *dekompensierte* Heterophorie [8, S. 136; 47; 53, S. 180] vielfach ohne Rücksicht darauf, ob der fusionale Vergenzbedarf dabei vollständig motorisch gedeckt wird oder nicht. Dementsprechend betont SACHSENWEGER, daß „Dekompensation ein klinischer und kein physikalisch-optischer Begriff“ sei [54, S. 169]. Bei dieser Festlegung wäre jedoch nicht meßtechnisch feststellbar, ob eine Heterophorie dekompensiert ist oder nicht. Außerdem hält WIESER „die Bezeichnung *Kompensation* oder *Dekompensation* anhand der Abwesenheit oder des Vorliegens von subjektiven Symptomen, wie Kopfschmerz, Asthenopie etc. für unklar und verwirrend“. Und er spricht „von einer kompensierten Heterophorie dann, wenn es dem Patienten gelingt, bifoveoläre Fixation aufrechtzuerhalten“ [55]. Deshalb soll hier der Begriff Dekompensation grundsätzlich physikalisch-optisch aufgefaßt und nur im Sinne einer „motorisch dekompensierten Heterophorie“

benutzt werden. Der nicht mehr motorisch kompensierter Anteil wird auf sensorischem Wege (mit Fixationsdisparation) ausgeglichen.

Definition 27 Dekompensierte Heterophorie

Nicht mehr voll motorisch kompensierter Stellungsfehler, bei dem normales binokulares Einfachsehen durch Fixationsdisparation aufrechterhalten wird.

Bei einer dekompenzierten Heterophorie weicht die Arbeitsstellung von der Orthostellung in Richtung auf die Ruhestellung hin ab, und eine solche Abweichung kann meßtechnisch überprüft werden. Damit ist für jede Heterophorie die Frage nach einer eventuellen Dekompensation im Sinne der Definition 27 mit einer geeigneten Meßmethodik zu beantworten [39]. Unabhängig davon, ob Beschwerden vorhanden sind oder nicht, wird bei einer dekompenzierten Heterophorie der Unterschied zwischen Arbeits- und Orthostellung auf sensorischem Wege (durch Fixationsdisparation) überbrückt bzw. „kompensiert“. Beim binokularen Einfachsehen mit Fixationsdisparation liegt zwar *normales*, aber kein sensorisch *ideales* Binokularsehen vor. Die damit verbundenen Sehstörungen sind in [56] zusammengestellt. Hier wird im Kapitel über die Sensorik des Binokularsehens auf die Fixationsdisparation näher eingegangen werden.

In Abschnitt 2.6 wurde die Heterophorie als *latenter* Ruhestellungsfehler erklärt, weil die Existenz des Stellungsfehlers (wegen des vorhandenen normalen binokularen Einfachsehens) erst durch geeignete Meßverfahren festgestellt werden kann. Daher mag der auch von SACHSENWEGER benutzte Ausdruck *latente Heterophorie* [51, S. 649] im ersten Moment als Tautologie erscheinen. Dieser Begriff ist jedoch sinnvoll, und es ist zwischen *motorisch* und *sensorisch* latenten Heterophorien zu unterscheiden. Durch andauernde motorische Kompensation einer Heterophorie kann es (genau wie bei unkorrigierter Fehlsichtigkeit) zu einem Tonus kommen, durch dessen Wirkung die bei einer Binokularprüfung erwünschte völlige Entspannung der Augen bis zu ihrer physiologischen Ruhestellung verhindert wird [39, S. 149; 55]. Der Heterophoriemeßwert ist dann kleiner als die Heterophorie, da der Tonus einen Teil der Heterophorie *motorisch* latent hält.

Definition 28 Motorisch latente Heterophorie

Von einem Fusionstonus latent gehaltener Anteil einer Heterophorie, durch den der Heterophoriemeßwert kleiner ausfällt als der wahre Betrag der Heterophorie.

Vergleichbare Fälle sind jedem Refraktionisten von der Erstkorrektur einer Fehlsichtigkeit (insbesondere Übersichtigkeit) her vertraut. Motorisch latente Heterophorien finden sich hauptsächlich unter den Esophorien [46; 55].

Bei einer *sensorisch* latenten Heterophorie handelt es sich um eine Abweichung der Augen von der Orthostellung, die jedoch durch konventionelle (d. h. zentral dissoziierende) Meßverfahren nicht festgestellt werden kann [39, S. 183]. Hierbei liegt eine besondere Art von Fixationsdisparation (mit Korrespondenzverschiebung) vor, auf die ebenfalls im Kapitel über die Sensorik eingegangen wird.

Definition 29 Sensorisch latente Heterophorie

Durch Fixationsdisparation zweiter Art sensorisch kompensierter Anteil einer Heterophorie, der nur mit geeigneter Meßmethodik zu erfassen ist.

Sensorisch latente Heterophorien kommen bei allen Arten von Heterophorie häufig vor und müssen zur bifoveolären Vollkorrektur stets miteingefasst werden [39].

Bei *Zyklophorie* (Definition 20) besteht ein fusionaler Zyklovergenzbedarf, um die vertikalen Augenmeridiane einander parallel zu stellen. Da sich die Augen auch ohne fusionale Zyklovergenz in der Orthostellung (Definition 5) befinden, ist es nicht ganz korrekt, die Zyklophorie unter dem Begriff Phorie [2, Lfd. Nr. 26] mit aufzuführen [57]. Eine Unterteilung der Zyklophorien erfolgt entsprechend der anstrengungsärmsten Zyklovergenzstellung in „Inzyklophorien“ und „Exzyklophorien“ (siehe Tab. 7). Zyklophorien können durch Brillengläser nicht korrigiert werden.

„Pseudo-Zyklophorien“ [35, S. 87; 44, S. 43] sind keine echten Zyklophorien, sondern beruhen auf der astigmatischen Wirkung korrekt bestimmter und richtig zentrierter zylindrischer Brillengläser. Sie sind durch geeignete Meßmethoden von echten Zyklophorien gut zu unterscheiden [50].

2.8 Anteile der Vergenz

Die zum normalen binokularen Einfachsehen (bei beliebiger Entfernung des Fixationspunktes) aufzubringende Vergenz wird nach BURIAN [36, S. 90] bereits seit MADDOX (1893) in vier Anteile aufgegliedert [4, S. 81; 8, S. 153; 35, S. 51]:

1. Tonische Vergenz,
2. Fusionale (auch fusionelle) Vergenz,
3. Akkommodative Vergenz,
4. Psychische (auch psychologische oder proximale) Vergenz.

Die tonische Vergenz ist diejenige Vergenz, durch welche ein Augenpaar von der BELL'schen Schlafruhestellung in die Vergenz-Fernhellruhestellung (Definition 14) überführt wird. Da nur die Fernhellruhestellung der Augen interessiert, ist die tonische Vergenz selbst optometrisch bedeutungslos. Eine motorisch latente Heterophorie sollte keinesfalls als Veränderung der tonischen Vergenz aufgefaßt werden, da dies dem Vorhandensein *einer* individuellen Fernhellruhestellung widerspräche. Durch einen Fusionstonus wird die physiologische Ruhestellung lediglich verborgen gehalten.

Stimmt die Ruhestellung nicht mit der beim normalen binokularen Einfachsehen eingenommenen Arbeitsstellung der Augen überein, so erfolgte der Übergang zwischen beiden Vergenzstellungen durch „fusionale Vergenz“.

Definition 30 Fusionale Vergenz

Diejenige Vergenz, die ein (heterophorisches) Augenpaar von seiner Hellruhestellung in eine Arbeitsstellung überführt.

Hier soll wieder auf einen bei Lernenden häufig anzutreffenden Gedankenfehler aufmerksam gemacht werden: fusionaler Vergenzbedarf (Definition 23) und fusionale Vergenz (Definition 30) sind zwei unterschiedliche Begriffe! Nur bei voller motorischer Kompensation einer Heterophorie ist die fusionale Vergenz gleich dem fusionalen Vergenzbedarf und bringt die Augen bis in die Orthostellung. Bei dekompenzierter Heterophorie (Definition 27) ist die fusionale Vergenz kleiner als der fusionale Vergenzbedarf, und die Differenz wird sensorisch (mit Fixationsdisparation) „kompensiert“. Die Arbeitsstellung ist also nur dann gleich der Orthostellung, wenn entweder gar kein fusionaler Vergenzbedarf vorliegt (Orthophorie), oder eine Heterophorie durch fusionale Vergenz vollständig motorisch kompensiert wird (bifoveoläres Sehen).

Akkommodation und Vergenz eines Augenpaares sind individuell mehr oder weniger stark miteinander gekoppelt. Diese Kopplung wird im Kapitel 3 näher betrachtet werden. Die mit einer bestimmten Akkommodation verknüpfte Vergenz wird als „akkommodative Vergenz“ bezeichnet.

Definition 31 Akkommodative Vergenz

Diejenige Vergenz, die mit einem Akkommodationsaufwand der Augen gekoppelt ist.

Da es sich bei der akkommodativen Vergenz um eine Konvergenz handelt, wird dadurch die horizontale Vergenzstellung (in mathematischem Sinne) vergrößert (siehe Abb. 12). Eine negative Akkommodation zieht keine Divergenz nach sich.

Betrachtet ein Augenpaar ein reales nahes Objekt, dann wird durch das sogenannte „Bewußtsein der Nähe“ [36, S. 100] eine Konvergenz bewirkt, die als „psychische Vergenz“ ebenso wie als psychologische oder auch proximale Vergenz bezeichnet wird.

Definition 32 Psychische Vergenz

Diejenige Konvergenz, die vom Bewußtsein der Nähe ausgelöst wird (proximale Vergenz).

Diese psychische Vergenz ist auch als Apparatekonvergenz bekannt und kann bei bestimmten binokularen Meßeinrichtungen das gesuchte Ergebnis in Richtung größerer Horizontal-Vergenzstellungen verfälschen.

Bei der Betrachtung eines nahen Objektes führen akkommodative und psychische Vergenz ein Augenpaar aus seiner Fernruhestellung in die zugehörige Nahruhestellung. Aufgrund der unterschiedlichen Entfernungen naher Objekte gibt es neben der Fernruhestellung beliebig viele Nahruhestellungen. Zu jeder Objektentfernung (bzw. zu jedem Akkommodationszustand [3, Lfd. Nr. 19]) gehört eine „Nahruhestellung“.

Definition 33 Nahruhestellung

Eine der Vergenz-Ruhestellungen, die sich aufgrund der gemeinsamen Wirkungen von akkommodativer und psychischer Vergenz ergeben.

Fällt die erreichte Nahruhestellung nicht mit der durch die Objektlage bestimmten Nah-Orthostellung zusammen, dann sind akkommodative und psychische Vergenz zusammen kleiner oder größer als der Konvergenzbedarf (Definition 7 und Formel 1). In diesem Fall besteht eine Nahheterophorie, und es ist ein entsprechender fusionaler Vergenzbedarf vorhanden. Sämtliche Phoriebegriffe gelten also gleichermaßen für das Sehen in die Nähe.

Der Einfluß von Prismen auf die Orthostellung und damit auf den fusionalen Vergenzbedarf wurde in den Abschnitten 2.5 und 2.7 erläutert. Auf dem Wege über den fusionalen Vergenzbedarf ergeben sich in der Regel auch Auswirkungen auf die fusionale Vergenz. Um diesen Einfluß binokular-prismatischer Wirkungen in den Durchblickpunkten einer Brille (oder anderer optischer Systeme) auf die Vergenzstellung eines Augenpaares zu beschreiben, findet sich in [2, Lfd. Nr. 37] der Ausdruck „Vergenzserfolg“, der dort definiert wird als „scheinbare Vergenzstellung bei Verwendung optischer Hilfsmittel“. Da der Begriff Vergenzstellung zur Kennzeichnung der gegenseitigen Lage der Augen anhand der Richtungen der Fixierlinien festgelegt ist (Definition 3), und da die Fixierlinien gleich den zwischen Brille und Augen verlaufenden Hauptstrahlen der beiden foveolär abbildenden Bündel sind (siehe Abschnitt 1.4), handelt es sich bei dieser „scheinbaren“ Vergenzstellung um den Winkel zwischen den objektseitigen Hauptstrahlen der für beide Augen foveolär abbildenden Strahlenbündel. Im Beispiel der Abb. 22 ist das der parallele Teil der rot gezeichneten Strahlen. Hier wird der Ausdruck Vergenzserfolg jedoch nicht

benutzt, da bei prismatischer Vollkorrektur gar keine fusionale Vergenz aufgewendet wird.

Weiterhin wird gelegentlich der Ausdruck „Vergenzaufwand“ im Sinne der von den Augen eingenommenen „wahren“ Vergenzstellung benutzt. In diesem Sinne ist er jedoch überflüssig. Außerdem müßte er korrekt (analog zum Begriff Akkommodationsaufwand [1, Lfd. Nr. 29]) als von der Ruhestellung aus gerechnete Vergenz betrachtet werden und wäre damit nichts anderes als die Summe von akkommodativer, psychischer und fusionaler Vergenz. Auch der Ausdruck Vergenzaufwand wird hier nicht benutzt.

(Wird fortgesetzt)

Literaturhinweise

- [1] DIN 58 208
„Begriffe und Zeichen bei Brillengläsern in Verbindung mit dem menschlichen Auge“ Teil 3 „Auge“ (September 1978) (Erste Ausgabe April 1972)
- [2] DIN 58 208
„Begriffe und Zeichen bei Brillengläsern in Verbindung mit dem menschlichen Auge“ Teil 5 „Binokulares System Auge — Brille“ (Entwurf August 1978)
- [3] DIN 5340
„Begriffe der physiologischen Optik“ (Entwurf Februar 1979)
- [4] „Handbuch für Augenoptik“
Herausgeb. Carl Zeiss, Oberkochen (1977)
- [8] HEINZ DIEPES
„Refraktionsbestimmung“ Verlag Heinz Postenrieder, Pforzheim (2. Auflage 1975)
- [35] THEO GLASER
„Die Phorien“ VEB Verlag Technik Berlin (1969)
- [36] BURIAN — VON NOORDEN'S
„Binocular vision and ocular motility“ The C. V. Mosby Company, St. Louis (Second Edition, 1980)
- [39] H.-J. HAASE/G. FORST/D. PESTALOZZI/H. GOERSCH
„Binokulare Korrektur“ (Eine Sammlung von zehn Arbeiten aus den Jahren 1957—1978). Verlag Willy Schrickel, Düsseldorf (1980)
- [41] W. DODEN
„Stellungsanomalien und Motilitätsstörungen“ in Th. Axenfeld/H. Pau, Lehrbuch und Atlas der Augenheilkunde“ Gustav Fischer Verlag, Stuttgart (1980)
- [42] HANS BREDEMEYER/KATHLEEN BULLOCK
„Orthoptik“ Walter de Gruyter, Berlin — New York (1978)
- [43] STEWART DUKE-ELDER (Herausgeb.)
„System of Ophthalmology“ Vol VI „Ocular Motility and Strabismus“ Henry Kimpton, London (1973)
- [44] PAUL A. JAENSCH
„Diagnose und Therapie des Schielens“ Bücherei des Augenarztes 24. Heft, Ferdinand Enke Verlag Stuttgart (1956)
- [45] JÖRG TROTTER
„Das Auge“ Optik — Verlag Solothurn (2. Auflage, 1967)
- [46] KURT GÜNTHER
„Heterophorien im Spiegel der Statistik“ der Augenoptiker 12 (1980) 8—15
- [47] G. H. JONKERS, J. VADER und H. J. WELL
„Ergebnisse der orthoptischen Behandlung von dekompenzierten Phorien“ Klin. Mbl. Augenheilk. 136 (1960) 449—459
- [48] KARL MÜTZE/B. NEHLING/J. REUTTER
„Brillenglasbestimmung“ Verlag für Augenheilkunde und Optik, Zürich (2. Auflage, 1970)
- [49] F. C. DONNERS
„Die Anomalien der Refraction und Accommodation des Auges“ Wilhelm Braumüller, Wien (1866)
- [50] HELMUT GOERSCH
„Die Entwicklung der binokularen Meß- und Korrektionsmethodik von H.-J. HAASE“
der Augenoptiker 10 (1980) 6—13
- [51] R. SACHSENWEGER
„Das Binokularsehen bei der Brillenbestimmung“ in HANS SAUTTER (Herausgeb.) „Entwicklung und Fortschritte in der Augenheilkunde“ Ferdinand Enke Verlag (1963) S. 643—660
- [52] MAX EISFELD und FRIEDRICH MEHLHOSE
„Der Wandel in der Brillenversorgung“ (III)
Der Augenarzt 6 (1975) 339—344
- [53] T. K. LYLE und S. JACKSON
„Praktische Orthoptik in der Behandlung des Schielens“ Verlag Urban & Schwarzenberg, München — Berlin — Wien (1957)
- [54] RUDOLF SACHSENWEGER
„Das Sehgleichgewicht und der binokulare Abgleich“ (Teil II und III) in Augenärztliche Fortbildung Band 2 Teil 2, Verlag Urban & Schwarzenberg, Berlin — München — Wien (1974) S. 169—208
- [55] D. WIESER
„Versuch einer Synopsis der Binokularstörungen bei intermittierenden Schielformen und großwinkligen Heterophorien“ Arbeitskreis Schielbehandlung im Berufsverband der Augenärzte Deutschlands e. V. Band 11 (1979) 47—67
- [56] HELMUT GOERSCH
„Dekompenzierte Heterophorien und ihre Auswirkungen auf das Sehen“ der Augenoptiker 5 (1978) 13—23
- [57] HEINZ DIEPES
„Binokulare Begriffe in der Normung“ DOZ 8 (1980) 11—17