DR. HELMUT GOERSCH, Berlin

Einführung in das Binokularsehen

Teil VI (Fortsetzung aus Heft 10/1981)

3.3 Akkommodation-Vergenz-Diagramm

Haben die beiden Partner Akkommodation und Vergenz ihre Aufgaben optimal erfüllt, so wird das binokular angeblickte Objekt scharf und bifoveolär auf den Netzhäuten beider Augen abgebildet. Bei einem rechtsichtigen Augenpaar ist dann der Akkommodationserfolg gleich dem Akkommodationsbedarf (vom vorderen Augenhauptpunkt aus gemessene Objektentfernung in dpt), und die Augen sind in der Orthostellung. Diese ist bei (unendlich) fernem Objekt stets die Parallelstellung, während bei nahen Objekten zu jeder Objektentfernung eine vom Pupillenabstand abhängige Konvergenzstellung gemäß Formel 1 gehört (siehe Abschnitt 2.4). Zusammengehörige Werte von Akkommodationsbedarf und Vergenzbedarf für das freie Sehen bilden einen „Donderspunkt" oder „freien Orthopunkt".

> *Definition 53* **Donderspunkt**
> Wertepaar von Akkommodationsbedarf (bei Emmetropie oder vollkorrigierter Ametropie) und freiem Konvergenzbedarf für scharfes Sehen in einer Orthostellung (*freier Orthopunkt*).

In der Optometrie ist es üblich, Orthopunkte in einem „Akkommodation-Vergenz-Diagramm" graphisch darzustellen. Dazu dient ein rechtwinkliges Koordinatensystem, in welchem der Akkommodationsbedarf die Ordinate und der Vergenzbedarf die Abszisse bilden. Die Verbindung der zu einem bestimmten Pupillenabstand gehörigen freien Orthopunkte liefert die „Donderslinie" [2, Lfd. Nr. 9], auch Reizlinie [78] (*demand line* [79]) oder freie Ortholinie genannt.

> *Definition 54* **Donderslinie**
> Verbindungslinie der für einen vorgegebenen Pupillenabstand berechneten freien Orthopunkte (*freie Ortholinie*).

Die Donderslinie wird dann eine Gerade, wenn die Objektentfernung von den optischen Augendrehpunkten aus gerechnet wird (siehe Abb. 15). Alle Strecken zur Kennzeichnung von akkommodativen Einstellungen eines Auges rechnen aber vom vorderen Augenhauptpunkt aus (siehe Tab. 3). Da es hier hauptsächlich um die Erläuterung von Begriffen geht, soll dieser Unterschied vernachlässigt werden, zumal er ohnehin erst oberhalb von etwa 3 dpt merklich wird. Würde er berücksichtigt, ergäbe sich eine leicht gebogene Ortholinie [8, S. 460].

Das Akkommodation-Vergenz-Diagramm der Abb. 24 zeigt, daß in der gebräuchlichen Darstellungsweise ein kleinerer Pupillenabstand zu einer steileren Donderslinie führt, da die Steigung der Geraden durch den Kehrwert des Pupillenabstandes bestimmt ist ($A = \frac{1}{p} \cdot K$ als Umstellung von Formel 1). Allerdings ist auch die Verwendung vertauschter Koordinaten empfohlen worden [78; 80]. Die Namensgebung weist darauf hin, daß derartige Darstellungen auf DONDERS zurückgehen, und Abb. 25 zeigt ein Original-Diagramm von DONDERS [49, S. 94]. Darin ist kk' die Donderslinie, und im natürlichen Sehen stellen sich die Augen im Idealfall auf einen Orthopunkt dieser Linie ein. Der Fernpunkt des rechtsichtigen Augenpaares liefert den Ursprung des Koordinatensystems (r in Abb. 25), und derjenige Orthopunkt, der dem im binokularen Sehen ermittelten Nahpunkt entspricht, ist als p_2 eingezeichnet.

Abb. 24: Darstellung von Donderslinien für zwei Pupillenabstände p im Akkommodation-Vergenz-Diagramm.

Abb. 25: Original-Diagramm von DONDERS [49, S. 9] für ein rechtsichtiges Augenpaar mit einem Pupillenabstand von 28½''' (= 64,3 mm). 1 Pariser Fuß = 0,325 m. 1 Fuß (') = 12 Zoll ('') = 144 Linien (''') [81, S. 428]. kk': freie Ortholinie; rr_1p: Fernpunktlinie; p_1p_2p: Nahpunktlinie.

Abb. 26: Verschiebung der Orthopunkte im Akkommodation-Vergenz-Diagramm durch sphärische Gläser. D: Donderslinie für p = 60 mm; 0^-, 0^+: Ortholinien bei Addition von − 1,0 dpt bzw. + 1,0 dpt.

Die Annäherung eines realen Objektes im Binokularsehen bedeutet ein Durchlaufen der Donderslinie von r bis p_2.

Die Augen können jedoch auch bei unveränderter Objektentfernung einem durch beidseitiges Vorsetzen von gleichen sphärischen Gläsern veränderten Akkommodationsbedarf folgen. Dieser Vorgang heißt „relative Akkommodation" [2, Lfd. Nr. 1].

Definition 55 **Relative Akkommodation**
Durch sphärische Gläser erzwungene Änderung des Akkommodationserfolges bei konstantem Vergenzbedarf und unverändert scharfem binokularen Einfachsehen.

Durch einen Vorsatz von gleichstarken sphärischen Minusgläsern vor beide Augen wird der Orthopunkt vom Donderspunkt aus nach oben verschoben, durch Plusgläser nach unten. Durch Minusgläser wird also der durch einen freien Orthopunkt gekennzeichnete Akkommodationsbedarf vergrößert und durch Plusgläser verringert. Folgt das Augenpaar diesem veränderten Akkommodationsbedarf, so spricht bereits Donders von *positiver* und *negativer* relativer Akkommodation [49, S. 96].

Definition 56 **Positive relative Akkommodation**
Durch sphärische Minusgläser erzwungene relative Akkommodation.

Definition 57 **Negative relative Akkommodation**
Durch sphärische Plusgläser erzwungene relative Akkommodation.

Die bei *maximaler* positiver und negativer relativer Akkommodation erreichten Akkommodationsentfernungen sind in Abb. 25 als Linie der relativen (binokularen) Nahpunkte p_1p_2p und als Linie der relativen (binokularen) Fernpunkte rr_1r_1 eingezeichnet. Die vertikalen Strecken zwischen den relativen Nahpunkten und Fernpunkten stellen die jeweilige „relative Akkommodationsbreite" dar [49, S. 96; 82, S. 444]. Wie aus Abb. 25 ersichtlich, ist die relative Akkommodationsbreite von der Vergenzstellung abhängig.

Definition 58 **Relative Akkommodationsbreite**
Summe der Beträge von maximaler positiver und maximaler negativer Akkommodation für eine vorgegebene Vergenzstellung.

Diese (binokulare) relative Akkommodationsbreite ist kleiner als die (absolute) Akkommodationsbreite im Monokularsehen (maximaler Akkommodationserfolg, siehe Tab. 3).

Wie bereits betont, gilt die Donderslinie für refraktive Vollkorrektion (freie Ortholinie). Ist keine refraktive (Fern-)Vollkorrektion gegeben, so weichen die Orthopunkte von der Donderslinie ab, und diese neuen Orthopunkte bilden eine neue Ortholinie. Abb. 26 zeigt zwei Beispiele für die neue Lage der Orthopunkte bei Zusatz sphärischer Gläser zur refraktiven Vollkorrektion. Dabei gilt die obere Ortholinie zum Beispiel für ein übersichtiges Augenpaar bei Unterkorrektion um 1 dpt und die untere Ortholinie für eine Nahbrille mit einem Nahzusatz von 1 dpt.

Genau genommen ist die bisherige Darstellung der Donderslinie als Gerade (auch bei Messung der Objektentfernung von den optischen Augendrehpunkten aus) nur für Augenpaare ohne Brille richtig, denn eine völlig korrekte Darstellung der Ortholinie eines Augenpaares mit Brille muß die binokular-prismatischen Wirkungen in den jeweiligen Durchblickpunkten der Gläser berücksichtigen. Diese Wirkungen sind umso stärker, je größer der Betrag des Brechwertes der sphärischen Gläser ist. Auch bei torischen Gläsern kommt es nur auf die horizontal-prismatische Wirkung an. Da die Zentrierung der Gläser vor den Augen den Vergenzbedarf ebenfalls beeinflußt, soll angenommen werden, daß die Gläser (mit ihren optischen Mitten) auf den Pupillenabstand der Augen zentriert sind. Dann ist beim Blick geradeaus in die Ferne (Parallelstellung) keine binokular-prismatische Wirkung vorhanden, die Ortholinie geht also durch den Nullpunkt des Akkommodation-Vergenz-Diagramms, und beim Blick in die Nähe hängt die jeweilige prismatische Nebenwirkung der Gläser ab von: 1. der Gläserstärke, 2.

Abb. 27: Donderslinie D und Ortholinien 0_{cc} bei refraktiver Vollkorrektion mit auf den Pupillenabstand p = 65 mm zentrierten Brillengläsern des Scheitelbrechwertes S' = − 10 dpt bzw. S' = + 10 dpt im Hornhaut-Scheitelabstand e = 12 mm.

dem Pupillenabstand und 3. dem Hornhaut-Scheitelabstand der Gläser [33]. Abb. 27 zeigt, wie für sphärische Plus- und Minusbrillen die Ortholinien cc von der Donderslinie abweichen. Diese brillenglasbedingten Einflüsse auf den Vergenzbedarf sollen bei den weiteren Darstellungen jedoch unberücksichtigt bleiben.

Die bisherigen Erörterungen galten für orthophorische Augen, denn ein heterophorisches Augenpaar kann nur mit fusionaler Vergenz zum Orthopunkt gelangen. Deshalb ist es üblich, die zu jedem Akkommodationszustand gehörige Vergenz-Ruhestellung (also die jeweilige Vergenzstellung ohne fusionale Vergenz) als „Phoriepunkt" in das Diagramm einzutragen.

Definition 59 **Phoriepunkt**
Wertepaar von Akkommodationsbedarf (bei Emmetropie oder vollkorrigierter Ametropie) und Vergenz-Ruhestellung.

Die Gesamtheit aller Phoriepunkte liefert die „Phorielinie" [2, Lfd. Nr. 27].

Definition 60 Phorielinie
Verbindungslinie der für verschiedene Objektentfernungen gemessenen Phoriepunkte.

Diese Phorielinie wird in [19, S. 28] fälschlicherweise als Donders'sche Linie bezeichnet, beide Linien fallen jedoch nur bei Orthophorie zusammen. Abb. 28 zeigt drei Beispiele für gerade Phorielinien im Vergleich mit der zugehörigen Donderslinie. Wenn sich die Phorie bei Verringerung der Objektentfernung ungleichmäßig ändert, ergibt sich eine gebogene Phorielinie. Für jeden Akkommodationsbedarf zeigt der horizontale Pfeil vom Phoriepunkt zum Orthopunkt den fusionalen Vergenzbedarf nach Betrag und Richtung an, nämlich fusionaler Divergenzbedarf bei Esophorie (Pfeil nach links) und fusionaler Konvergenzbedarf bei Exophorie (Pfeil nach rechts). Vertikalphorien können in diesen Diagrammen nicht dargestellt werden. Dadurch ist deren praktische Brauchbarkeit sicherlich eingeschränkt, denn die Mehrzahl aller Heterophorien besitzt eine Höhenkomponente (vgl. Abschnitt 2.7). Trotzdem haben die Diagramme einen hohen didaktischen Wert durch die anschauliche Darstellung der Verknüpfung von Akkommodation und Vergenz.

3.4 Phorielinie und ACA-Quotient

Da die akkommodative und psychische Vergenz zu den Nahruhestellungen eines Augenpaares führen (vgl. Abschnitt 2.8), stehen Phorielinie und ACA-Quotient in unmittelbarem Zusammenhang. Bekanntermaßen werden die Phoriepunkte für Ferne und Nähe bei mehr oder weniger starker Aufhebung der Fusionsreize gemessen. Das sind aber gleichzeitig die Messungen, welche zur Bestimmung des ACA-Quotienten dienen (vgl. Abschnitt 3.1). Daher kann der ACA-Quotient direkt aus der Phorielinie ermittelt werden, was anhand einiger Beispiele gezeigt werden soll.

Beispiel 1: Orthophorie im gesamten Akkommodationsgebiet. In diesem Fall ist die Phorielinie mit der Donderslinie identisch. Bei Annäherung eines realen Objektes wird also die Donderslinie ohne fusionale Vergenz durchlaufen. Ihre Neigung (mathematisch exakt: der Kehrwert ihrer Steigung) ist daher ein Maß für die Summe aus akkommodativer und psychischer Vergenz. Der Pupillenabstand möge p = 60 mm betragen. Bei 3 dpt Objektentfernung ergibt sich nach Abb. 28 die Summe von akkommodativer und psychischer Vergenz zu 18 cm/m, was einen ACA-Quotienten von

$$\frac{18\ \text{cm/m}}{3\ \text{dpt}} = 6\ \text{cm liefert.}$$

Aus Beispiel 1 ist also ersichtlich:
Bei Orthophorie im gesamten Akkommodationsgebiet ist der ACA-Quotient gleich dem in cm angegebenen Pupillenabstand. (Die Phorielinie ist mit der Donderslinie identisch).

Beispiel 2: Konstante Esophorie im gesamten Akkommodationsgebiet. Hier ist von der Phorielinie auszugehen, da die fusionale Vergenz zur Ermittlung des ACA-Quotienten eliminiert werden muß. Aus P_1 in Abb. 28 ergibt sich: Bei 3 dpt Objektentfernung liegt der Phoriepunkt bei 24 cm/m, für die Ferne bei 6 cm/m. Daraus folgt:

$$\text{ACA-Quotient} = \frac{24\ \text{cm/m} - 6\ \text{cm/m}}{3\ \text{dpt}} = 6\ \text{cm.}$$

Abb. 28: Donderslinie D und Phorielinien. P_1: Esophorie von 6 cm/m für alle Objektentfernungen; P_2: Exophorie von 6 cm/m für alle Objektentfernungen; P_3: Fern-Orthophorie und mit abnehmender Objektentfernung zunehmende Nah-Exophorie; Pfeile: nach rechts fusionaler Konvergenzbedarf, nach links fusionaler Divergenzbedarf.

Eine im gesamten Akkommodationsgebiet konstante Exophorie liefert das gleiche Ergebnis (P_2 in Abb. 28):

$$\text{ACA-Quotient} = \frac{12\ \text{cm/m} - (-6\ \text{cm/m})}{3\ \text{dpt}} = 6\ \text{cm.}$$

Aus Beispiel 2 ist also ersichtlich:
Bei im gesamten Akkommodationsgebiet konstanter horizontaler Heterophorie ist der ACA-Quotient ebenfalls gleich dem in cm angegebenen Pupillenabstand. (Die Phorielinie verläuft parallel zur Donderslinie).

Beispiel 3: Fern-Orthophorie und Nah-Exophorie, die bei geringer werdender Objektentfernung gleichmäßig ansteigt. Aus P_3 (Abb. 28 oder 29) ergibt sich: Bei 3 dpt Objektentfernung liegt der Phoriepunkt bei 9 cm/m und für die Ferne bei Null, woraus der ACA-Quotient zu $\frac{9\ \text{cm/m}}{3\ \text{dpt}} = 3$ cm folgt.

Abb. 29: Phorielinien und ACA-Quotient. D: Donderslinie; Pfeile: nach rechts fusionaler Konvergenzbedarf, nach links fusionaler Divergenzbedarf. (Weitere Erläuterungen im Text).

Abb. 30: Zone des deutlichen binokularen Einfachsehens (blau) und Zone des komfortablen Sehens nach SHEARD (schraffiert). D: Donderslinie; P: Phorielinie; ΔA_{max}: maximaler Akkommodationserfolg. (Symbole siehe Tabelle 12).

VERGENZSTELLUNG (bei vorgegebenem Akkommodationsbedarf)	Symbol	Definition
Phoriepunkt (Ruhestellung)	×	59
Nebelpunkt (Unschärfepunkt)	○	39
Abreißpunkt (Diplopiepunkt)	□	40
Wiedervereinigungspunkt (Fusionspunkt)	△	41

Tab. 12. Symbole zur Kennzeichnung bestimmter Vergenzstellungen in Akkommodation-Vergenz-Diagramm

Beispiel 4: Fern-Esophorie, die bei Objektannäherung gleichmäßig abnimmt bis Orthophorie erreicht ist und bei weiterer Objektannäherung in eine ebenso gleichmäßig wachsende Exophorie übergeht. P_4 in Abb. 29 liefert: Bei 3 dpt Objektentfernung liegt der Phoriepunkt bei 15 cm/m (Exophorie von 3 cm/m), für 2 dpt bei 12 cm/m (Orthophorie) und für die Ferne bei 6 cm/m (Esophorie von 6 cm/m). Das liefert einen ACA-Quotienten von

$$\frac{15\ \text{cm/m} - 6\ \text{cm/m}}{3\ \text{dpt}} = 3\ \text{cm}.$$

Aus den Beispielen 3 und 4 ist also ersichtlich:

Bei einer mit geringer werdender Objektentfernung in mathematischem Sinne kleiner werdenden Horizontalphorie (d. h. kleiner werdende Esophorie bzw. wachsende Exophorie) ist der ACA-Quotient kleiner als der in cm angegebene Pupillenabstand. (Die Phorielinie ist steiler als die Donderslinie).

Beispiel 5: Fern-Exophorie, die bei Objektannäherung gleichmäßig abnimmt bis Orthophorie erreicht ist und bei weiterer Objektannäherung in eine ebenso gleichmäßig zunehmende Esophorie übergeht. P_5 in Abb. 29 liefert: Bei 3 dpt Objektentfernung liegt der Phoriepunkt bei 24 cm/m (Esophorie von 6 cm/m), für 1,5 dpt bei 9 cm/m (Orthophorie) und für die Ferne bei —6 cm/m (Exophorie von 6 cm/m). Daraus folgt der

$$\text{ACA-Quotient} = \frac{24\ \text{cm/m} - (-6\ \text{cm/m})}{3\text{dpt}} = 10\ \text{cm}.$$

Aus Beispiel 5 ist also ersichtlich:

Bei einer mit geringer werdender Objektentfernung in mathematischem Sinne größer werdenden Horizontalphorie (d. h. größer werdende Esophorie bzw. kleiner werdende Exophorie) ist der ACA-Quotient größer als der in cm angegebene Pupillenabstand. (Die Phorielinie ist flacher als die Donderslinie).

Diese Beispiele lassen sich beliebig vermehren und ergeben zusammengefaßt die folgenden Merkregeln.

ACA-Regeln

1. Die Größe des ACA-Quotienten ergibt sich aus der Neigung der Phorielinie.
2. Besitzt die Phorielinie dieselbe Neigung wie die Donderslinie, dann ist der ACA-Quotient gleich dem in Zentimeter angegebenen Pupillenabstand.
3. Ist die Phorielinie steiler als die Donderslinie, dann ist der ACA-Quotient kleiner als der in Zentimeter angegebene Pupillenabstand.
4. Ist die Phorielinie flacher als die Donderslinie, dann ist der ACA-Quotient größer als der in Zentimeter angegebene Pupillenabstand.
5. Der ACA-Quotient ist nur dann konstant, wenn die Phorielinie eine Gerade ist.

Der zuvor erläuterte Zusammenhang zwischen dem ACA-Quotienten einerseits und dem Pupillenabstand sowie der Entfernungsabhängigkeit der Horizontalphorie andererseits wird in [36, S. 91] und in [43, S. 202] durch eine Formel dargestellt.

Formel 7 $\text{ACA-Quotient} = p + (P_N - P_F).a_N$

Darin ist p: Pupillenabstand (in cm!)
P_N: Nahphorie (in cm/m)
P_F: Fernphorie (in cm/m)
~~an~~: a_N: Objektentfernung (in m!), in welcher die Nahphorie gemessen wurde.

Esophorien rechnen dabei positiv, Exophorien negativ, und der ACA-Quotient ergibt sich in der Einheit Zentimeter. Da der Pupillenabstand die Steigung der Donderslinie liefert, gehen aus Formel 7 die oben aufgestellten ACA-Regeln ebenfalls hervor. Der Wert ACA-Quotient = p wird in [36, S. 92] als theoretisch ideales Verhältnis bezeichnet.

3.5 Zone des komfortablen Sehens

Von den Anhängern der analytischen Gläserbestimmung [83] werden auch die in Abschnitt 3.2 erläuterten Größen in das Akkommodation-Vergenz-Diagramm eingezeichnet. Für alle einzuzeichnenden Werte sind bestimmte Symbole festgelegt worden [2, Lfd. Nr. 38], die in Tabelle 12 zusammengestellt sind. Abb. 30 zeigt ein Beispiel. Der Bereich zwischen den Nebelpunkten (nach oben begrenzt durch das Akkommodationsvermögen) ist die „Zone des deutlichen binokularen Einfachsehens".

Definition 61 **Zone des deutlichen binokularen Einfachsehens**

Gesamtheit aller Wertepaare im Akkommodation-Vergenz-Diagramm, bei denen (zumindest kurzzeitig) scharfes binokulares Einfachsehen möglich ist.

Die im linken, rechten und oberen Randbereich dieser Zone liegenden Werte stellen Anforderungen an Akkommodation und Vergenz eines Augenpaares, die sicher nicht über längere Zeit beschwerdefrei erfüllt werden können. Derjenige Bereich innerhalb der Zone des deutlichen binokularen Einfachsehens, in dem das scharfe binokulare Einfachsehen auf Dauer beschwerdefrei möglich ist, heißt „Zone des komfortablen Sehens".

Definition 62 **Zone des komfortablen Sehens**
Gesamtheit aller Wertepaare im Akkommodation-Vergenz-Diagramm, bei denen andauerndes scharfes binokulares Einfachsehen beschwerdefrei möglich ist.

Nach oben ist diese Zone des komfortablen Sehens ungefähr durch den 2/3-Wert des Akkommodationsvermögens begrenzt. Über ihre horizontalen Grenzen ist viel spekuliert worden. Nach der Theorie von H.-J. HAASE [39] ist stets binokulare Vollkorrektion angezeigt (Prismen Basis außen verschieben die Orthopunkte nach rechts, Basis innen nach links), und die Zone des komfortablen Sehens hat nur eine minimale horizontale Ausdehnung (etwa 0,5 cm/m beiderseits der Phorielinie). In der analytischen Gläserbestimmung werden dagegen die komfortablen Zonen nach PERCIVAL und SHEARD benutzt [83]. Nach PERCIVAL erstreckt sich die Zone des komfortablen Sehens über das mittlere Drittel zwischen den Nebelpunkten, nach SHEARD wird sie gebildet aus den rechts und links der Phorielinie liegenden ersten Dritteln von relativer Konvergenzbreite und relativer Divergenzbreite (Abb. 30). Die Gesamtbreite der komfortablen Zone nach PERCIVAL und nach SHEARD ist damit gleich, jedoch kann die Lage der einzelnen Grenzen beträchtliche Unterschiede aufweisen.

Eine zusammenfassende Diskussion der Akkommodation-Vergenz-Probleme (einschließlich der Frage, ob die Akkommodation oder die Vergenz die führende Rolle spielt) findet sich in [84], und eine ausführliche Darstellung der historischen Entwicklung in der Erforschung des Zusammenspiels von Akkommodation und Vergenz in [58, S. 875] und in [85]. *(Wird fortgesetzt)*

Literaturhinweise:

[2] DIN 58 208
„Begriffe und Zeichen bei Brillengläsern in Verbindung mit dem menschlichen Auge" Teil 5 „Binokulares System Auge — Brille" (Entwurf August 1978)

[8] HEINZ DIEPES
„Refraktionsbestimmung" Verlag Heinz Postenrieder, Pforzheim (2. Auflage 1975)

[19] HERBERT SCHOBER
„Das Sehen" Band II VEB Fachbuchverlag Leipzig (3. Auflage 1964)

[33] HELMUT GOERSCH
„Zentrierung von Nahbrillen" NOJ 7 (1975) 509—516

[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 Korrektion" (Eine Sammlung von zehn Arbeiten aus den Jahren 1957—1978). Verlag Willy Schrickel, Düsseldorf (1980)

[43] STEWART DUKE-ELDER (Herausgeb.)
„System of Ophthalmology" Vol VI „Ocular Motiliy and Strabismus" Henry Kimpton, London (1973)

[49] F. C. DONDERS
„Die Anomalien der Refraction und Accommodation des Auges" Wilhelm Braumüller, Wien (1966)

[58] IRVIN M. BORISH
„Clinical Refraction"
The Professional Press, Inc., Chicago (Third Edition 1975)

[78] H. W. HOFSTETTER
„Verbessertes Schema für die grafische Analyse des Akkommodations-Konvergenz-Verhältnisses"
Augenoptik 84 (1967) 103—105

[79] DONALD G. PITTS and H. W. HOFSTETTER
„Demand-line graphing of the zone of clear single binocular vision"
J. Amer. Optom. Assoc. 31 (1959) 51—55

[80] H. W. HOFSTETTER
„A Revised Schematic for the Graphic Analysis of the Accommodation-Convergence Relationship"
Canad. J. Optom. 30 (1968) 49—52

[81] Brockhaus' Conversations-Lexikon Siebenter Band, Verlag F. A. Brockhaus Leipzig (1884)

[82] ABC der Optik (Herausgeb. KARL MÜTZE)
VEB F. A. Brockhaus Verlag Leipzig (1961)

[83] J. REINER
„Bestimmung der Heterophorie nach der graphisch-analytischen Methode"
119. Versammlung des Vereins Rheinisch-Westfälischer Augenärzte (Düsseldorf 1969) 31—41

[84] WOLFGANG ROOS
„Über den Zusammenhang zwischen Akkommodation und Konvergenz" (Versuch einer Abgrenzung der Zone des komfortablen Sehens). 4. Sonderdruck der WVA (1955) 28—41

[85] H. W. HOSTETTER
„The Zone of Clear Single Binocular Vision"
Amer. J. Optom. 22 (1945) 301—333 und 361—384

Ihre neuen Zielgruppen: Seefahrer und Segler
Unser neues Produkt HABICHT SL 7 x 50 für Seefahrer und Segler

SWAROVSKI OPTIK

Der Habicht SL 7 x 50 hat Eigenschaften, die andere seetaugliche Gläser gerne hätten.

- Stoßdämpfend gelagertes optisches System
- Weicher, schlagschützender geschäumter Mantel
- Wasser- und gasdicht
- Funktionssicher bei Temperaturen von −40° C bis +70° C
- Neuer patentierter Mittelbetrieb mit geschlossener Brücke
- Kompromißlos funktionelles Design für optisches Handling, auch bei Nässe.

Wir inserieren ab Oktober in den wichtigsten Fachzeitschriften.

Besuchen Sie uns auf der deutschen Bootsausstellung 1982 in Hamburg, Stand 3B/3145, Halle 3B.

AUSTRIA
Generalvertretung für Deutschland Manfred Alberts
Bielsteiner Straße 69, D 5276 Wiehl Telefon 0 22 62/42 41