SONDERDRUCK AUS DEM „NOJ" NR. 7/1975 S. 509 - 516

Zentrierung von Nahbrillen

VON DR. HELMUT GOERSCH

(Erweiterte Fassung eines auf dem 27. Jahreskongreß der WVAO in Wiesbaden gehaltenen Vortrages)

1. Einleitung

Für den alternden Menschen hat in zunehmendem Maße die Brille zum Sehen in die Nähe am Arbeitsplatz an Bedeutung gewonnen, sei es als Einstärkenbrille oder als Mehrstärkenbrille. Die Fragen ihrer optischen Anpassung werden deshalb seit über zwanzig Jahren diskutiert, wobei sich einige allgemeine Regeln herausgebildet haben, die im folgenden unter besonderer Berücksichtigung der binokularen Probleme erörtert werden sollen. Dabei muß unterschieden werden, ob es sich um ein rechtsichtiges Augenpaar handelt, dem nach Eintreten der Alterssichtigkeit eine reine Nahbrille als Sehhilfe dient, oder ob der Korrektionsbrille eines fehlsichtigen Augenpaares ein Nahzusatz hinzugefügt wird. Soweit die im weiteren Text verwendeten Begriffe genormt sind, wird ihre Bezeichnungsweise nach DIN 58 208 benutzt.

2. Das rechtsichtige Augenpaar

a) Das Sehen in die Nähe

Welche Anforderungen stellt die binokulare Betrachtung naher Objekte an ein rechtsichtiges, orthophorisches Augenpaar vor dem Eintritt der Alterssichtigkeit? Bei einem Objekt in der Akkommodationsentfernung a_E muß jedes Auge die Akkommodation $\Delta D = -A_E = -\frac{1}{a_E}$ aufbringen [1]), und die Fixierlinien beider Augen müssen sich im Einstellpunkt E des Objektes schneiden (Abb. 2). Das ergibt einen Konvergenzbedarf P, der von dem Pupillenabstand p der Augen und der Akkommodationsentfernung a_E abhängt. Der Konvergenzbedarf wird in der Einheit $\frac{cm}{m}$ (frühere Bezeichnung: Prismendioptrie) angegeben und ergibt sich aus

$$P = \frac{p}{0{,}012\,m - a_E}, \qquad (1)$$

da der optische Augendrehpunkt Z' jedes Auges etwa 12 mm hinter dem vorderen Augenhauptpunkt H_{Au} liegt.

Dieser Konvergenzbedarf P ist in Abb. 1 in Abhängigkeit vom Pupillenabstand p für die drei Akkommodationsentfernungen

$a_E = -400$ mm (Akkommodationsaufwand $\Delta D = 2{,}5$ dpt),
$a_E = -333$ mm (Akkommodationsaufwand $\Delta D = 3{,}0$ dpt)
und
$a_E = -250$ mm (Akkommodationsaufwand $\Delta D = 4{,}0$ dpt)
wiedergegeben.

In der Regel wird dieser Konvergenzbedarf bei Orthophorie (oder bei prismatisch für den Blick in die Ferne vollkorrigierter Heterophorie) allein durch die akkommodative und psychische Vergenz des Augenpaares gedeckt. Das bedeutet beschwerdefreies Binokularsehen in die Nähe ohne fusionale Vergenz. Hierbei ist der ACA-Quotient der Augen (angegeben in der Einheit cm) [2]) gleich dem Pupillenabstand p (ebenfalls angegeben in der Einheit cm).

b) Die Zentrierung der Einstärken-Nahbrille

Ist der maximale Akkommodationsaufwand (d. h. das Akkommodationsvermögen) ΔD_{max} der rechtsichtigen Augen unter den Wert 4 dpt gesunken, dann sind die Augen alterssichtig geworden. Die geringer gewordene Akkommodationsfähigkeit wird durch eine Nahbrille ergänzt, deren Stärke sich nach der gewünschten Arbeitsentfernung und nach dem noch vorhandenen Akkommodationsvermögen richtet. Die Nahbrille ist geometrisch-optisch betrachtet eine Lupe, bei der das Objekt innerhalb der einfachen objektseitigen Brennweite steht. Das von der Lupe entworfene virtuelle Bild des Objektes entsteht in einer Entfernung, die dem noch vorhandenen Akkommodationsvermögen der Augen entspricht.

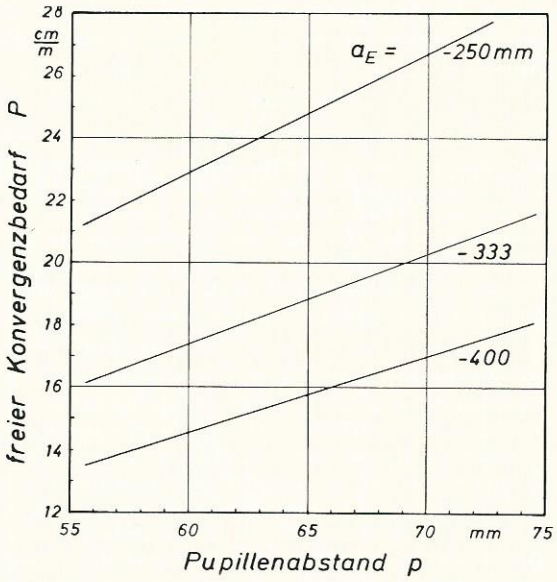

Abb. 1: Konvergenzbedarf P im freien Sehen in Abhängigkeit vom Pupillenabstand p für drei Akkommodationsentfernungen a_E

Die Zentrierung der Gläser dieser Nahbrille sollte so erfolgen, daß sich beim Blick in die vorgesehene Arbeitsentfernung keine horizontal-prismatischen Wirkungen in den Nahdurchblickpunkten H_N ergeben. Für eine Einstärken-Nahbrille für Rechtsichtige soll der Zentrierpunktabstand z_N (gegenseitiger Abstand der optischen Mittelpunkte der Gläser) also gleich dem gegenseitigen Abstand p_N der Nahdurchblickpunkte sein. Dieser Nahdurchblickpunkt-Abstand p_N (auch als „Nah-PD in Gläserebene" bezeichnet) ist vom Pupillenabstand p, vom Hornhaut-Scheitelabstand e und von der vorgesehenen Arbeitsentfernung a_E abhängig. Die geometrischen Zusammenhänge

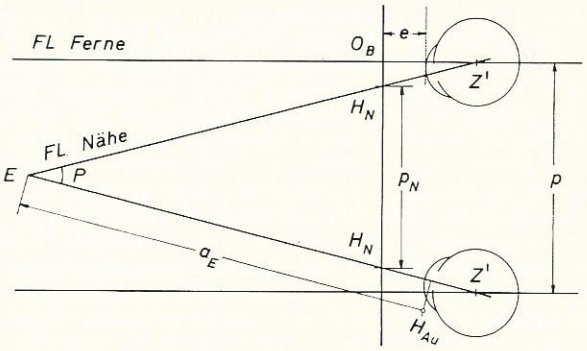

Abb. 2: Gegenseitiger Abstand p_N der Nahdurchblickpunkte H_N in der Fassungsebene beim Blick auf den Einstellpunkt E in der Akkommodationsentfernung a_E (FL: Fixierlinie, O_B: Nulldurchblickpunkt, Z': optischer Augendrehpunkt, H_{Au}: vorderer Augenhauptpunkt, P: Konvergenzbedarf, e: Hornhaut-Scheitelabstand, p: Pupillenabstand)

---

1) A_E ist die Einstellrefraktion.

2) Der ACA-Quotient ist das Verhältnis der akkommodativen und psychischen Vergenz zur Akkommodation; frühere Bezeichnung der Einheit: Prismendioptrie pro Dioptrie.

dieser Größen sind in Abb. 2 dargestellt. Daraus ergibt sich für p_N die allgemeine Beziehung

$$(2) \qquad p_N = p \cdot \frac{a_E + e + 1{,}5\ \text{mm}}{a_E - 12\ \text{mm}} ,$$

da der vordere Augenhauptpunkt H_{Au} ungefähr 1,5 mm hinter der Hornhautvorderfläche liegt. Wird ein Hornhaut-Scheitelabstand von e = 12 mm zugrunde gelegt, so folgt

$$(3) \qquad p_N = p \cdot \frac{a_E + 13{,}5\ \text{mm}}{a_E - 12\ \text{mm}} .$$

Der Zusammenhang (3) ist für drei Arbeitsentfernungen in Abb. 3 dargestellt.

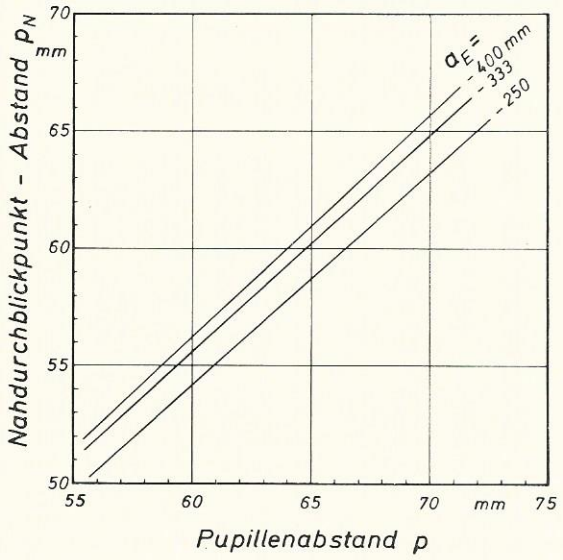

Abb. 3: Gegenseitiger Abstand p_N der Nahdurchblickpunkte in der leeren Fassung bei einem Hornhaut-Scheitelabstand von e = 12 mm in Abhängigkeit vom Pupillenabstand p für drei Akkommodationsentfernungen a_E

Soll nun bei der Einstärken-Nahbrille für rechtsichtige Augen der Blick auf den Einstellpunkt durch die optischen Mitten der Gläser erfolgen, so muß jedes der positiven Gläser gegenüber dem Nulldurchblickpunkt O_B um den Betrag $\frac{1}{2} \cdot (p - p_N)$ nach innen dezentriert werden. Diese nasale Dezentration ergibt sich aus der Abb. 4, welche die Differenz $(p - p_N)$ in Abhängigkeit vom Pupillenabstand p für drei Arbeitsentfernungen und einen Hornhaut-Scheitelabstand von e = 12 mm zeigt. Unabhängig von der Stärke der Nahbrille gehört also zu jeder Arbeitsentfernung eine ganz bestimmte binokulare Zentrierung der Gläser.

Nur beim Blick in diese eine Entfernung, bei der die Nahdurchblickpunkte mit den optischen Gläsermitten zusammenfallen, liegt keine prismatische Wirkung in den Durchblickpunkten vor, und die Hauptstrahlen der beiden foveal abbildenden Strahlenbündel gehen unabgelenkt durch die Brillengläser. Beim Blick in jede andere Entfernung herrscht in den Durchblickpunkten eine prismatische Nebenwirkung P_{Br}. Die Hauptstrahlen werden dann in den Durchblickpunkten abgelenkt, und die (virtuellen Verlängerungen der) Fixierlinien schneiden sich nicht mehr im Objektpunkt. Die prismatische Nebenwirkung in den Durchblickpunkten wird mit der bekannten Prentice-Formel

$$(4) \qquad P_{Br} = d \cdot S'$$

in ausreichender Näherung berechnet, wobei d die (in cm einzusetzende) Entfernung des Durchblickpunktes vom optischen Mittelpunkt und S' die Stärke des Glases sind.

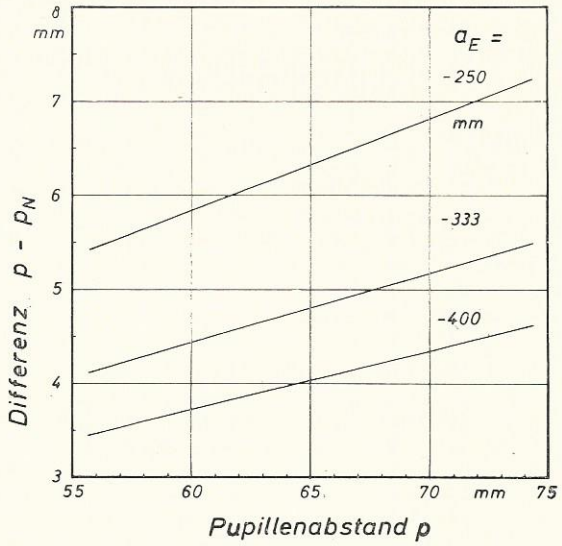

Abb. 4: Verringerung $p - p_N$ des gegenseitigen Abstandes der Durchblickpunkte in der leeren Fassung bei einem Hornhaut-Scheitelabstand von e = 12 mm in Abhängigkeit vom Pupillenabstand p für drei Akkommodationsentfernungen a_E

Ist die Entfernung eines betrachteten Objektpunktes geringer als die der Zentrierung der Nahbrille zugrunde gelegte Arbeitsentfernung, dann liegen die Durchblickpunkte nasal von den optischen Mitten der Plusgläser. Die Basis der horizontal-prismatischen Wirkungen in diesen Durchblickpunkten ist temporal gerichtet, wodurch der Konvergenzbedarf erhöht wird, denn Prismen mit Basis-außen-Wirkung (adduzierende Prismen) erzwingen eine Einwärtsbewegung der Augen (Adduktion). Die Augen müssen also in diesem Falle zum binokularen Einfachsehen stärker konvergieren als es die Objektentfernung allein erfordert.

Ist die Entfernung eines betrachteten Objektpunktes größer als die der Zentrierung der Nahbrille zugrunde gelegte Arbeitsentfernung, dann liegen die Durchblickpunkte temporal von den optischen Mitten der Plusgläser. Die Basis der horizontal-prismatischen Wirkungen in den Durchblickpunkten ist in diesem Falle nasal gerichtet, wodurch der Konvergenzbedarf verringert wird, denn Prismen mit Basis-innen-Wirkung (abduzierende Prismen) erzwingen eine relative Auswärtsbewegung der Augen (Abduktion). Die Augen brauchen dabei zum binokularen Einfachsehen weniger zu konvergieren als es die Objektentfernung allein erfordert.

Daß die Nahdurchblickpunkte auch in senkrechter Richtung von den optischen Gläsermitten abweichen können, braucht nicht berücksichtigt zu werden. Die dabei monokular auftretende vertikale Prismenwirkung besitzt in den Durchblickpunkten beider Gläser die gleiche Basislage und die gleiche Stärke, was lediglich zu einer für beide Augen gleichartigen Bildverschiebung führt, von der das binokulare Sehen nicht gestört wird.

Die monokulare Zentrierforderung für die optimale Abbildungsgüte der Gläser („Drehpunktforderung") kann hier ebenfalls außer acht gelassen werden, da die notwendige nasale Dezentration der schwachen Plusgläser innerhalb der Toleranz für die Erfüllung der Drehpunktforderung liegt.

c) Die Zentrierung der Mehrstärkenbrille

Bei Mehrstärkengläsern für rechtsichtige Augen ist das Grundglas ein Nullglas, und für die Nahteile gilt die Zentrierregel der Einstärken-Nahbrille. Die der Arbeitsentfernung entsprechenden Durchblickpunkte sollen mit den optischen Mitten der Nahlinsen zusammenfallen. Wird diese Regel befolgt, dann ist damit gleichzeitig die be-

sonders bei kleinen Nahteilen wichtige „Gesichtsfeldforderung" erfüllt, nach der sich die beiden monokularen Gesichtsfelder beim Blick in die Arbeitsentfernung decken sollen.

Besonders wichtig ist bei der Zentrierung aller Mehrstärkenglasarten (Zwei- und Dreistärkengläser sowie Gleitsichtgläser) eine korrekte Höhenanpassung der Nahteile. Unabhängig von der individuell zu ermittelnden Nahteilhöhe muß ebenso wie bei den Einstärkenbrillen auf gleiche Höhe beider Gläsermitten zu den Augen geachtet werden, damit keine binokulare vertikal-prismatische Wirkung das in der Höhe besonders empfindliche Muskelgleichgewicht der Augen stört. Über die speziellen Anpaßprobleme bei Mehrstärkengläsern wird auf dieser Tagung von anderen Autoren ausführlich referiert.

3. Das fehlsichtige Augenpaar

a) Das Sehen in die Nähe

Für alle folgenden Erörterungen wird vorausgesetzt, daß die Augen für den Blick in die Ferne sowohl refraktiv als auch binokular vollkorrigiert sind. Ferner soll die Fern-Korrektionsbrille so zentriert sein, daß der gegenseitige Abstand der Bezugspunkte der beiden Gläser gleich dem Pupillenabstand p der Augen ist. Diese Brille wird vor dem Eintreten der Alterssichtigkeit auch ständig für das Sehen in die Nähe benutzt. Welche Besonderheiten ergeben sich daraus für fehlsichtige Augen im Vergleich mit rechtsichtigen?

Blickt ein fehlsichtiger Brillenträger in die Nähe, dann liegen die Durchblickpunkte nasal von den optischen Mitten der Gläser. Bei positiven Korrektionsgläsern ergibt sich dadurch eine adduzierende prismatische Wirkung in den Nahdurchblickpunkten. Der Übersichtige muß daher beim Blick auf den Einstellpunkt E_{cc} in einer bestimmten Arbeitsentfernung $a_{E,cc}$ stärker konvergieren als ein Rechtsichtiger. Dieser erhöhte Konvergenzbedarf P* bei positiven Fern-Korrektionsgläsern ist in Abb. 5 veranschaulicht.

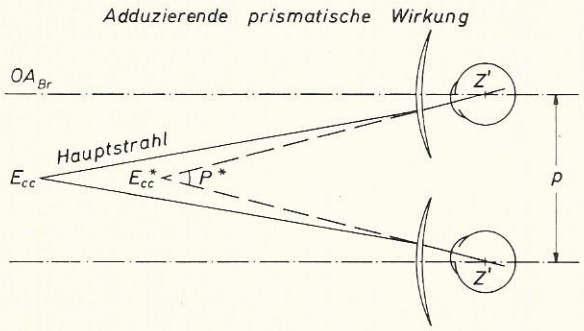

Abb. 5: Erhöhter Konvergenzbedarf P* beim Blick auf den Einstellpunkt E_{cc} durch auf den Pupillenabstand p zentrierte positive Korrektionsgläser (OA_{Br}: optische Achse des Brillenglases, Z': optischer Augendrehpunkt, E^*_{cc}: Schnittpunkt der Fixierlinien)

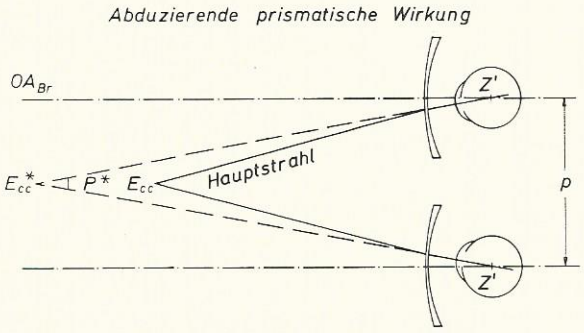

Abb. 6: Verminderter Konvergenzbedarf P* beim Blick auf den Einstellpunkt E_{cc} durch auf den Pupillenabstand p zentrierte negative Korrektionsgläser (OA_{Br}: optische Achse des Brillenglases, Z': optischer Augendrehpunkt, E^*_{cc}: Schnittpunkt der Fixierlinien)

Bei negativen Korrektionsgläsern ergibt sich eine abduzierende prismatische Nebenwirkung in den Nahdurchblickpunkten. Dadurch braucht der Kurzsichtige beim Blick auf den Einstellpunkt E_{cc} in einer bestimmten Entfernung $a_{E,cc}$ weniger zu konvergieren als ein Rechtsichtiger. Diese Tatsache des verringerten Konvergenzbedarfs P* bei negativen Fern-Korrektionsgläsern ist in Abb. 6 gezeigt.

Weil die Hauptstrahlen der beiden foveal abbildenden Strahlenbündel in den Nahdurchblickpunkten der Gläser aus ihrer Richtung abgelenkt werden, stimmen diese Durchblickpunkte nicht mehr mit den Durchblickpunkten H_N überein, die gemäß der in Abb. 2 dargestellten Geometrie ermittelt wurden. Der tatsächliche gegenseitige Abstand p^*_N der Nahdurchblickpunkte in beiden Brillengläsern kann für den Pupillenabstand p, den Hornhaut-Scheitelabstand e und die Arbeitsentfernung $a_{E,cc}$ nach

(5)
$$p^*_N = p \cdot \left(1 - \frac{b'}{0{,}012\,\mathrm{m} - a_{E,cc} + S' \cdot b' \cdot (a_{E,cc} + e + 0{,}015\,\mathrm{m})}\right)$$

errechnet werden. Dabei ist b' = e + 0,0135 m der Drehpunkt-Scheitelabstand (Abstand des optischen Augendrehpunktes Z' vom augenseitigen Brillenglasscheitel).

Die sich daraus ergebende Verringerung (p — p^*_N) des gegenseitigen Abstandes der Durchblickpunkte gegenüber dem der Nulldurchblickpunkte ist in Abb. 7 bei einem

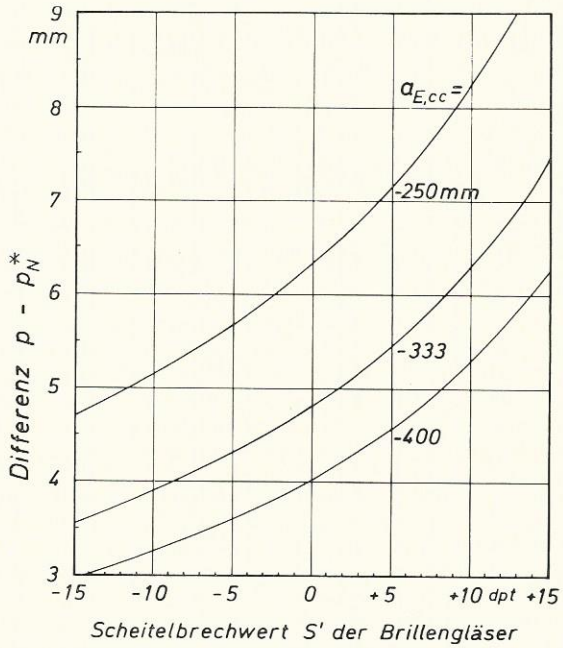

Abb. 7: Verringerung $p - p^*_N$ des gegenseitigen Abstandes der Durchblickpunkte bei einem Pupillenabstand von p = 65 mm und einem Hornhaut-Scheitelabstand von e = 12 mm in Abhängigkeit vom Scheitelbrechwert S' der Korrektionsgläser für drei Akkommodationsentfernungen $a_{E,cc}$

Pupillenabstand von p = 65 mm und einem Hornhaut-Scheitelabstand von e = 12 mm für drei Arbeitsentfernungen $a_{E,cc}$ in Abhängigkeit vom Scheitelbrechwert S' der Korrektionsgläser dargestellt. Der Wert bei S' = 0 dpt ist gleich dem Wert (p — p_N) aus Abb. 4. Daraus ist zu ersehen, daß bei positiven Korrektionsgläsern die wahren Nahdurchblickpunkte dichter zusammenliegen, bei negativen weiter auseinander als die Nahdurchblickpunkte H_N in der leeren Fassung (Abb. 2).

Um zu zeigen, wie stark die Differenz (p — p^*_N) von dem Pupillenabstand p beeinflußt wird, ist die Abhängigkeit dieser Differenz vom Scheitelbrechwert S' der Korrektionsgläser bei der Arbeitsentfernung $a_{E,cc}$ = —333 mm und

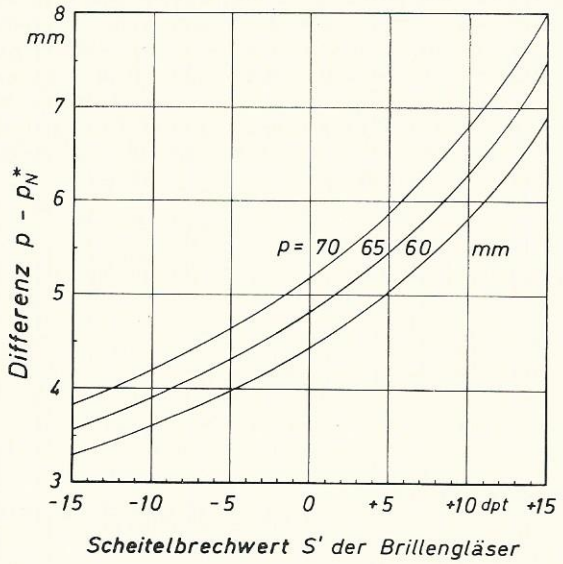

Abb. 8: Verringerung $p - p^*_N$ des gegenseitigen Abstandes der Durchblickpunkte bei einer Akkommodationsentfernung von $a_{E,cc} = -333$ mm und einem Hornhaut-Scheitelabstand von e = 12 mm in Abhängigkeit vom Scheitelbrechwert S' der Korrektionsgläser für drei Pupillenabstände p

dem Hornhaut-Scheitelabstand e = 12 mm für drei Pupillenabstände in Abb. 8 wiedergegeben. Aus dieser Abbildung ist zu ersehen, daß die Größe des Pupillenabstandes einen geringeren Einfluß auf die tatsächliche Lage der Nahdurchblickpunkte ausübt als die Stärke der Korrektionsgläser.

Aus der Lage der Nahdurchblickpunkte kann nun der Konvergenzbedarf P* für die betreffende Arbeitsentfernung nach

$$P^* = \frac{p - p^*_N}{b'} \cdot 100 \ \frac{cm}{m} \qquad (6)$$

berechnet werden. Der nach (6) ermittelte Konvergenzbedarf P* bei dem Pupillenabstand p = 65 mm und dem Drehpunkt-Scheitelabstand b' = 25,5 mm (entsprechend einem Hornhaut-Scheitelabstand von e = 12 mm) ist in

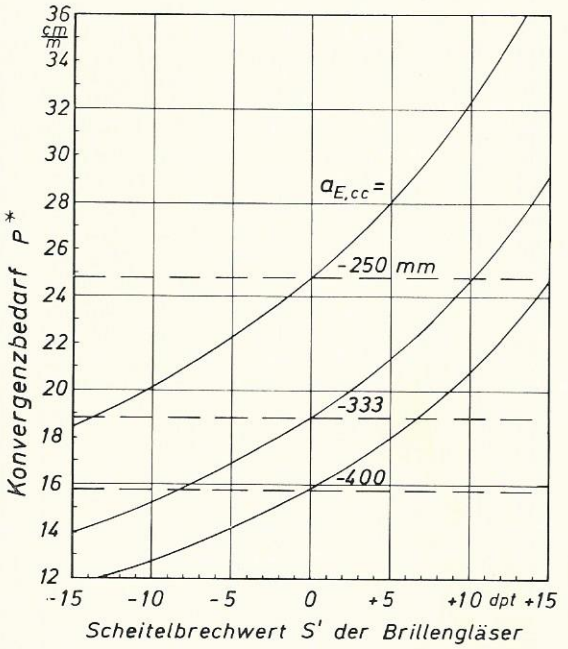

Abb. 9: Konvergenzbedarf P* bei einem Pupillenabstand von p = 65 mm und einem Hornhaut-Scheitelabstand von e = 12 mm in Abhängigkeit vom Scheitelbrechwert S' der auf p zentrierten Korrektionsgläser für drei Akkommodationsentfernungen $a_{E,cc}$

Abb. 9 für drei Arbeitsentfernungen in Abhängigkeit vom Scheitelbrechwert S' der Korrektionsgläser aufgetragen. Die waagerecht gestrichelten Linien stellen den Konvergenzbedarf beim freien Sehen in die betreffende Entfernung dar (S' = 0 dpt). Der Unterschied zwischen der einzelnen Kurve und der zur gleichen Arbeitsentfernung gehörigen gestrichelten waagerechten Linie gibt den bei der betreffenden Gläserstärke theoretisch vorliegenden fusionalen Vergenzbedarf an. Dieser fusionale Vergrenzbedarf (P* — P) ist für die ausgewählte Arbeitsentfernung $a_{E,cc} = -333$ mm in seiner Abhängigkeit vom Scheitelbrechwert der Korrektionsgläser in Abb. 10 dargestellt. Positive Werte bedeuten fusionalen Konvergenzbedarf, negative Werte fusionalen Divergenzbedarf.

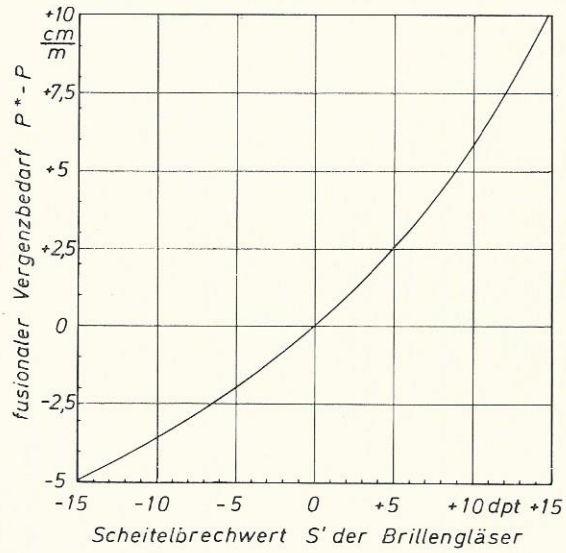

Abb. 10: Theoretischer fusionaler Vergenzbedarf P* — P bei einer Akkommodationsentfernung von $a_{E,cc} = -333$ mm, einem Pupillenabstand von p = 65 mm und einem Hornhaut-Scheitelabstand von e = 12 mm in Abhängigkeit vom Scheitelbrechwert S' der auf p zentrierten Fernkorrektionsgläser

Die Werte der fusionalen Vergenz geben den Unterschied zu derjenigen Konvergenz an, die aufgrund eines idealen ACA-Quotienten mit der Akkommodation gekoppelt ist. Diese fusionale Vergenz ist zum binokularen Einfachsehen erforderlich, und der Brillenträger ist an diese Werte gewöhnt. Erfahrungsgemäß ergeben sich daraus keine Schwierigkeiten, sofern das Augenpaar fern-orthophorisch ist (oder eine vorliegende Fern-Heterophorie vollkorrigiert wurde).

b) Die Zentrierung von Einstärken-Nahbrillen

Wie soll nun unter Beachtung der zuvor erörterten Gegebenheiten die Einstärken-Nahbrille für einen Fehlsichtigen zentriert werden? Vorausgesetzt, der Nahzusatz ist unter Berücksichtigung des noch vorhandenen Akkommodationsvermögens der Augen nicht zu stark gewählt worden, dann wäre es theoretisch richtig, die beim Blick in die Arbeitsentfernung gewöhnten prismatischen Nebenwirkungen der Gläser erhalten zu wollen („exakte Zentrierregel"). Dazu müßten die Gläser der Nahbrille unter Berücksichtigung des Scheitelbrechwertes S'_F der Fernkorrektion und des Nahzusatzes Z gegenüber dem Pupillenabstand p in horizontaler Richtung dezentriert werden.

Dieser neue Zentrierpunktabstand z_N für die Einstärken-Nahbrille eines Fehlsichtigen ist

$$z_N = p^*_N + (p - p^*_N) \cdot \frac{S'_F}{S'_N}, \qquad (7)$$

wobei $S'_N = S'_F + Z$ der Scheitelbrechwert der Nahgläser ist. Daraus ergibt sich die notwendige Veränderung des

gegenseitigen Abstandes der Bezugspunkte der Gläser gegenüber dem Pupillenabstand p zu

$$(8) \qquad p - z_N = (p - p^*_N) \cdot \left(1 - \frac{S'_F}{S'_N}\right).$$

Die sich bei einem Pupillenabstand von p = 65 mm und einem Hornhaut-Scheitelabstand von e = 12 mm nach (8) ergebenden Werte sind in Abhängigkeit vom Scheitelbrechwert S'_F der Fern-Korrektionsgläser in Abb. 11 für den Arbeitsabstand $a_{E,cc} = -400$ mm und in Abb. 12 für $a_{E,cc} = -333$ mm dargestellt. Der Parameter ist in beiden Darstellungen die Stärke des Nahzusatzes Z. Aus diesen Abbildungen geht hervor, daß die theoretisch notwendige Dezentration von $\frac{1}{2} \cdot (p - z_N)$ pro Glas um so größer ist, je geringer die Stärke der Fernkorrektion und je höher die Stärke des Nahzusatzes ist. Ergibt sich für die Nahgläser ein positiver Scheitelbrechwert S'_N, so sind sie in nasaler Richtung zu dezentrieren (positive Werte von $p - z_N$ in Abb. 11 und 12); negative Nahbrillengläser sind in temporaler Richtung zu dezentrieren (negative Werte von $p - z_N$ in Abb. 11 und 12).

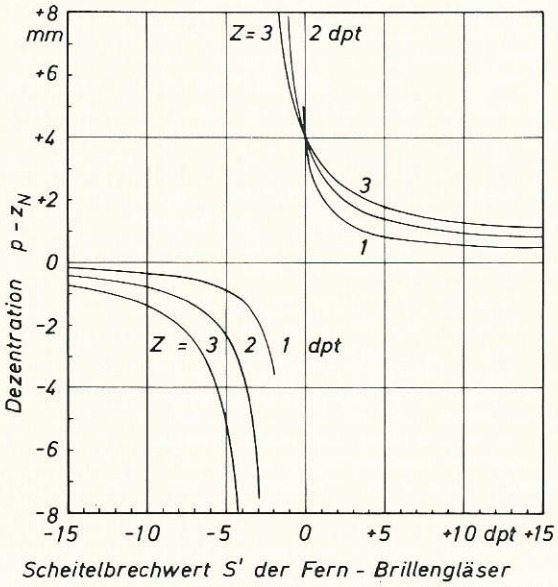

Abb. 11: Nach der „exakten Zentrierregel" notwendige Dezentration $p - z_N$ der Gläser von Einstärken-Nahbrillen für Fehlsichtige gegenüber denen der Fernbrille bei einem Pupillenabstand von p = 65 mm, einem Hornhaut-Scheitelabstand von e = 12 mm und einer Akkommodationsentfernung von $a_{E,cc} = -400$ mm in Abhängigkeit vom Scheitelbrechwert S' der Fernkorrektionsgläser für drei Nahzusätze Z

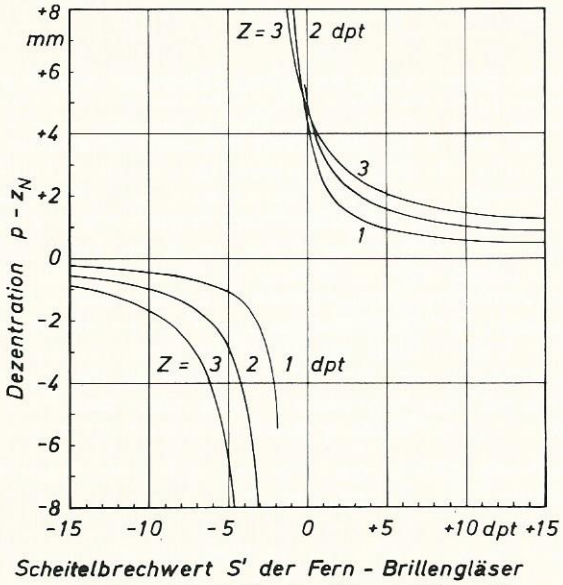

Abb. 12: wie Abb. 11, jedoch für eine Akkommodationsentfernung von $a_{E,cc} = -333$ mm

Werden Einstärken-Nahbrillen nach dieser Regel zentriert, dann liegen für den Blick in die entsprechende Arbeitsentfernung die gleichen binokularen Verhältnisse vor, wie sie von der Fernbrille her gewohnt sind. Dann wird auch ein Übergang von einer Einstärken-Nahbrille auf eine Mehrstärkenbrille (oder ein häufiger Wechsel zwischen diesen Brillen) keine Schwierigkeiten bereiten, was die horizontalen Vergenzen der Augen betrifft. Diese „exakte Zentrierregel" ist mit der „Nah-PD-A" in den Gütebestimmungen im Augenoptikerhandwerk RAL — RG 915 für positive Nahbrillen grob angenähert.

Für die Praxis der optischen Anpassung von Einstärken-Nahbrillen scheint diese „exakte Zentrierregel" jedoch sehr aufwendig. Deshalb soll erörtert werden, ob eine einfachere „praktische Zentrierregel" nicht ausreichend ist: „Die Gläser der Einstärken-Nahbrille sollen auf denselben Mittenabstand wie bei der Fernbrille zentriert werden." Außerdem kann die Drehpunktforderung für beide Gläser erfüllt werden, wenn die Einstärken-Nahbrille wie die Fernbrille zentriert wird.

Welche Veränderungen liefert diese Zentrierung für den Konvergenzbedarf beim Blick in die Nähe gegenüber dem von der Fernbrille her gewohnten Wert? Die Antwort darauf ergibt sich aus Abb. 9, wenn der Konvergenzbedarf mit der Fernbrille mit demjenigen der in gleicher Weise auf p zentrierten Nahbrille (Scheitelbrechwert S' um Z erhöht) verglichen wird. In jedem Fall ist der Konvergenzbedarf mit der Nahbrille größer als mit der Fernbrille, da die Additionslinse des Nahzusatzes eine adduzierende prismatische Zusatzwirkung liefert. Bei nicht zu großen Scheitelbrechwerten beträgt diese Erhöhung des gewohnten Konvergenzbedarfs etwa 0,5 $\frac{\text{cm}}{\text{m}}$ für jede Dioptrie Nahzusatz. Dieser Wert stellt für den Blick in die Nähe erfahrungsgemäß keine zu Schwierigkeiten führende Belastung der Fusion dar und kann deshalb vernachlässigt werden.

Die Einhaltung der praktischen Regel „Einstärken-Nahbrillen wie Fernbrillen zentrieren" wird mit einer binokularen Toleranz von 1 $\frac{\text{cm}}{\text{m}}$ Basis innen (abduzierende Prismenwirkung) empfohlen. Das bedeutet eine zulässige Abweichung von dem für die Fernbrille gegebenen Mittenabstand der Gläser in nasaler Richtung bei positiven Nahgläsern und in temporaler Richtung bei negativen Nahgläsern. Das ist die gleiche Dezentrationsrichtung, die sich auch bei der exakten Zentrierregel ergeben hatte.

Die Zentrierregel, nach welcher die Durchblickpunkte mit den Bezugspunkten der Gläser zusammenfallen sollen („Bezugspunktforderung") kann hingegen bei Einstärken-Nahbrillen für Fehlsichtige zu binokularen Schwierigkeiten führen. Hierbei ist zwar der Konvergenzbedarf beim Blick in die der Zentrierung der Nahbrille entsprechende Arbeitsentfernung gleich dem Konvergenzbedarf im freien Sehen, aber dieser Wert ist wegen der ständig getragenen Fernbrille ungewohnt. Die Abweichung von der gewohnten Konvergenzstellung der Augen ist bei Zentrierung der Einstärken-Nahbrille auf p_N um so größer, je stärker die Fernkorrektion ist. Außerdem würde diese Art der Zentrierung den Übergang auf Mehrstärkenbrillen unnötig erschweren.

c) Die Zentrierung von Mehrstärkenbrillen

Bei der Zentrierung der Grundgläser (Fernkorrektion) auf den Pupillenabstand p der Augen und nasaler Versetzung der Nahteile beider Gläser um je 2,5 mm ist die bei den Einstärken-Nahbrillen zuerst erörterte exakte Zentrierregel recht gut erfüllt. In diesem Fall bleibt die von der Fernbrille her gewohnte prismatische Nebenwirkung praktisch erhalten, denn beim Blick in die Nähe geht der Hauptstrahl des foveal abbildenden Strahlenbündels ungefähr durch die Mitte der Zusatzlinse, und nur die

Grundgläser üben ihre gewohnte prismatische Wirkung aus. Gleichzeitig wird die hier wichtige „Gesichtsfeldforderung" erfüllt. Im einzelnen wird über die Zentrierung von Mehrstärkenbrillen von anderen Autoren auf dieser Tagung berichtet.

4. Zusammenfassung

Unter der Voraussetzung von refraktiver und binokularer Vollkorrektion für die Ferne ergeben sich die folgenden Regeln für die horizontale Zentrierung von Nahbrillen:

a) Die Bezugspunkte der Gläser von Einstärken-Nahbrillen für Rechtsichtige sollen auf den gegenseitigen Abstand der Nahdurchblickpunkte zentriert werden (Abbildung 3).

b) Der Zentrierpunktabstand von Einstärken-Nahbrillen für Fehlsichtige soll der gleiche sein wie bei der Fernbrille (mit einer binokularen Toleranz von $1 \frac{\text{cm}}{\text{m}}$ Basis innen).

c) Bei Mehrstärkenbrillen sollen die Grundgläser (Fernkorrektion) wie bei der Fernbrille zentriert werden, und die Nahteile sollen entsprechend der Arbeitsentfernung und Grundglasstärke nasal dezentriert werden (Abb. 7).

5. Literatur

DIN 58 208: Begriffe und Zeichen bei Brillengläsern in Verbindung mit dem menschlichen Auge (April 1972).

Henker-Pistor: Einführung in die Brillenlehre (R. A. Lang Verlag, Pössneck-Jena, 1948, 203—210).

Wolfgang Roos: Über den Mittenabstand der Nahbrille (Der Augenoptiker 10, 1954, 5—10).

Wolfgang Roos: Über den Zusammenhang zwischen Akkommodation und Konvergenz (SOZ 1 und 2, 1956).

Wolfgang Roos: Über die Zentrierung der Gläser einer Nahbrille (5. Sonderdruck der WVA, 1956).

Erwin J. Daniels: Fortschritte in der optischen Brillenanpassung (Zeiss-Koll. 3, 1970, 5—10).

Heinz Diepes: Refraktion und Brillenzentrierung (Der Augenoptiker 12, 1972, 21—31).

Helmut Goersch: Einfluß prismatischer Nebenwirkungen in der Brillenoptik (Der Augenoptiker 10, 1971, 9—15).

Helmut Goersch: Grundlagen der optischen Anpassung von Anisometropen-Brillen (NOJ 7, 1974, 481—488).

Gütebestimmung im Augenoptikerhandwerk: Individuell angepaßte und handwerklich fertiggestellte Korrektionsbrillen RAL-RG 915 (Beuth-Vertrieb, Berlin, 1961).