

# Grundlagen der optischen Anpassung von Anisometropen-Brillen

VON DR. HELMUT GOERSCH

(Vortrag, gehalten auf dem 26. WVAO-Kongreß in Baden-Baden)

## 1. Allgemeine Regeln der optischen Brillenanpassung

### a) Grundbegriffe

Um eine einheitliche Bezeichnungsweise in der Brillenoptik zu erreichen, wurde die DIN 58 208 „Begriffe und Zeichen bei Brillengläsern in Verbindung mit dem menschlichen Auge“ geschaffen. Bei den folgenden Erläuterungen sind diejenigen Begriffe in Anführungszeichen gesetzt, deren Bedeutung durch diese Norm festgelegt ist.

Die „Bügelneigung“ (oder „Inklination“) ist der Winkel zwischen der Fassungsebene und der Mittellinie jedes der beiden Bügel. Die „Vorneigung der Fassung“ wird als Winkel zwischen der Lotrechten und der Fassungsebene gemessen (Winkel  $\alpha$  in Abb. 1). Diese Fassungs-vorneigung ist außer von der Bügelneigung auch von der Kopfhaltung abhängig, da der eine Schenkel des Winkels raumfest ist (Lotrechte), der andere jedoch kopffest (Fassungsebene). Deshalb ist die Vorneigung der Fassung durch die bei dem jeweiligen Meßverfahren erforderliche Kopf- und Körperhaltung mitbestimmt.

Die Blickrichtung waagrecht geradeaus wird als „Nullblickrichtung“ bezeichnet, sie liegt horizontal im Raum und ist damit unabhängig von einer Hebung oder Senkung des Kopfes. Dort, wo die Nullblickrichtung durch die Fassungsebene geht, befindet sich der „Nulldurchblickpunkt“ ( $O_B$  in Abb. 1). Die Höhenlage des Nulldurchblickpunktes in der Fassungsebene hängt von der Kopfhaltung ab; je mehr der Kopf gehoben wird, um so weiter wandert der Nulldurchblickpunkt an den unteren Rand der Fassung. Zur Festlegung des Nulldurchblickpunktes in der Fassungsebene muß also eine bestimmte Kopfhaltung gewählt werden, durch die dann auch die Vorneigung der Fassung gegeben ist.

Diejenige Stelle innerhalb der Scheibe, die zur Erfüllung einer bestimmten Schaufgabe am häufigsten benutzt wird, stellt den „Hauptdurchblickpunkt“ dar ( $H_B$  in Abb. 1). Die Blickrichtung durch diesen Punkt heißt „Hauptblickrichtung“. Bei Anisotropie ist es besonders wichtig, diese Hauptblickrichtung durch geschickte Befragung des Klienten und sorgfältige Beobachtung seiner Sehgewohnheiten möglichst genau zu ermitteln. Meistens ist die Hauptblickrichtung gegenüber der Nullblickrichtung nach unten geneigt (Winkel  $\epsilon$  in Abb. 1).

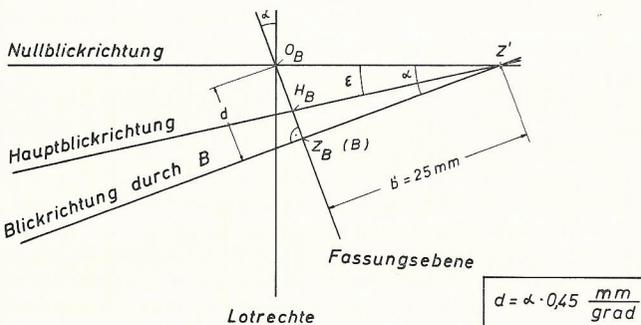


Abb. 1: Vorneigung der Fassung und Lage der Durchblickpunkte (Zeichenerklärung im Text).

Um ein Brillenglas richtig in die Fassung einzuschleifen, muß der „optische Zentrierpunkt“ festgelegt werden ( $Z_B$  in Abb. 1). Das ist derjenige Punkt innerhalb der Scheibe, mit dem sich der „Bezugspunkt“ (B) des Glases nach dem Einschleifen decken soll. Am Ort des Bezugspunktes herrscht die für das betreffende Brillenglas vorgeschrie-

bene Wirkung (sph, cyl, pr). Nur bei nichtprismatischen Gläsern ist der Bezugspunkt gleichzeitig der „optische Mittelpunkt“ (O) des Glases.

Alle Objektpunkte, die bei ruhig gehaltenem Kopf und bewegtem Auge fixiert, d. h. in der Mitte der Netzhautgrube abgebildet werden können, bilden das „Blickfeld“ des Auges. Für die optische Brillenanpassung sind die Erfordernisse des Blickfeldes von vorrangiger Bedeutung, die Regeln der Zentrierung beziehen sich daher auf das umherblickende Auge. Jede Blickrichtung ist durch eine entsprechende „Fixierlinie“ gekennzeichnet, welche den angeblickten Objektpunkt mit der Mitte der Eintrittspupille des Auges verbindet. Befindet sich vor dem Auge ein Brillenglas, so übernimmt der von diesem Glas entworfene Bildpunkt die Rolle des Objektpunktes. Die zu allen möglichen Blickrichtungen eines Auges gehörigen Fixierlinien schneiden sich im „optischen Augendrehpunkt“ innerhalb des Auges ( $Z'$  in Abb. 1). Dieser Punkt  $Z'$  ist die Mitte der wirksamen Blende für die foveal abbildenden Strahlenbündel bei allen möglichen Augenstellungen. Damit ist der optische Augendrehpunkt das Perspektivitätszentrum für das Blickfeld. Diese vom umherblickenden Auge vermittelte Perspektive (Hauptperspektive) trägt wesentlich zur monokularen räumlichen Orientierung bei.

### b) Monokulare Zentrierung

Auf die richtige Lage des optischen Augendrehpunktes relativ zum Brillenglas beziehen sich die Berechnungen der Gläserhersteller für die günstigste Durchbiegung der Brillengläser, um störende Abbildungsfehler (Astigmatismus schiefer Bündel und Abweichung von der Refraktionsrichtigkeit) möglichst gering zu halten. Deshalb muß durch die optische Anpassung die korrekte gegenseitige Lage von Brillenglas und optischem Augendrehpunkt hergestellt werden. Dieser Sachverhalt wird in der **Drehpunktforderung für die monokulare Zentrierung** ausgedrückt:

„Ein Brillenglas ist dann zum Auge richtig zentriert, wenn die Fixierlinie beim Blick durch den Bezugspunkt des Glases auf der vorderen Glasfläche senkrecht steht.“

Liegt im Bezugspunkt keine prismatische Wirkung vor, so kann die Drehpunktforderung einfacher formuliert werden:

„Ein nichtprismatisches Brillenglas ist dann zum Auge richtig zentriert, wenn die optische Achse des Glases durch den optischen Augendrehpunkt geht.“

Die Drehpunktforderung schafft einen Zusammenhang zwischen der zu bestimmenden Lage des optischen Zentrierpunktes und der Vorneigung der Fassung. Wird die Entfernung des Zentrierpunktes vom Nulldurchblickpunkt mit  $d$  bezeichnet, so gilt für die **Höhenzentrierung**:

$$d = \alpha \cdot 0,45 \frac{\text{mm}}{\text{grad}}$$

Diese Formel besagt:

„Für jedes Grad Vorneigung der Fassung soll der optische Zentrierpunkt um 0,45 mm unterhalb des Nulldurchblickpunktes liegen.“

Bei einer Vorneigung von beispielsweise  $\alpha = 12^\circ$  (wie sie beim Brillenanpaßgerät Centromatic benutzt wird) soll sich der Bezugspunkt des eingeschliffenen Glases also  $d = 5,4$  mm unterhalb des Nulldurchblickpunktes befinden, damit bei allen Blickbewegungen des Auges die Abbildungsfehler des Brillenglases am geringsten sind. Wird der Kopf soweit angehoben, bis die Fassung lotrecht steht

( $\alpha = 0$ ), dann fällt der Nulldurchblickpunkt mit dem optischen Zentrierpunkt zusammen.

Die Toleranz für die Einhaltung der Drehpunktforderung wird mit wachsendem Betrag des Scheitelbrechwertes des Glases geringer und beträgt bei  $\pm 4$  dpt etwa 3 mm in allen Richtungen, was in der Vertikalen einer Vorneigungsdifferenz von reichlich  $6^\circ$  entspricht. Bei geringen Gläserstärken darf der Bezugspunkt des eingeschlifften Glases also bis zu 3 mm von der **extra** ermittelten Lage des Zentrierpunktes abweichen, ohne daß die Abbildungsfehler ein störendes Ausmaß annehmen.

Bei Brillen mit beiderseits gleich starken Gläsern braucht der Zentrierpunkt also im allgemeinen nicht mit dem Hauptdurchblickpunkt bei natürlicher Kopf- und Körperhaltung zusammenzufallen. Es sollte lediglich darauf geachtet werden, daß sich die prismatische Wirkung des Glases im Hauptdurchblickpunkt von derjenigen im Bezugspunkt (Zentrierpunkt) um nicht mehr als ungefähr  $4 \Delta$  unterscheidet, da sonst eventuell störende Farbsäume und Verzeichnungen in der Hauptblickrichtung auftreten könnten. In solchem Fall (bei starken Gläsern) kann zur Erfüllung der Drehpunktforderung die Vorneigung der Fassung durch Verändern der Bügelneigung entsprechend abgeändert werden.

### c) Binokulare Zentrierung

Während eine richtige monokulare Zentrierung die Qualität der Abbildung gewährleistet, dient eine korrekte binokulare Zentrierung dem einwandfreien Zusammenspiel beider Augen. Der gegenseitige Abstand der beiden optischen Augendrehpunkte eines Augenpaares ist gleich dem „Pupillenabstand“ ( $p$ ), und auf diesen Abstand wird im allgemeinen der Mittenabstand der Refraktionsmeßbrille oder des Phoropters bei der Brillenglasbestimmung eingestellt. In jedem Fall ist dieser Mittenabstand als Vorschrift für den gegenseitigen Abstand der Bezugspunkte beider Gläser ein Bestandteil der Verordnung. Besonders bei Anisometropie sind eventuell vorhandene Unsymmetrien (unterschiedliche Entfernungen der Bezugspunkte von der Mittelsenkrechten der Fassung) zu beachten.

Durch den verordneten Mittenabstand ist der „Zentrierpunktabstand“ ( $z$ ) als gegenseitiger Abstand der beiden optischen Zentrierpunkte in der Fassungsebene vorgeschrieben, und die **binokulare Zentrierforderung** lautet:

„Der Zentrierpunktabstand soll gleich dem vorgeschriebenen Mittenabstand sein, wobei eventuell Unsymmetrien zu berücksichtigen sind.“

Jede Abweichung von dieser Forderung ergibt eine unerwünschte Differenz der prismatischen Wirkungen in den Durchblickpunkten beider Gläser. Eine durch falsche Zentrierung entstandene prismatische Wirkung der Gläser muß vom Augenpaar durch fusionale Vergenz überwunden werden, weil sonst Doppelbilder auftreten würden. Sehbeschwerden können die Folge sein.

Aufgrund praktischer Erfahrungen sind für die durch Abweichung von der korrekten Zentrierung entstehenden prismatischen Wirkungen zulässige Höchstwerte zu empfehlen. Diese **Toleranzen bei der binokularen Zentrierung** betragen:

1. horizontal: a) bei Fernbrillen:  $1 \Delta$  B. a.  
b) bei Nahbrillen:  $1 \Delta$  B. i.
2. vertikal:  $0,5 \Delta$ .

Diese Werte stellen die zulässigen binokularen prismatischen Abweichungen gegenüber der Verordnung dar. Bei nichtprismatischen Gläsern sind es die zulässigen Differenzen der prismatischen Wirkungen in den Zentrierpunkten, bei prismatischen Gläsern die zulässigen Abweichungen vom verordneten Prisma. Bei Fernbrillen ist die Richtung der Toleranz Basis außen, da Prismen mit Basis außen eine adduzierende Wirkung besitzen, d. h. sie zwingen das Augenpaar zur Konvergenz, und Konvergieren fällt leichter als Divergieren. Bei Nahbrillen besitzt die Toleranz die Basislage innen, da Prismen mit Basis innen abdu-

zierend wirken, d. h. sie zwingen die Augen zur Divergenz (bezogen auf die richtige Stellung). Im Fall der Nahbrille wird dadurch der Konvergenzbedarf verringert, die Augen brauchen dann also weniger konvergent zu stehen. Zum Ausgleich vertikalprismatischer Wirkungen müssen die Augen eine Schielstellung in der Höhe einnehmen, was schneller zu Beschwerden führen kann als eine fusionale Vergenz in der Horizontalen. Deshalb ist die Höhentoleranz nur halb so groß wie die Toleranz in der Waagerechten. Die Basislage der Höhentoleranz ist oben oder unten, denn für das Anstrengungsgefühl ist es gleichgültig, welches Auge von der korrekten Richtung nach oben und welches nach unten abweicht.

Nur wenn der vorgeschriebene Zentrierpunktabstand gleich dem Pupillenabstand ist, kann die Drehpunktforderung für beide Gläser gleichzeitig **exakt** erfüllt werden. Da eine Störung des Muskelgleichgewichtes eher zu Beschwerden führt als eine etwas verschlechterte Abbildung, gilt in jedem Fall die **Regel**:

„Können monokulare und binokulare Zentrierforderungen nicht gleichzeitig erfüllt werden, so hat die korrekte binokulare Zentrierung Vorrang vor der monokularen.“

Es wäre also falsch, den vorgeschriebenen Zentrierpunktabstand zu ändern, nur weil er nicht gleich dem Pupillenabstand ist.

## 2. Optische Anpassung von Anisometropen-Brillen

### a) Vertikale Zentrierung

Die Zentrierung einer Anisometropen-Brille ist im wesentlichen ein binokulares Problem. Da zur Korrektur eines anisometropen Augenpaares Brillengläser mit unterschiedlichen Scheitelbrechwerten notwendig sind, ist ein anstrengungsfreies Binokularsehen nur beim Blick durch die Bezugspunkte der korrekt verordneten Gläser möglich. Für alle anderen Blickrichtungen weichen die prismatischen Wirkungen in den Durchblickpunkten der Gläser vom vorgeschriebenen Wert ab, was zu einer Fusionsbelastung des Augenpaares führt (Abb. 2). Deshalb müssen die Bezugspunkte beider Gläser mit den Hauptdurchblickpunkten zur Deckung gebracht werden. Die Höhenzentrierung ist hier also nicht mehr in erster Linie durch die Vorneigung der Fassung bestimmt, sondern in jeder Scheibe soll der optische Zentrierpunkt in Höhe des sorgfältig zu ermittelnden Hauptdurchblickpunktes liegen.

$$d_2 = d_1 \cdot \frac{1 - b' \cdot S_1'}{1 - b' \cdot S_2'}$$

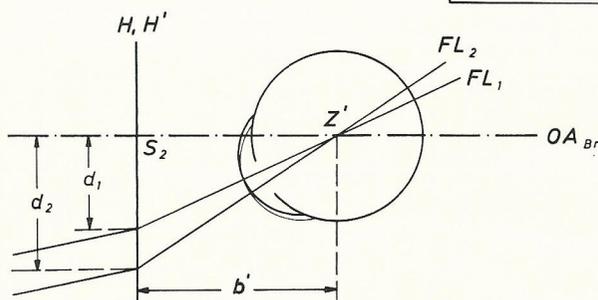
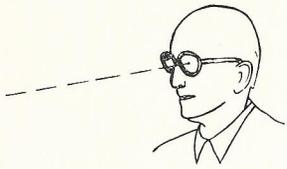


Abb. 2: Vergenz eines Augenpaares hinter unterschiedlich starken Brillengläsern.

Um nun die Drehpunktforderung zu erfüllen, muß die Vorneigung der Fassung bei natürlicher Kopf- und Körperhaltung der Höhe der Zentrierpunkte angepaßt werden (in Abb. 1 müßte also  $\alpha = \epsilon$  werden), was durch Änderung der Bügelneigung zu erreichen ist. Für die **Höhenzentrierung bei Anisometropie** gilt daher:

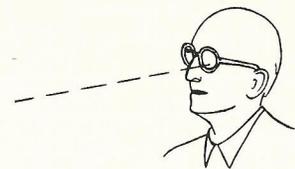
„Optischer Zentrierpunkt und Hauptdurchblickpunkt sollen zusammenfallen, und die Vorneigung der Fassung soll bei natürlicher Kopf- und Körperhaltung gleich dem Winkel zwischen der Nullblickrichtung und der Hauptblickrichtung sein.“



**richtig zentriert**



**Bezugspunkte liegen zu hoch**



**Bezugspunkte liegen zu tief**

Abb. 3: Einfluß der Höhenzentrierung bei Anisometropie auf die Kopfhaltung.

Nach dieser Regel liegen die Zentrierpunkte für beide Seiten in gleicher Höhe (d. h. auf einer waagerechten Linie), außer wenn bei unterschiedlicher Augenhöhe eine andere Zentrierung vorgeschrieben ist. Von der gleichen Höhe der optischen Zentrierpunkte gegenüber den Nulldurchblickpunkten darf nicht abgewichen werden, es gibt also keine binokulare Höhentoleranz bei Anisometropie.

Weichen die Hauptblickrichtungen für Ferne und Nähe voneinander ab, so muß der anisometropen Träger einer Einstärkenbrille seinen Kopf entsprechend senken, um auch beim Sehen in die Nähe durch die Bezugspunkte seiner Gläser zu blicken. Deshalb sollte er gegebenenfalls für Ferne und Nähe zwei unterschiedlich zentrierte Einstärkenbrillen erhalten, auch wenn für die Nähe noch keine Addition notwendig ist.

Bei einer Anisometropen-Brille mit Mehrstärkengläsern ergibt sich unabhängig von der Höhe der (beiderseits gleichen) Addition eine prismatische Höhendifferenz in den Nahdurchblickpunkten beider Gläser, die nur durch die Stärke der Grundgläser bedingt ist. Damit auch beim Blick in die Nähe ein anstrengungsfreies Binokularsehen möglich wird, kann dieser prismatische Unterschied durch ein „Höhen-Ausgleichsprisma“ ( $P_H$ ) beseitigt werden. Wird der Scheitelbrechwert des mathematisch schwächeren Glases (d. h. des stärker negativen oder des schwächer positiven) mit  $S'_1$  bezeichnet und der des mathematisch stärkeren mit  $S'_2$ , dann ist

$$\Delta S' = S'_2 - S'_1$$

die anisometropische Differenz der Gläser. Wenn  $d_H$  die Entfernung der Nahdurchblickpunkte von den Bezugspunkten der Grundgläser ist, dann wird das notwendige Höhen-Ausgleichsprisma nach der Prentice-Formel berechnet:

$$P_H = d_H \cdot \Delta S'$$

( $d_H$  in cm und  $\Delta S'$  in dpt liefert  $P_H$  in  $\Delta$ ).

Das Höhen-Ausgleichsprisma wird stets im Naheile des mathematisch schwächeren Glases angebracht, da es aus technischen Gründen mit Basis oben hergestellt wird.

### b) Horizontale Zentrierung

Für den gegenseitigen Abstand der beiden in der richtigen Höhe ermittelten Zentrierpunkte muß wie bei jeder Brille der in der Verordnung vorgeschriebene Wert eingehalten werden. Bei Anisometropie gibt es für diesen Zentrierpunkt Abstand jedoch keine Toleranz, da jede Abweichung eine störende prismatische Wirkung zur Folge hat. Aber selbst bei korrekt eingehaltenem Zentrierpunkt Abstand tritt hier noch (im Gegensatz zur Brille mit beiderseits gleichen Gläsern) eine Beeinflussung des binokularen Sehens auf, wenn die Bezugspunkte der Gläser nicht symmetrisch zur Lage der Augenpupillen bei Nullblickrichtung liegen (siehe Abschnitt c), für die **Zentrierung von Anisometropen-Brillen in der Horizontalen** gilt deshalb:

„Der vorgeschriebene Zentrierpunkt Abstand soll genau eingehalten werden, und die Bezugspunkte dürfen bei korrektem gegenseitigen Abstand nicht seitlich gegenüber den Nulldurchblickpunkten verschoben sein.“

### c) Auswirkungen falscher Zentrierung

Befinden sich die Bezugspunkte beider Gläser in anderer Höhe als die Hauptdurchblickpunkte bei normaler Kopf- und Körperhaltung, dann müßten die Augen für die Hauptblickrichtung eine fusionale Vertikalvergenz aufbringen. Deshalb wird der anisometropen Brillenträger den Kopf heben oder senken, um in der über längere Zeit benutzten Blickrichtung durch die Bezugspunkte seiner Gläser zu blicken (Abb. 3). Eine unnatürliche Kopfsenkung oder -hebung läßt daher oft auf falsche Höhenzentrierung bei Anisometropie schließen (optischer Stiernacken oder optische Hochnäsigkeit).

Liegen die Bezugspunkte beider Gläser verschieden hoch (bei gleicher Augenhöhe), so gibt es wegen der unterschiedlichen Gläserstärken zwei in gleicher Höhe befindliche Stellen, in denen die prismatische Wirkung beider Gläser den vorgeschriebenen Wert besitzt. Diese Stellen werden dann vom Augenpaar als Durchblickpunkte benutzt, was wiederum zu einer unnatürlichen Kopfhaltung führen kann.

Ist der Zentrierpunkt Abstand korrekt eingehalten, sind aber die Bezugspunkte gegenüber der Lage der Nulldurchblickpunkte seitlich verschoben, so muß der anisometropen Brillenträger eine seitliche Blickbewegung machen und in entgegengesetzter Richtung den Kopf drehen, um nach vorne zu blicken (Abb. 4). Auch eine solche Kopfhaltung läßt meist auf falsche Zentrierung bei Anisometropie schließen (optischer Schrägblick).

Wenn der gegenseitige Abstand der Bezugspunkte beider Gläser falsch ist, gibt es wegen der unterschiedlichen Gläserstärken zwei Stellen im korrekten Abstand voneinander, in denen die prismatische Wirkung beider Gläser den richtigen Wert hat. Genau wie bei falscher Höhenzentrierung sucht sich das Augenpaar diese Stellen für die Hauptblickrichtung in die Ferne. Dabei entsteht wieder eine schräge Kopfhaltung.

Bei einer Einstärken-Nahbrille sind Zentrierfehler in der Horizontalen nicht so kritisch, weil hierbei auch der betrachtete Gegenstand (etwa ein Buch) unter Beibehaltung einer normalen Kopfhaltung seitlich verschoben werden kann.

Nach den bisherigen Erörterungen ist ein anisometropen

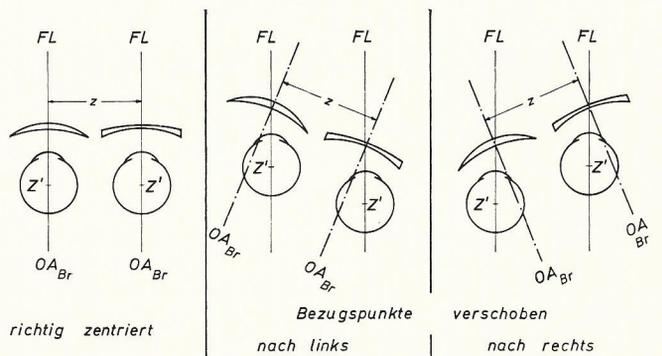


Abb. 4: Einfluß der horizontalen Zentrierung bei Anisometropie auf die Kopfhaltung.

Brillenträger gegenüber dem Träger einer Brille mit beiderseits gleich starken Gläsern wenigstens in dem Fall im Vorteil, in dem seine Brille von einem ungenau angepassten Augenoptiker angefertigt wurde. In den Gläsern einer falsch zentrierten Anisometropen-Brille gibt es nämlich stets zwei gleich hohe Stellen im richtigen gegenseitigen Abstand mit der vorgeschriebenen prismatischen Differenz, die sich das Augenpaar (allerdings mit unnatürlicher Kopfhaltung) als Hauptdurchblickpunkte sucht. Liegen dagegen die Bezugspunkte gleich starker Gläser unterschiedlich hoch oder ist ihr gegenseitiger Abstand falsch, so ist das Augenpaar mit dieser Brille bei jeder Blickrichtung zu einer fusionalen Vergenz gezwungen, was zu Beschwerden führen kann.

Die beste Anpassung einer Anisometropen-Brille nützt jedoch nichts, wenn die binokulare Brillenglasbestimmung nicht korrekt durchgeführt worden ist. Wurde eine geringe Heterophorie nicht erkannt oder nicht voll korrigiert, dann sucht sich das Augenpaar (wieder bei unnatürlicher Kopfhaltung) zum anstrengungsfreien Binokularsehen diejenigen Durchblickpunkte, deren prismatische Differenz den vorhandenen Stellungsfehler am besten kompensiert. Auch das kann gegenüber dem Brillenträger mit beiderseits gleichen Refraktionen ein Vorteil sein, wenn nämlich der Brillenbestimmer eine binokular ungenaue Verordnung geliefert hat. Andererseits geht daraus hervor, daß eine unnatürliche Kopfhaltung nicht nur durch falsche Anpassung einer Anisometropen-Brille bei richtiger Verordnung, sondern auch durch eine binokular falsche Verordnung bei korrekter Anpassung entstehen kann.

### 3. Binokulares Gebrauchsblickfeld bei Anisometropen-Brillen

Wenn die optische Anpassung einer Anisometropen-Brille aufgrund einer korrekten Verordnung exakt durchgeführt wurde, ergibt sich trotzdem für das binokulare Gebrauchsblickfeld eine Einschränkung im Vergleich zu einer Brille mit beiderseits gleichen Gläsern. Der anisometrope Brillenträger wird daher mehr Kopfbewegungen und weniger Blickbewegungen ausführen.

Wird ein fernes, seitlich der optischen Achse der Gläser befindliches Objekt angeblickt, so sind die Durchblickstellen in beiden Gläsern verschieden weit von den Bezugspunkten entfernt, da die parallel einfallenden Hauptstrahlen nach der in beiden Gläsern unterschiedlichen Brechung als Fixierlinien durch die optischen Augendrehpunkte gehen (Abb. 2). Werden diese Entfernungen  $d_1$  und  $d_2$  genannt, so besteht zwischen ihnen der Zusammenhang:

$$d_2 = d_1 \cdot \frac{1 - b' \cdot S'_1}{1 - b' \cdot S'_2}$$

Dabei ist  $b'$  der „Drehpunkt-Scheitelabstand“, das ist der Abstand des optischen Augendrehpunktes vom augenseitigen Brillenglassscheitel. ( $b'$  ist ungefähr 13 mm größer als der „Hornhaut-Scheitelabstand“). Unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Durchblickentfernungen in beiden Gläsern ergibt sich für die (eine fusionale Vergenz erzwingende) prismatische Differenz  $\Delta P$  in den Durchblickpunkten:

$$\Delta P = \frac{d_1 \cdot \Delta S'}{1 - b' \cdot S'_2}$$

Diese binokulare Prismenwirkung ist in Abb. 5 für einen Blickwinkel von ungefähr  $10^\circ$  gegenüber der optischen Achse der Brillengläser (bzw. gegenüber der Blickrichtung durch die Bezugspunkte) dargestellt. Daraus ist ersichtlich, daß nicht nur die anisometropische Differenz, sondern auch die Stärke der einzelnen Gläser für die auftretende Prismenwirkung maßgebend ist. Bei einer bestimmten anisometropischen Differenz ist die erzwungene fusionale Vergenz der Augen um so größer, je stärker die Gläser im mathematischen Sinne sind. Deshalb wird die Vollkorrek-

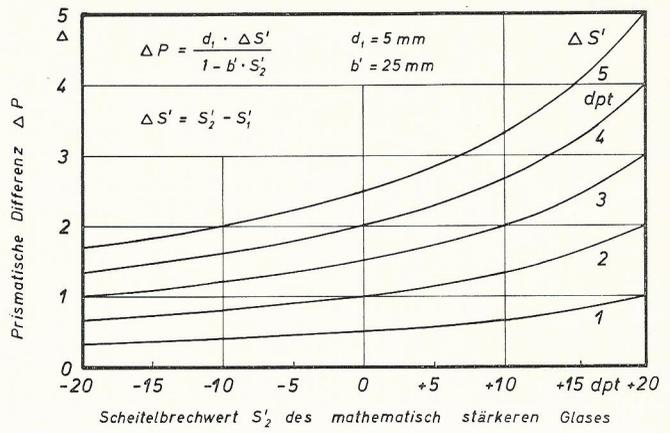


Abb. 5: Prismatische Differenz in den Durchblickpunkten bei Anisometropie für einen Blickwinkel von ungefähr  $10^\circ$ .

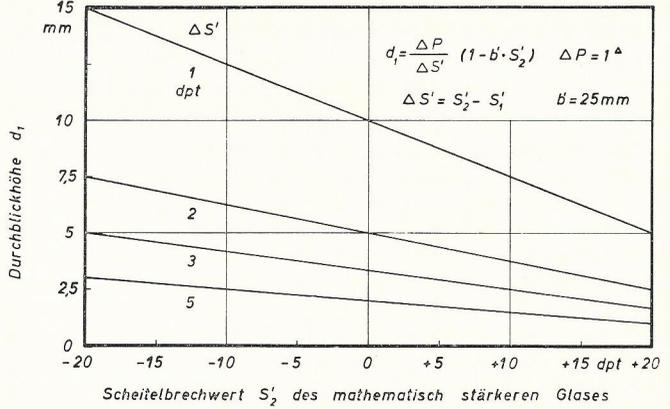


Abb. 6: Durchblickentfernung  $d_1$  vom Bezugspunkt des mathematisch schwächeren Glases, bei welcher eine fusionale Vergenz von  $1 \Delta$  erforderlich ist.

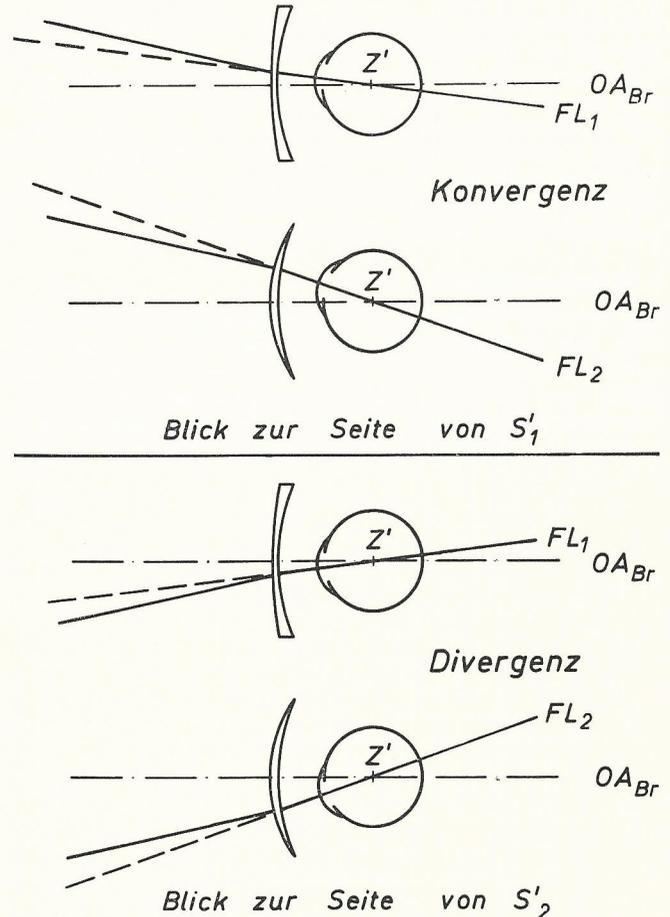


Abb. 7: Horizontale Vergenzen bei seitlichem Blick durch korrekt zentrierte Gläser unterschiedlicher Stärke.

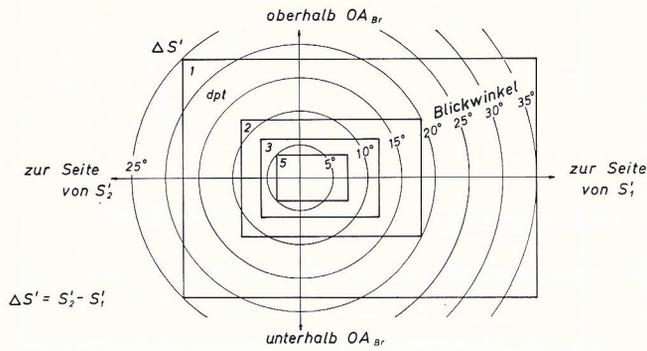


Abb. 8: Schematische Darstellung der binokularen Gebrauchsblickfelder bei einer anisometrischen Differenz von 2 dpt für eine maximale Vertikalvergenz und Divergenz von 1  $\Delta$ , Konvergenz von 2  $\Delta$  ( $S_2'$ : Scheitelbrechwert des mathematisch stärkeren Glases).

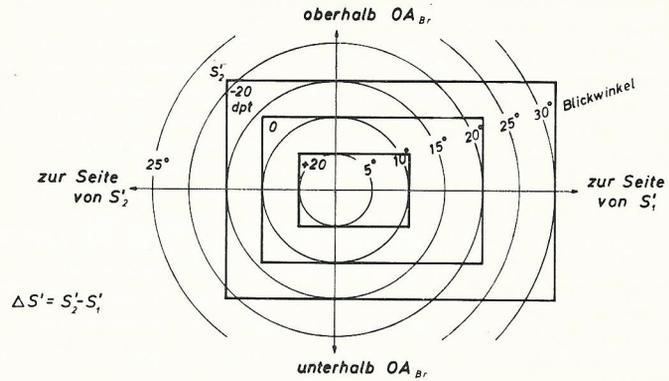


Abb. 9: Schematische Darstellung der binokularen Gebrauchsblickfelder bei verschiedenen anisometrischen Differenzen  $\Delta S'$  und einem Scheitelbrechwert  $S_2' = 5$  dpt des mathematisch stärkeren Glases für eine maximale Vertikalvergenz und Divergenz von 1  $\Delta$  Konvergenz von 2  $\Delta$ .

*Texte vertauscht*

tion kurzsichtiger Anisometropien oft besser vertragen als die von übersichtigen Anisometropien, denn sie gestattet größere Blickwinkel.

In Abb. 6 ist dargestellt, bei welchen Durchblickentfernungen vom Bezugspunkt eine prismatische Differenz von 1  $\Delta$  erreicht wird. Die zugehörigen Blickwinkel sind in Winkelgraden gemessen etwa doppelt so groß wie die in Millimetern gemessenen Durchblickentfernungen. Die Bereiche oberhalb und unterhalb der optischen Achse (bzw. Bezugspunkte) der Gläser sind gleichwertig, da das Augenpaar beim Blick geradeaus nach oben oder unten zu einer fusionalen Vertikalvergenz gezwungen wird. Bei seitlichem Blick wirken die prismatischen Differenzen jedoch insofern unterschiedlich auf die Augen (Abb. 7), als beim Blick zur Seite des mathematisch stärkeren Glases ein fusionaler Divergenzdruck und zur anderen Seite ein Konvergenzdruck ausgeübt wird.

Zur Abschätzung des binokularen Gebrauchsblickfeldes soll nun die Annahme gemacht werden, daß eine fusionale Vertikalvergenz oder Divergenz von 1  $\Delta$  und eine Konvergenz von 2  $\Delta$  kurzzeitig ohne größere Anstrengung möglich ist. Mit dieser Annahme ergeben sich die in den Abb. 8 und 9 schematisch skizzierten Gebrauchsblickfelder, die horizontal nicht mehr symmetrisch sind. Zum Fixieren von Objekten außerhalb dieser Blickfelder werden Blickbewegungen durch Kopfbewegungen ersetzt.

#### 4. Zusammenfassung

Die optische Anpassung einer Anisometropen-Brille ist stets mit besonderer Sorgfalt vorzunehmen, wobei die Zentrierung von Gläsern für eine Fernbrille kritischer ist als für eine Nahbrille. Voraussetzung für den Erfolg einer korrekten Zentrierung ist das Muskelgleichgewicht des Augenpaares für die Hauptblickrichtung. Dieses ist bei der

Brillenglasbestimmung zu kontrollieren und gegebenenfalls durch prismatische Vollkorrektur herzustellen. Auch bei korrekter Anpassung ist das binokulare Gebrauchsblickfeld unsymmetrisch eingeschränkt, weshalb Blickbewegungen durch Kopfbewegungen ersetzt werden.

Die Grundregeln der Anpassung von Anisometropen-Brillen lauten:

##### Regel 1:

Die optischen Zentrierpunkte sollen in Höhe der Hauptdurchblickpunkte liegen, und die Fassung soll so weit vorgelegt werden, wie die Hauptblickrichtung gegenüber der Waagerechten nach unten geneigt ist.

##### Regel 2:

Der vorgeschriebene Zentrierpunktabstand soll ohne Toleranz und ohne seitliche Verschiebung eingehalten werden.

##### Regel 3:

Bei Mehrstärkengläsern soll für den Nahdurchblickpunkt ein Höhen-Ausgleichsprisma vorhanden sein.

#### 5. Literatur

DIN 58 208: Begriffe und Zeichen bei Brillengläsern in Verbindung mit dem menschlichen Auge (April 1972)  
 Hans-Joachim Haase: Kritische Punkte in der optischen Brillenanpassung (Optometrie, Heft 5 und 6, 1960; Heft 1 und 2, 1961)  
 Günter Dieckmann: Der prismatische Höhenausgleich bei Mehrstärkengläsern (NOJ, April 1968)  
 Hermann Weinhold: Die prismatische Wirkung von Brillengläsern (Augenoptik 1, 1965, 23—27)  
 Helmut Goersch: Einfluß prismatischer Nebenwirkungen in der Brillenoptik (Der Augenoptiker 10, 1971, 9—15)