

5.3 Zentrierung und Sitz der Brille

B. Lachenmayr

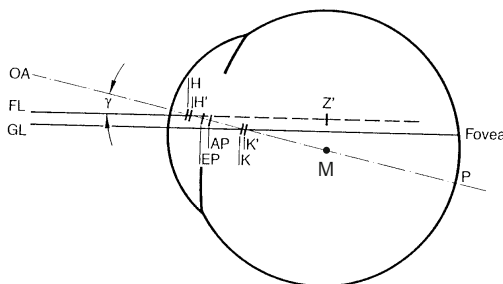
5.3.1 Einführung

Die Brille muss korrekt vor dem Augenpaar des Brillenträgers zentriert sein, um eine gute Verträglichkeit zu gewährleisten. Es gibt (theoretische) Forderungen zur Zentrierung, die aber in der Praxis nicht oder nur mit sehr großem Aufwand nachvollziehbar sind. Daher werden vereinfachte Vorgehensweisen und Faustregeln zur Überprüfung der Zentrierung dargelegt, um in der Praxis die Zentrierung der Brille einfach und schnell zu beurteilen. Es gibt bestimmte Toleranzbereiche, um welchen Betrag ein Brillenglas dezentriert sein darf. Diese muss der Augenarzt kennen, um abschätzen zu können, ob die Zentrierung einer Brille noch im Rahmen der zulässigen Toleranz liegt oder ob die Toleranz überschritten wird. Details zur Brillenglaszentrierung finden sich in der RAL-RG 915 „Gütebestimmungen im Augenoptikerhandwerk“ [77]. Die RAL-RG 915 war zu keinem Zeitpunkt eine echte Norm, sondern letztlich nur eine Empfehlung, die vom Augenoptikerhandwerk vor vielen Jahren herausgegeben wurde und für Jahrzehnte die Basis für die Fertigung von Brillen war. Im Jahre 2010 wurde eine Norm verabschiedet, die DIN EN ISO 21 987 „Fertig montierte Korrektionsbrillen“ [17]. Der Vorteil der DIN EN ISO 21 987 gegenüber der RAL-RG 915 besteht darin, dass Sie eine weltweit verbindliche Norm darstellt im Gegensatz zur RAL-RG 915. Außerdem sind

auch konkrete Vorgaben für Gleitsichtgläser enthalten. Der Nachteil besteht darin, dass die DIN EN ISO 21 987 in vielen Punkten hinter den deutlich schärferen Anforderungen der RAL-RG 915 zurückbleibt und auch diverse Aspekte der Brillenanpassung nicht behandelt, z.B. Vorgaben zur Inklination der Brillengläser und zur Anpassung am Kopf des Patienten. Insgesamt tun die Augenoptiker gut daran, sich nach wie vor an den sehr viel differenzierteren und physiologisch begründeten Forderungen der RAL-RG 915 zu orientieren und nicht an den doch in vielen Punkten deutlich gelockerten Vorgaben der DIN EN ISO 21 987. Im Folgenden sollen die Prinzipien der Brillenglaszentrierung von physiologischer Seite her behandelt werden und auch die Grenzwerte der RAL-RG 915 wiedergegeben werden. Der Leser muss allerdings berücksichtigen, dass im Einzelfall die lockereren Werte der DIN EN ISO 21 987 Gültigkeit haben, ehe er eine Auseinandersetzung mit einem Optiker wegen einer möglicherweise falschen Brillenglaszentrierung vom Zaune bricht.

5.3.2 Optischer Augendrehpunkt Z'

Wenn es um die Beurteilung der Brillenglaszentrierung geht, so muss zunächst der Punkt bekannt sein, um den sich das Auge bei der Bewegung in der Orbita dreht. Geometrisch-optisch wird der **optische Augendrehpunkt Z'** vom **mechanischen Augendrehpunkt M** unterschieden (► Abb. 5.17). Der optische Augendrehpunkt Z' ist der Fußpunkt des Lotes vom mechanischen Augendrehpunkt M auf die Fixierlinie bei Nullblickrichtung. Dabei ist der mechanische Augendrehpunkt M der Mittel-



- OA = optische Achse (verläuft durch H, H', EP, AP, K und K')
- FL = Fixierlinie (Objektpunkt - Mitte EP)
- GL = Gesichtslinie = Sehachse (Objektpunkt - Bildpunkt in der Fovea)
- Z' = Optischer Augendrehpunkt

Abb. 5.17 Optischer Augendrehpunkt Z' und mechanischer Augendrehpunkt M. H und H' bezeichnen die Hauptpunkte, K und K' die Knotenpunkte. EP und AP bezeichnen die Mitten der Ein- und Austrittspupille, P ist der hintere Augenpol. Der Winkel γ ist definiert durch den Winkel zwischen der optischen Achse OA und der Fixierlinie FL.

punkt der Kugelfläche, die durch die Fixierlinien bei Blickbewegungen des Auges in alle möglichen Raumrichtungen gebildet wird. Die Nullblickrichtung ist die Richtung der Fixierlinie beim Blick geradeaus in die Ferne. Die Komplexität dieser Definition macht klar, dass der optische Augendrehpunkt Z' und auch der mechanische Augendrehpunkt M in der Praxis unmittelbarer Messung nicht zugänglich sind, sondern lediglich für theoretische Berechnungen herangezogen werden können. Daher kann auf diese Begriffe in der Praxis nicht zurückgegriffen werden. Für die folgenden vereinfachenden Überlegungen soll der optische Augendrehpunkt Z' annähernd in der geometrischen Mitte des Bulbus angenommen werden.

5.3.3 Drehpunktforderung

Die Drehpunktforderung besagt: **Eine Brille ist nach der Drehpunktforderung zentriert, wenn die optischen Achsen der Brillengläser durch die optischen Augendrehpunkte Z' verlaufen** (► Abb. 5.18). Sinn dieser Forderung ist eine optimale Ausnutzung der punktuell abbildenden Eigenschaften des Brillenglases.

5.3.4 Bezugspunktforderung

Die Bezugspunktforderung besagt: Eine Brille ist nach der Bezugspunktforderung zentriert, wenn die Sehachsen beider Augen durch die Bezugspunkte der Brillengläser verlaufen. Der Bezugspunkt eines Brillenglases ist derjenige Punkt auf der objektseitigen Fläche des Glases, in dem die

vorgeschriebene dioptrische Wirkung für den Gebrauchsstrahlengang herrschen soll. In ► Abb. 5.18 sind die Bezugspunkte mit B bezeichnet. Für Gläser ohne prismatische Wirkung ist der Bezugspunkt gleich dem optischen Mittelpunkt O , der als Durchtrittsstelle der optischen Achse definiert ist (Scheitelpunkt). Der Sinn der Bezugspunktforderung besteht darin, die Gläser so zu zentrieren, dass die gewünschte dioptrische Wirkung des Glases auch dort vorliegt, wo sie hingehört, nämlich auf der Sehachse.

5.3.5 Brillenglaszentrierung in der Praxis

Drehpunktforderung und Bezugspunktforderung sind die beiden wesentlichen theoretischen Zentrierungsforderungen für die Brille. Problem ist allerdings in der Praxis, dass sie unmittelbarer Kontrolle oft nicht zugänglich sind, da beispielsweise der optische Augendrehpunkt Z' realiter nicht bekannt ist. In vielen Fällen können sie auch nicht gleichzeitig erfüllt werden. Folglich benötigen wir für die praktische Tätigkeit einfachere Zentrierungsforderungen, die auch unmittelbarer Überprüfung zugänglich sind.

Einfachere praktische Anforderungen an die Brillenglaszentrierung können wie folgt formuliert werden:

- **Die optischen Mitten der Brillengläser sollen in der Hauptblickrichtung mit den Pupillennitten zusammenfallen.** Die optischen Mitten der Brillengläser sind am Scheitelbrechwertmesser problemlos aufzufinden. Ebenso ist es mit hinreichender Genauigkeit möglich, beim Brillenträger in Hauptblickrichtung die Pupillennitten auf dem Brillenglas zu markieren, so dass diese Forderung praktisch einfach überprüft werden kann.
- Eine demgegenüber vereinfachte Forderung, die nicht auf die relative Lage von Pupille und optischer Mitte abzielt ist die folgende Empfehlung: **Mittenabstand $MA =$ Pupillendistanz PD**
Man geht davon aus, dass dann, wenn die Pupillendistanz gleich groß ist wie der Mittenabstand der Gläser, keine das Tragen der Brille beeinträchtigende Dezentrierung auftreten kann. Gleichsinnige Versetzungen der Gläser sind in gewissen Grenzen physiologisch-optisch belanglos. Auch diese Forderung ist einfach zu kontrollieren.

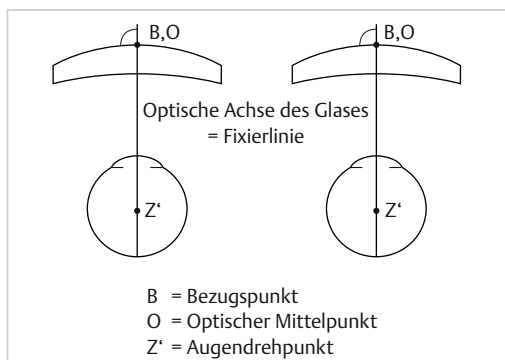


Abb. 5.18 Drehpunktforderung. Die Drehpunktforderung besagt, dass die optischen Achsen der Brillengläser durch die optischen Augendrehpunkte Z' verlaufen sollen.

- Man gibt sich dann mit der Zentrierung einer Brille zufrieden, wenn sie beschwerdefrei getragen wird, wenn also beschwerdefreies binokulares Sehen möglich ist. Dabei wird auf jegliche Kontrolle der Zentrierung verzichtet.

5.3.6 Prismatische Abweichung bei Dezentrierung

Warum kann bei Dezentrierung eines Brillenglases eine Unverträglichkeit resultieren? Prinzipiell führt jede Dezentrierung eines Brillenglases zu einer prismatischen Abweichung. Geringe prismatische Wirkungen werden ja gerade durch Dezentrierung von Gläsern erzeugt (Kap. 5.4). Es wurde bereits erwähnt, dass eine **seitengleiche Versetzung** beider Gläser vor den Augen physiologisch-optisch nicht wirksam ist, da es nur zu einer Parallelverschiebung der Strahlengänge kommt. Problematisch ist demgegenüber der Fall, dass eine **gegen-sinnige Versetzung** der Brillengläser vor rechtem und linkem Auge vorliegt, was anhand eines Beispiels verdeutlicht werden soll. Betrachten wir den Fall, dass der Mittenabstand einer Brille deutlich größer ausgefallen ist als die Pupillendistanz, also den Fall, der in der Praxis sehr viel häufiger vorkommt als die umgekehrte Konstellation (► Abb. 5.19). Befinden sich in der Brille Gläser mit positiver Wirkung, so muss der Brillenträger, will er ein Objekt im Unendlichen binokular einfach sehen, etwas konvergieren, da er eine prismatische Ablenkung beider Augen in Richtung Divergenz erfährt. Es wird also bei Blick in die Ferne dauerhaft die Konvergenz beansprucht, was unphysiologisch ist. Befinden sich in der Brille Minusgläser, wie dies im unteren Bild gezeichnet ist, so muss der Brillenträger, will er ein Objekt im Unendlichen binokular einfach sehen, divergieren, was noch unphysiologischer ist, da bekanntlich die motorische Fusion in die Divergenz sehr viel geringer ist als die motorische Fusion in die Konvergenz. Hieraus wird klar, dass dezentrierte Brillengläser unnötigerweise zu einer Belastung der Fusion führen. Es wird auch klar, dass es stets eine „kritische“ und eine „unkritische“ Richtung gibt. Eine Belastung der Konvergenz ist weniger kritisch als eine Belastung der Divergenz oder der Höhe. Führt eine Dezentrierung der Brille zu einer Belastung der Divergenz oder der Höhenfusion, so führt sie sehr viel eher zu Unverträglichkeiten als bei Belastung der Konvergenz.

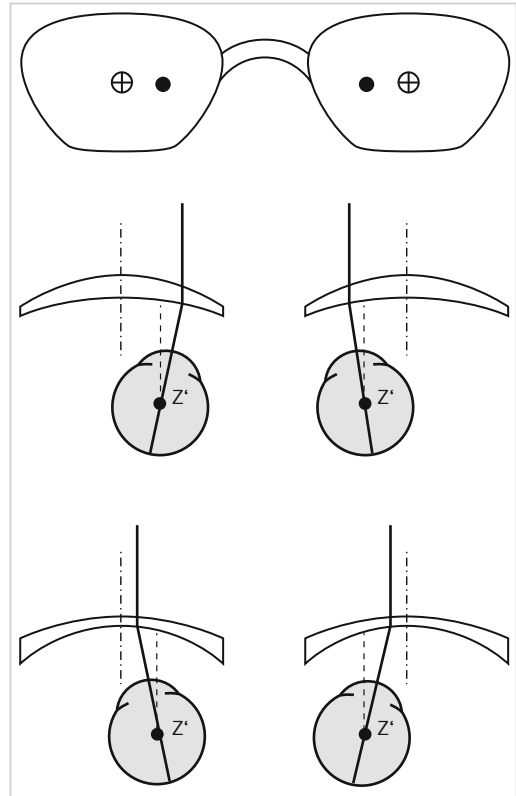


Abb. 5.19 Mittenabstand > Pupillendistanz. Die optischen Mitten der Brillengläser sind durch die Kreuze gegeben, die schwarzen Punkte bezeichnen die Pupillen. Somit ist im vorliegenden Fall der Mittenabstand größer als die Pupillendistanz, d. h. beide Brillengläser sind nach temporal dezentriert. Dies führt im Falle einer Pluswirkung zu einer Belastung der Konvergenz (Mitte), im Falle der Minuswirkung zu einer Belastung der Divergenz (unten).

5.3.7 Zulässige prismatische Abweichung bei Dezentrierung

Die bereits erwähnte RAL-RG 915 „Gütebestimmungen im Augenoptikerhandwerk“ regelt im Detail die Toleranzen für Zentrierung und Sitz der Brille. ► Tab. 5.3 gibt die Toleranzbereiche für die zulässige prismatische Abweichung [$^{\text{cm}}/\text{m}$] bei Dezentrierung von Brillengläsern an. Die Toleranzen sind für unterschiedliche Brillenglasstärken abgestuft. Es zeigt sich, dass die Anforderungen für die kritische Richtung, die mit Belastung der Divergenz oder Höhenfusion einhergeht, schärfer sind als die Toleranzen für die weniger kritische Richtung.

Tab. 5.3 Zulässige prismatische Abweichung [cm/m] bei Dezentrierung [77]

Scheitelbrechwert [\pm dpt]	horizontal		vertikal
	„kritische“ Richtung	„weniger kritische“ Richtung	Differenz der beiden Zentrierpunkte O
von 0,25 bis 1,0	0,25 cm/m	0,5 cm/m	0,25 cm/m
über 1,0 bis 6,0	0,5 cm/m	1 cm/m	0,25 cm/m
über 6,0 bis 12,0	0,5 cm/m	1 cm/m	0,5 cm/m
über 12,0	1 cm/m	1,5 cm/m	0,5 cm/m

Reiner hat vereinfachte Faustregeln angegeben, die in der Praxis schnell nachvollzogen werden können und eine Abschätzung der Zentrierung mit ausreichender Genauigkeit erlauben [81]. Diese Formeln sollen im Folgenden kurz aufgeführt werden:

Zulässige Dezentrierung der Plusbrille

Formel 3

$$\text{MA} = \text{PD} + \frac{10}{D}$$

$$\text{MA} = \text{PD} - \frac{5}{D}$$

- MA = Mittenabstand [mm]
- PD = Pupillendistanz [mm]
- D = Scheitelbrechwert des (bei Anisotropie stärkeren) Glases [dpt]

Zulässige Dezentrierung der Minusbrille

Formel 4

$$\text{MA} = \text{PD} + \frac{5}{D}$$

$$\text{MA} = \text{PD} - \frac{10}{D}$$

- MA = Mittenabstand [mm]
- PD = Pupillendistanz [mm]
- D = Scheitelbrechwert des (bei Anisotropie stärkeren) Glases [dpt] (Absolutbetrag)

Die Formeln sind folgendermaßen zu benutzen: Man bestimmt Mittenabstand und Pupillendistanz (wie dies geschieht wird unten erläutert) und

nimmt den Scheitelbrechwert (Absolutbetrag!) des stärkeren der beiden Brillengläser (ein Astigmatismus wird in das sphärische Äquivalent umgerechnet). Daraus kann dann bei gegebener Pupillendistanz der Toleranzbereich für den Mittenabstand errechnet werden, sowohl in die kritische, als auch in die weniger kritische Richtung.

5.3.8 Bestimmung von Mittenabstand und Pupillendistanz

Der Mittenabstand MA der Brille kann am einfachsten mit Hilfe eines Scheitelbrechwertmessers ermittelt werden. Am Scheitelbrechwertmesser wird für jedes Glas mittels der eingebauten Markierungsstifte der optische Mittelpunkt markiert. Mit einem Lineal kann der Abstand der beiden optischen Mitten ausgemessen werden, was den Wert von MA liefert.

Die Bestimmung der Pupillendistanz PD erfolgt im Idealfall mit einem PD-Messgerät, das allerdings nur selten in der augenärztlichen Praxis verfügbar ist. Ansonsten kann die PD sehr gut mit Hilfe des Phoropters gemessen werden, auch an der Probierbrille. Als Notbehelf kann mit einem Lineal die Pupillendistanz direkt am Patienten abgeschätzt werden.

Zur Beurteilung der Zentrierung ist es im Weiteren wichtig, die Durchblickspunkte beim Brillenträger festzulegen. Dies kann entweder im Konfrontationstest geschehen, wobei mit Hilfe eines (wasserlöslichen) dünnen Filzstiftes die Pupillennitten des Patienten beim Visieren über die eigene rechte oder linke Sehachse recht gut bestimmt werden können. Besser kann der Patient die Markierung selbst beim Blick in einen Spiegel vornehmen. Wichtig ist dabei, dass die Markierung der Durchblickspunkte **bei normaler Gebrauchshaltung** der Brille erfolgt, nicht in irgendeiner künstlichen Zwangshaltung.

Obwohl die genannten Verfahren zur Bestimmung des Mittenabstandes, der Pupillendistanz