

Die Augendrehpunktlage: Praktische und theoretische Anmerkungen

Einleitung

Das Gleitsichtglas als technisch wohl aufwändigstes Produkt im Brillenglasmarkt ist soweit entwickelt, dass Fortschritte nur noch in kleinsten Häppchen zu haben sind. Die werden dann im Marketing fallweise als Quantensprung oder als Revolution bezeichnet. Nach dem Schritt der Individualisierung des Gleitsichtglases mittels Freiformtechnologie, bei der individuelle Parameter wie Pupillendistanz (PD) und die Fassungswinkel im Glasdesign berücksichtigt werden, bleibt nicht mehr viel. Wie viel der Kunde allerdings davon hat, das hängt nicht nur von den optischen Eigenschaften der Gläser, sondern auch von der Güte der Refraktionsbestimmung und besonders von der anatomischen und optometrischen Anpassung der Fassung ab. Denn eine schlechte Zentrierung der Brille kann alle optischen Vorteile eines Glases leicht zunichte machen. Wenig Aufhebens wurde bisher von der exakten Lage des Augendrehpunktes gemacht, die der Beschreibung der Drehung des blickenden Auges zugrunde liegt. Die Vermessung der Lage des Augendrehpunktes wurde nun von der Firma Essilor (Freiburg/Paris) als Innovation vorgestellt (Oswald/Busche 2010).

Das blickende Auge ist bisher nicht Gegenstand der üblichen Refraktionsbestimmung. Diese geht vom statischen Auge aus und liefert als Ergebnis die SZA

(Sphäre, Zylinder, Achse) – Werte für den während der Refraktionsbestimmung verwendeten Hornhautscheitelabstand (HSA). Bei der Brillenanpassung werden gegebenenfalls die SZA-Werte umgerechnet, falls die Brillenfassung sich im HSA deutlich von der Refraktionsbestimmung unterscheidet.

Das blickende Auge spielt einerseits beim Brillenglasdesign für die Reduktion des Astigmatismus schiefer Bündel und andererseits bei der Zentrierung des Glases mittels der Drehpunktforderung eine Rolle. Als vereinfachende Annahme wird verwendet, dass sich das Auge um (nur) einen Punkt, den sogenannten optischen Augendrehpunkt (Z'), bewegt, siehe Abbildung 1. Der Abstand augenseitiger Brillenglasscheitel – Z' entlang einer gedachten Symmetrieachse des Auges wird historisch mit b' bezeichnet. Wird die Hornhaut als Referenz verwendet, so setzt der Abstand b' sich aus zwei Anteilen zusammen: dem HSA und dem Abstand von Z' zur Hornhaut, der hier mit c bezeichnet wird. Es gilt daher unter Vernachlässigung hier unwichtiger Details:

$$b' = \text{HSA} + c$$

Für den Abstand des Punktes Z' von der Hornhaut wird typischerweise ein Mittelwert von $c = 13,5$ mm angenommen. Dieser Zahlenwert beruht auf Mittelwerten von präzisen Messungen, wie sie beispielsweise im Handbuch der physiologischen Optik von Helmholtz beschrieben sind (Helmholtz, 1910). Für einen typischen Wert des HSA von 15 mm dreht sich damit das Auge um einen Punkt Z' , der 28,5 mm hinter dem augenseitigen Brillenglasscheitel liegt.

Da sich alle Hauptstrahlen für das blickende Auge in diesem Punkt schneiden (Fixierlinien-Kreuzungspunkt), ist Z' die Austrittspupille des Systems Brillenglas – blickendes Auge. Gestrichene Größen werden deshalb verwendet, weil sie im Bildraum des Brillenglases liegen. Als standardisierter Parameter geht die Grö-

ße b' in die Berechnung von Brillengläsern ein. Bei starken Fehlsichtigkeiten wird gelegentlich für diesen Parameter eine rechnerische Korrektur vorgenommen (Diepes, 2004).

Idealtypisch sollte für eine Brillenanpassung der HSA (statisches Auge) und die Größe b' (blickendes Auge) messtechnisch bestimmt werden. Welche Genauigkeit dafür erforderlich ist, wird noch diskutiert werden.

Der HSA ist eine einfach zu definierende, aber in der Praxis oft schwierig zu messende Größe, da die Endpunkte dieser Strecke durch die Fassungsbügel verdeckt sein können. Weiterhin ist in der leeren Fassung die Lage des Glasscheitels noch unbekannt. Die alte Idee, die Lage von Z' zu bestimmen, um ihn für die Brillenanpassung nutzbar zu machen, wurde von der Firma Essilor aufgegriffen und im Messgerät Visiooffice realisiert.

Mit diesem Gerät wurden exemplarische Messungen durchgeführt. Im Folgenden werden dazu Messergebnisse im Sinne eines Erfahrungsberichtes vorgestellt – nicht im Sinne einer systematischen Untersuchung. Allein die Daten für den HSA und die Größe b' werden nachfolgend diskutiert.

Die Messmethodik des Gerätes ist bisher nicht dokumentiert. Daher wird eine kurze, prinzipielle Beschreibung des Verfahrens angegeben, wie es sich dem Autor darstellt. Die Relevanz der Größen HSA und b' werden beschrieben, abschließend wird die praktische Bedeutung von Unsicherheiten in diesen Parametern erläutert.

Messprinzip

Auf die unverglaste Brillenfassung, die der Kunde ausgewählt hat, muss zunächst ein Messbügel mit vier grünen Messmarken aufgesteckt werden, siehe Abbildung 2. Dann steht der Kunde vor dem Messgerät Visiooffice, und zwei Kamerabilder werden im Abstand von etwa 70 cm für zwei Kopfpositionen aufge-

Unter der Rubrik „Diskussion“ erscheinen in der DOZ Artikel, die sich fachlich mit Veröffentlichungen aus der DOZ befassen. Die Meinungen der Autoren spiegeln nicht zwingend die Meinung der Redaktion wider. Was meinen Sie zu diesem aktuellen Themenbereich? Schreiben Sie uns Ihre Meinung! hoeckmann@doz-verlag.de

nommen: erstens beim normalen Blick geradeaus und zweitens bei einer horizontalen Kopfwendung um eine vertikale Achse von etwa 15 Grad. Die Vorgabe dieses Winkels ist weitgehend unkritisch, da die tatsächliche Kopfdrehung aus der Lage der Messmarken rekonstruiert wird.

Die eigene Nasenwurzel des Probanden wird in beiden Fällen als Fixierpunkt verwendet. Er wird angewiesen, in beiden Kopfpositionen auf seine Nasenwurzel zu schauen, deren virtuelles Bild hinter einer reflektierenden Glasscheibe im Abstand von etwa 1,40 m zu erkennen ist, wenn der Proband nicht zu fahrsichtig ist. Wegen der Blendung durch die Beleuchtung bei der Bildaufnahme ist die Nasenwurzel allerdings nicht immer gut zu erkennen – eine Infrarot-Quelle wäre hier bessere Dienste.

Aus den beiden Aufnahmen können mittels der Position der Hornhautreflexe relativ zur Lage der Messmarken näherungsweise die Positionen der Werte von Z' für beide Augen errechnet werden, siehe Abbildung 3. Während beim Blick geradeaus der Hornhautreflex für das linke Auge an der Stelle A zu erkennen ist, wandert er bei der Kopfwendung an die Stelle A'. Aus den Positionen der Messmarken kann der Drehwinkel α der Kopfwendung bestimmt werden. Mittels mathematischer Korrekturen lässt sich dann auf den Winkel β schließen. Im vereinfachten Fall, dass sich alle relevanten Punkte und Strecken in einer Ebene befinden, kann aus dem Versatz der Hornhautreflexe zwischen den beiden Positionen die Strecke d bestimmt werden und damit schließlich die gesuchte Strecke b' . Näherungsweise gilt $b' = d / \tan \beta$. Nehmen wir an, dass die Strecke b' auf ein Prozent genau bestimmt werden soll (beispielsweise $\Delta b' = 0,28 \text{ mm}$ bei $b' = 28 \text{ mm}$), dann müssen die Größen d und $\tan \beta$ entsprechend genau, also mit etwa 0,7 Prozent, bekannt sein. Dies mag einen Eindruck von der geforderten Messgenauigkeit geben.

Im allgemeinen dreidimensionalen Fall werden die mathematischen Operationen etwas aufwändiger. Eine numerische Berechnung löst aber dieses Problem. Die Vorneigung der Fassung (in einem raumfesten Koordinatensystem, nicht relativ zum Kopf) fällt als Nebenergebnis mit ab. In das skizzierte Verfahren gehen weitere Annahmen und Korrekturen ein, etwa über den Drehpunkt des

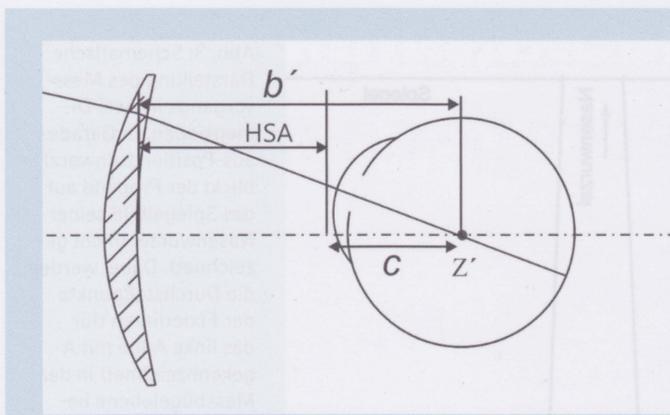


Abb.1: Das blickende Auge dreht sich um den Augendrehpunkt Z' . Der Abstand vom Hornhautscheitel zum augenseitigen Scheitelpunkt des Brillenglasses ist der HSA, der Abstand zwischen Hornhautscheitel und Augendrehpunkt wird mit c bezeichnet. Es gilt $b' = \text{HSA} + c$.

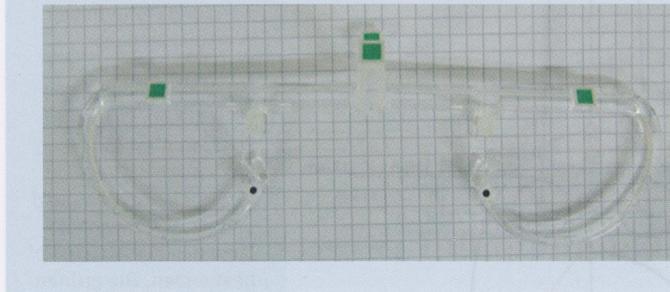


Abb. 2: Der Messbügel (Länge etwa 170 mm) wird auf die Fassung aufgesteckt und liefert vier Referenzpunkte, mittels derer die Kopfeigung und -drehung bestimmt werden können.

Kopfes und die Winkelkorrektur, die bei der Blickwendung für die Fixationsrichtung notwendig wird. Diese mathematischen Details sollen aber nicht Gegenstand dieses Beitrags sein.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass mit der dargestellten Methode die Lagen der Werte von Z' für eine horizontale Blickwendung relativ zu einer Ebene, die durch die Messmarken des Messbügels definiert wird, zahlenmäßig bestimmt werden können.

Die absolute Messgenauigkeit des Messgerätes kann hier nicht beurteilt werden, weil dies ein zweites unabhängiges Messverfahren bzw. einen Modellkopf mit bekannten Parametern voraussetzt. Beides stand uns nicht zur Verfügung, daher werden im Folgenden nur Angaben zur Art und Reproduzierbarkeit der Messergebnisse gemacht.

Messergebnisse

Die Messungen wurden mit neun Probanden unter konstanten Beleuchtungsverhältnissen mit einer Brillenfassung aus Metall ausgeführt. Der Messbügel ließ sich dabei problemlos an der Metallfassung befestigen.

Bei den durchgeführten Messungen wurden die Probanden in zwei Gruppen geteilt, die sich in der Art der Fassungsanpassung unterscheiden. Bei einer Gruppe wurden die Fassungen anato-

misch individuell angepasst, in der anderen Gruppe war die Fassung nur vorangepasst. Beide Situationen können in der Praxis auftreten.

An jedem Probanden wurden zehn Messungen ausgeführt. Bei fünf Messungen wurden die Fassung und der Messbügel nach jeder Messung abgesetzt. Anschließend folgten weitere fünf Wiederholungsmessungen, ohne dabei die Brille und den Messbügel zu ändern.

Die mittlere Standardabweichung über alle Messungen beträgt 0,7 mm und ergibt sich aus dem Mittelwert der Standardabweichung der fünf Messungen je Proband. Sie beträgt jeweils bei vorangepasster Brille 0,7 mm und 0,65 mm für Messungen mit individuell angepasster Brille. Die Standardabweichung ist erwartungsgemäß bei vorangepasster Brille etwas größer als bei Messungen mit individuell angepasster Brille, wobei der Unterschied erstaunlicherweise relativ klein ist. Zu beobachten ist allerdings der Effekt, dass die Brille langsam nach vorne rutschen kann, was eine systematische Verschlechterung der Messergebnisse nach sich zieht. Alle Ergebnisse reproduzieren die Resultate der ausführlichen Studie von Wesemann (2009) und liefern damit keine neuen Erkenntnisse.

Nicht direkt ersichtlich ist allerdings der Umstand, dass die Angaben für den HSA (vertex distance) offenbar als Restgröße berechnet und nicht gemessen ▶

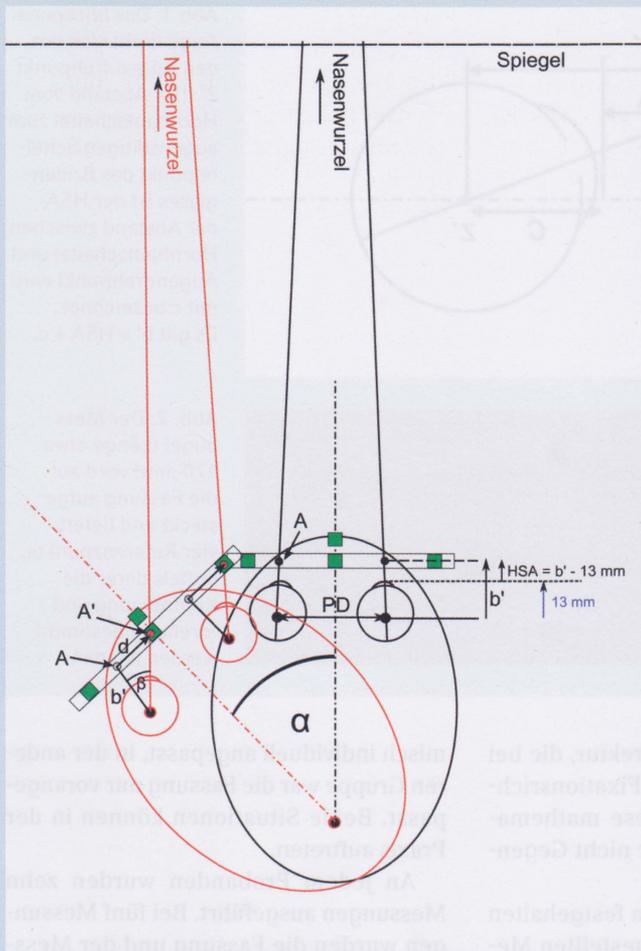


Abb. 3: Schematische Darstellung des Messvorgangs in zwei Dimensionen. In Geradeaus-Position (schwarz) blickt der Proband auf das Spiegelbild seiner Nasenwurzel (nicht gezeichnet). Dabei werden die Durchstoßpunkte der Fixierlinien (für das linke Auge mit A gekennzeichnet) in der Messbügelebene bestimmt. Nach Kopfwendung (rot) um den Winkel α sind die Durchstoßpunkte in der Messbügelebene verschoben. Die neue Position A' ist für das linke Auge dargestellt. Aus der Verschiebung d und dem Drehwinkel β lässt sich der Abstand b' bestimmen. Die grünen Messmarken sind zur besseren Orientierung schematisch dargestellt. In Visiooffice wird für den Abstand $c = b' - \text{HSA}$ eine Schätzung von 13 mm verwendet.

werden: Der HSA ergibt sich bei Visiooffice aus der Differenz $b' - 13$ mm, wie die Subtraktion der detaillierten Messresultate eindeutig zeigt. Es wird hierbei also der Abstand von Z' zur Hornhaut mit 13 mm angenommen.

Dieses Verfahren mag etwas verwirrend sein, deshalb wird es nochmals erläutert: Zwar wird die Größe b' messtechnisch bestimmt, aber der HSA ist aus dieser Art von Messung nicht zu erhalten. Um aber dennoch eine Angabe zum HSA machen zu können, muss man daher in der Gleichung $\text{HSA} = b' - c$ eine Annahme für c einführen. Damit wird der HSA im System Visiooffice geschätzt – und nicht gemessen.

Unabhängig von der Frage, ob dieses Vorgehen sinnvoll ist, wäre eine transparente Darstellung dieser Schätzung wünschenswert gewesen. Dieser Umstand könnte möglicherweise auch Ausreißer in der Messreihe von Wesemann erklären, wenn angenommen wird, dass bei diesen Probanden b' signifikant vom Schätzwert abweicht.

HSA und/oder b' ?

Wird denn der HSA überhaupt benötigt, wenn man die Größe b' kennt, oder ist er dann überflüssig? Die Antwort hängt von der Art der Refraktionsbestimmung ab, und es sollen drei Möglichkeiten aufgezeigt werden.

1. Üblicherweise sollte mit den SZA-Werten auch der HSA angegeben werden. In diesem Fall ist aber streng genommen die Messung von b' für die Brillenfassung nicht ausreichend, weil der HSA für die anzupassende Brillenfassung wegen möglicher Umrechnungen der SZA-Werte ebenfalls benötigt wird. Ein Rückgriff auf den HSA wird dann unvermeidlich. Der Fehler in der Schätzung des HSA durch Visiooffice ist dann aber genau so groß wie bisher der Fehler in der Schätzung von c . Messtechnisch wäre damit nichts gewonnen.
2. Würde aber bei der Refraktionsbestimmung eine Messbrille verwendet und gleichzeitig die Größe b' (MB) mit

Messbrille bestimmt, so wäre die Angabe des HSA tatsächlich überflüssig, weil für die Messbrille wie für die Kundenfassung derselbe Referenzpunkt verwendet wird. Eine Umrechnung der SZA-Werte könnte dann mittels der Differenz $b' - b''$ (MB) erfolgen.

3. Bei Verwendung eines Phoropters kann dieses vorgeschlagene Verfahren aber nicht einfach umgesetzt werden, da die Aufnahmen der Hornhautreflexe durch den Phoropter schwierig zu machen sind. Auch bei der Umrechnung von Brillenglaswerten auf Kontaktlinsen wird der HSA benötigt.

Theoretisch könnte aber auf den HSA-Wert verzichtet werden, wenn die gängige Praxis der Refraktionsbestimmung geändert würde. Die bisherigen Überlegungen sind aber rein theoretischer Natur. Inwiefern sie in der Praxis relevant sind, soll nun diskutiert werden.

Relevanz der Messgrößen

Die Auswirkung der Messgrößen soll für die zwei Gruppen Einstärkengläser und Gleitsichtgläser diskutiert werden. Welche Folgen haben Unsicherheiten in der HSA- bzw. b' -Bestimmung?

Erstens führt die Unsicherheit der Messung beim statischen Auge theoretisch zu einem Refraktionsfehler, weil die Propagation der Wellenfront nicht korrekt berücksichtigt wird. Eine allgemeine Methode zur Abschätzung entsprechender Toleranzen wurde von Blendowske (2004) angegeben. Für eine typische Unsicherheit von ± 2 mm im HSA muss beispielsweise die Sphäre größer als 8 dpt sein, um einen Effekt wahrnehmen zu können.

Zweitens führt ein Fehler in b' zu einem vergrößerten Astigmatismus bzw. Refraktionsfehler bei großen Blickwinkeln (Diepes, 2004). Wer allerdings ein Blick auf die typische Durchbiegung von Einstärkengläsern wirft, der sieht, dass sie in aller Regel den Anforderungen der Tscherning-Ellipse nicht entsprechen. Sie liefern also – aus kosmetischen Gründen – einen erheblichen Beitrag zum Astigmatismus schiefer Bündel, wenn Blickwinkel von 15 Grad überschritten werden. Die Unsicherheit von b' spielt hier, wenn überhaupt, nur eine nachgeordnete Rolle. Nur für extreme Korrektionswerte werden Änderungen von ± 2 mm überhaupt relevant.

Für mehr als 95 Prozent der Kunden ist dieser Themenbereich aber irrelevant. Diese Aussage soll nicht die Bedeutung der Messmethodik schmälern, sondern einen Eindruck vom Anteil der Kunden liefern, die davon profitieren können.

Als Anmerkung sei erwähnt, dass für Kunden mit extremen SZA-Werten zunächst einmal Brillenfassungen mit hinreichend großen Pads ausgewählt werden sollten, um eine vernünftige Anpassung und einen hinreichenden Tragekomfort zu erreichen.

Bei Gleitsichtgläsern kommen zu den bisher genannten Effekten noch weitere Einflüsse hinzu. Insbesondere könnten im Nahteil wegen der großen Blicksenkungen (typisch 35 Grad) nachteilige Effekte erwartet werden. Allerdings zeigen Rechnungen, dass eine Blickwinkeländerung bei 1 mm Abweichungen im Wert von b' etwa eine Winkeländerung von einem Grad des Hauptstrahls erzeugen. Eine Fehlmessung von ± 2 mm für b' würde daher auf eine Winkeländerung von etwa zwei Grad führen. Dieser Zusammenhang ist weitgehend unabhängig von der Wirkung des Fernteils.

Wie übersetzen sich diese Winkeländerungen in dioptrische Wirkungen? Im extremen Wirkungsbereich von ± 10 dpt und einer Addition von 2,5 dpt ergibt sich am Messpunkt für die Nahwirkung eine Wirkungsänderung des sphärischen Äquivalents von maximal einer 1/8 dpt im Extremfall. Für den Astigmatismus erhalten wir maximal eine Änderung von 0,25 dpt. Beide Änderungen sind in der Praxis vernachlässigbar klein.

Dies mag, am Rand bemerkt, bei minderwertigen Glasdesigns ganz anders aussehen. Denn wenn der Astigmatismus schiefer Bündel, der bei guten Gleitsichtgläsern ja vorhaltend kompensiert wird, nicht nahe Null liegt, dann machen sich Änderungen von b' deutlicher bemerkbar, weil die Änderungen nicht mehr aus einem Minimum heraus erfolgen. Bei solch minderwertigen Gläsern spielt eine weitere Qualitätsminderung aber letztlich keine große Rolle.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die optische Leistung von Brillengläsern sehr unempfindlich gegen Toleranzen von b' und des HSA sind. Insbesondere für Gleitsichtgläser muss allerdings darauf hingewiesen werden, dass die Lage von Z' nicht unabhängig von der Blickwendung des Auges ist. Das

heißt, dass bei einer horizontalen Bewe-gung die Lage von Z' eine andere ist als bei einer vertikalen (Rabetts, 2007). Visio-office misst aber im Moment nicht die kritische Position von Z' für die vertikale, sondern für die weniger wichtige hori-zontale Blickwendung, die ja ins Astig-matismus-Gebirge eines Gleitsichtglases führen muss, wo die Sehleistung schon aus anderen Gründen dezimiert wird. Stimmen die Werte von Z' für horizontale und vertikale Kopfwendungen nicht über-ein, kann dies theoretisch sogar dazu füh-ren, dass die Lage von Z' in die falsche Richtung korrigiert wird. Es wäre sicher-lich nicht sehr aufwändig, die Messung der Lagen von Z' für vertikale Blickwen-dungen in einer modifizierten Version des Visiooffice zu integrieren, um dieses Problem zu beheben.

Im Ergebnis lässt sich sagen, dass mit dem System Visiooffice auch die Lagen der Augendrehpunkte für eine hori-zontale Blickwendung reproduzierbar be-stimmbar sind. Die praktische Bedeutung mag aber nur darin liegen, dass ein unge-nauer Schätzwert des HSA bzw. für b' besser ist als keiner. Im Vergleich zu an-deren Brillenglasdaten, die Visiooffice ja auch liefert, dürfte diese Produkteigen-schaft aber nicht die wichtigste sein.

Bemerkungen

Unabhängig von den Vorteilen der Mess-genauigkeit automatisierter Messverfah-ren, muss letztlich die tatsächliche An-passung der Brille beurteilt werden. Die oft gehörte Aussage, dass eine genauere Kenntnis der Brillenglas-Parameter von Vorteil ist, stimmt. Sie bleibt aber solange bedeutungslos, wie nicht gezeigt ist, dass diese Kenntnis in der Praxis relevant ist und dort auch ankommt; niemand gibt sein Körpergewicht mit der Genauigkeit von Gramm an, auch wenn dies messbar wäre.

Außerdem sollte bei Aussagen hin-sichtlich der praktischen Bedeutung eine Gewichtung bezüglich der Fallhäufigkei-ten erfolgen. Eine Unsicherheitsspanne von insgesamt 4 mm im HSA oder von b' ist im Bereich von Glaswirkungen von ± 6 Dioptrien in der Regel irrelevant. Dies betrifft aber mindestens 98 Prozent aller Brillenträger. Natürlich gibt es im-mer den ein oder anderen Spezialfall, wo dies anders sein mag. Diesen Spezialfall aber als repräsentativ darzustellen, ist inakzeptabel.

Immer beliebter werden Werbeaus-sagen zum Sehen bei Dämmerung und in der Nacht, daran beteiligt sich auch die Firma Essilor (Essilor, 2010). Tatsache ist, dass bei älteren Menschen – und die kaufen ja bekanntlich Gleitsichtgläser – die Probleme beim Nachtsehen zum allergrößten Teil aus der zunehmenden Trübung der Augenmedien herrühren. Die ist mit keiner optischen Korrektur zu beheben. Hier den Eindruck zu er-wecken, dass ein besonders gutes Glas-design hülfe, ist bestenfalls irreführend. Gleichwohl mag es in ganz Deutschland den ein oder anderen Kunden geben, der etwa bei Nachtmyopie eine andere Kor-rektion benötigt. Hier ist die optische Kompetenz des Augenoptikers gefragt.

Marketingaussagen über den gefühl-ten Innovationswert eines Produktes neh-men zu. Es wäre aber hilfreich, wenn Anbieter die quantitativen Auswirkungen ihrer Innovationen darlegen, um sowohl dem Augenoptiker als auch dem Kunden einen zahlenmäßigen Begriff davon zu geben, worin die Innovation eigentlich besteht und wem sie nutzt.

Die Unterstützung des Augenoptikers durch belastbare Informationen könnte sich mittelfristig, zumindest für die Firma, die damit beginnt, durchaus als Marke-tingvorteil erweisen. ■

Ralf Blendowske,
Fachhochschule Darmstadt

Literatur

- Busche M, Oswald M: Der Dreh- und Angel-punkt für kundenorientiertes Verkaufen, DOZ 10, 2010, S. 68-69
- Blendowske R: Tolerating Vertex Distance Changes for Spherocylindrical Corrections, OVS 81, 2004, S. 880-3
- Diepes H, Blendowske R: Optik und Technik der Brille, 2004, S. 75
- Helmholtz H v: Handbuch der Physiologi-schen Optik, 3. Auflage, 1910, S. 24 ff.
- Rabetts RB: Cincinal Visual Optics, 4th edition, 2007, S. 157
- Wesemann W: Moderne Videozentriersysteme und Pupillometer im Vergleich, Teil 2, DOZ 7, 2009, S. 37
- Essilor: „Das Revolutionäre an eyecode: Diese hochpräzise Messung ermöglicht es erstmals, den persönlichen Augendrehpunkt exakt zu bestimmen – den Punkt im Innern des Auges, der bei Drehbewegungen seine Position be-hält. Er ist wesentlich für die Berechnung, Fertigung und Zentrierung von hochwertigen Brillengläsern. Ein Brillenglas mit eyecode ist unübertroffen präzise und bietet Ihnen in allen Blickrichtungen exzellentes Sehen – besonders in der Dämmerung und nachts.“ <http://www.essilor.de/services/Eyecode/Seiten/default.aspx> (Zugriff: 9. Sept. 2010)