

# HOCHGRADIGE KURZSICHTIGKEIT: BESONDERHEITEN BEI REFRAKTION UND AUGENOPTISCHER VERSORGUNG

Die spezifischen Bedürfnisse stark kurzsichtiger Menschen erfordern besondere Aufmerksamkeit seitens der Augenoptikspezialisten. In diesem Artikel werden die wichtigsten Beeinträchtigungen stark Kurzsichtiger beschrieben und die damit verbundenen Risiken erläutert. Außerdem wird auf die Besonderheiten hinsichtlich Refraktion und Wahl der Sehhilfen eingegangen. Der Artikel verweist insbesondere auf die Empfehlungen bei der Fassungswahl und Ratschläge für eine optimale Brillenglassektion.



 **Christian FRANCHI**  
Augenoptiker, Optique Vaneau, Paris, Frankreich.

Christian Franchi ist Absolvent der EOL (Ecole d'Optique Lunetterie) in Lille (Frankreich) und wurde am ICO (Institut et Centre d'Optométrie - International College of Optometry) in Bures sur Yvette (Frankreich) ausgebildet. Seit 1979 ist er in Paris als Augenoptiker tätig. Während seiner gesamten Laufbahn, die er in den Dienst der Augengesundheit von Brillenträgern stellte, hat er sein technisches Know-how ständig vertieft. Er interessierte sich insbesondere für optische Oberflächen von Brillengläsern und deren Umsetzung bei der Konzeption und Anfertigung von Sehhilfen. Mit dem Aufkommen der Digitalisierungstechnologien im Jahr 2006 arbeitete er an Methoden zur Erfassung der Blickbewegungen von Brillenträgern und der Bestimmung des Augendrehpunkts hinter Korrektionsgläsern. In diesem Zusammenhang ließ er 2008 das OPHTAGYRE-Verfahren patentieren. Christian Franchi ist außerdem Verfasser zahlreicher Schulungskolloquien.



 **Adèle LONGO**  
Leiterin Produktplanung, Essilor Instruments, Paris, Frankreich.

Die Augenoptikerin und Optometristin Adèle Longo setzte während ihrer Tätigkeit in einem Augenoptikerbetrieb ihre Ausbildung am „Institut des Sciences de la Vision“ in Saint Étienne (Frankreich) fort, wo sie ihre Zulassung als Optometristin erwarb. Seit 2011 arbeitet sie in der Forschungs- und Entwicklungsabteilung von Essilor International, genauer gesagt im Forschungszentrum für Low Vision am Pariser „Institut de la Vision“. In diesem Rahmen hat sie sich mit der Verbesserung der funktionellen Beurteilung von Patienten mit Sehdefiziten befasst. Zurzeit arbeitet sie bei Essilor Instruments an Vorlaufstudien und ist parallel hierzu als Low-Vision-Beraterin an Hochschulen und in Low-Vision-Zentren tätig.



 **Dominique MESLIN**  
Verantwortlich für Branchenbeziehungen und technische Zusammenarbeit Europa, Essilor International, Paris, Frankreich.

Dominique Meslin, gelernter Augenoptiker und Optometrist, Absolvent der Fachschule für Optik Morez und der Universität Paris-Sud. Den Großteil seiner Karriere arbeitete er bei Essilor. Er begann in der Forschungs- und Entwicklungsabteilung im Bereich Physiologische Optik und bekleidete anschließend verschiedene Funktionen im technischen Marketing für Essilor International in Frankreich, aber auch in den USA. 10 Jahre lang leitete er die Varilux University (heute Essilor Academy Europe). Heute ist er verantwortlich für Branchenbeziehungen und technische Zusammenarbeit für Essilor Europa. Im Laufe seiner Karriere leitete Dominique Meslin zahlreiche Seminare für Augenoptiker in der ganzen Welt. Er ist Autor mehrerer wissenschaftlicher Artikel und zahlreicher technischer Publikationen von Essilor, insbesondere der Schriftenreihe „Cahiers d'Optique Oculaire“.

#### SCHLÜSSELBEGRIFFE:

Starke Kurzsichtigkeit, pathologische Myopie, Retinopathie, Makulopathie, Sehschwäche, Sehstärke, Kontrastempfindlichkeit, Nachtsehen, Blendung, Regenerationszeit nach Blendung, Lebensqualität, Refraktion, Spezialgläser, Lentikulargläser, Ringbildung bei Kurzsichtigkeit, Akkommodation, Verkleinerung.



„Die spezifischen Bedürfnisse hochgradig Kurzsichtiger erfordern die besondere Aufmerksamkeit seitens der Fachleute für Augengesundheit.“

Im Laufe der letzten Jahre hat die Prävalenz von Kurzsichtigkeit in allen Teilen der Welt kontinuierlich zugenommen. Zahlreiche Studien belegen diese pandemische Tendenz zur Myopie und rütteln Wissenschaftler, Kliniker und die Augenoptik-Branche wach. Zwei Aspekte sind bei den mittelfristigen Prognosen besonders hervorzuheben: Die Zahl der Kurzsichtigen in der Weltbevölkerung wird kontinuierlich steigen und der Anteil hochgradig Kurzsichtiger wird ebenfalls zunehmen. So könnte die Prävalenz von Kurzsichtigkeit (Menschen mit mittlerer bis hochgradiger Myopie) in der Weltbevölkerung bis 2020 auf 25 % und im Jahr 2050 auf knapp 50 % zunehmen, und damit die Prävalenz mittlerer bis hochgradiger Kurzsichtigkeit (über -5.00 dpt) bis 2050 von 2,7 % auf fast 10 % ansteigen.<sup>1</sup> Anders ausgedrückt, **im Jahr 2050 gibt es vermutlich 5 Milliarden Kurzsichtige und 1 Milliarde hochgradig Kurzsichtige** (Abbildung 1). Diese Zahlen machen uns die Tragweite des Phänomens bewusst, das heute als echtes öffentliches Gesundheitsproblem gilt und uns dazu veranlasst, die Sehbeeinträchtigungen dieser schwach und stark Fehlsichtigen im Alltag besser zu verstehen und ihre Versorgung zu verbessern.

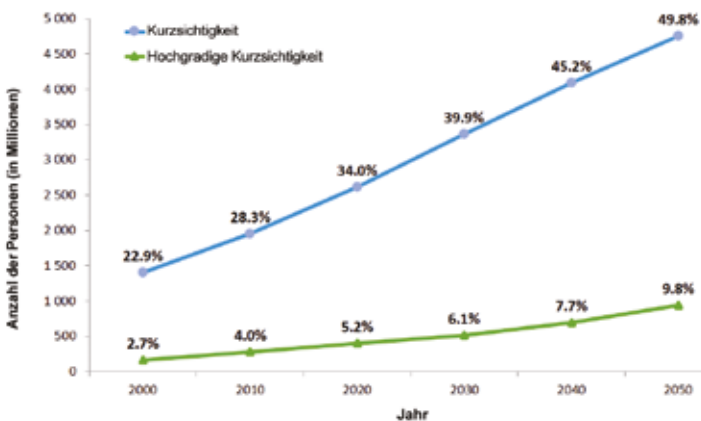


ABB. 1 | Geschätzte Anzahl kurzsichtiger und hochgradig kurzsichtiger Personen pro Dekade zwischen 2000 und 2050.<sup>1</sup>

## 1 Visuelle Besonderheiten hochgradig Kurzsichtiger

### 1.1. Verminderte Sehschärfe:

Eines der häufig auftretenden Probleme hochgradig Kurzsichtiger ist **die Schwierigkeit, Kleingedrucktes zu lesen**, und dies trotz optimaler Korrektur. Karen Rose<sup>2</sup> hat bei 120 Testpersonen mit unterschiedlich starker Kurzsichtigkeit, die mittels üblicher Sehhilfen kompensiert wurde (Kontaktlinsen, Brillengläser...), die maximale Sehschärfe gemessen. Daraus ergab sich ein durchschnittlicher Verlust von zwei Visuszeilen auf einer logarithmischen Skala (0,2 beim Log des Mindest-Auflösungswinkels) zwischen den schwach Kurzsichtigen (-1,50 bis -3,75 dpt) und den hochgradig Kurzsichtigen (über - 10,00 dpt), wobei die subjektiven Symptomschilderungen dieser Testpersonen objektiviert wurden.

### 1.2. Verminderte Kontrastempfindlichkeit:

In der Abteilung für Optometrie und Sehwissenschaften der Universität Melbourne<sup>3</sup> wurde die Kontrastempfindlichkeit von Kurzsichtigen gemessen. Sogar nach der Korrektur des Verkleinerungseffekts der Gläser ist die Kontrastempfindlichkeit, die bei den zehn kurzsichtigsten Testpersonen (über -4,00 dpt) ermittelt wurde, offenbar weniger gut als bei den anderen Testpersonen (Abbildung 2). **Dadurch erklären sich die Schwierigkeiten beim Entziffern kontrastarmer Buchstaben**, was im täglichen Leben - beispielsweise beim Lesen bestimmter Formulare oder Zeitungen - erforderlich ist. Dies zeigt, wie wichtig die Messung der Kontrastempfindlichkeit bei der Sehversorgung ist, um dem Patienten geeignete Sehhilfen vorzuschlagen: So können sich beispielsweise zusätzliche Lichtquellen als nützlich erweisen, denn dadurch erhöht sich der Kontrast der betrachteten Objekte.

### 1.3. Herabgesetzte Sehschwellen bei geringen und hohen Lichtintensitäten

Der Untersuchung von Mashige<sup>4</sup> an rund hundert Testpersonen zufolge darf die Beleuchtung für diese Fehlsichtigen weder zu

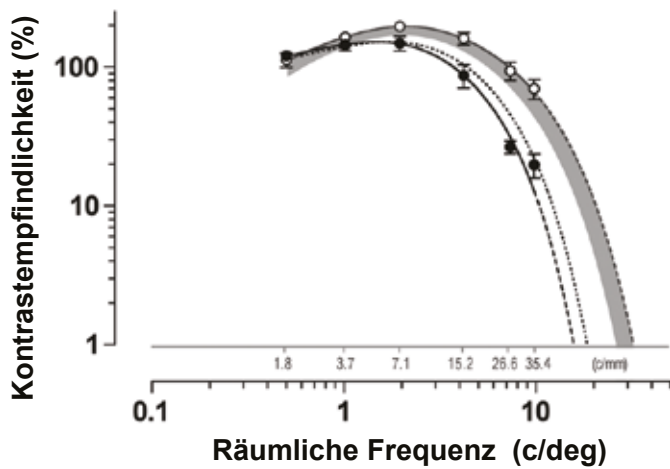


ABB. 2| Einbußen der Kontrastempfindlichkeit bei hochgradig Kurzsichtigen treten bei hohen (aber nicht bei niedrigen) räumlichen Frequenzen auf. Die ausgefüllten und leeren Punkte mit schwarzen Linien beziehen sich jeweils auf das erste Fazit der hochgradig kurzsichtigen Probanden bzw. der Probanden der Kontrollgruppe. Grau schattierter Bereich: Untere Grenze des 95 %-Konfidenzintervalls der für die Kontrollgruppe modellierten Kontrastempfindlichkeits-Funktion. Die schwarze gestrichelte Linie bezieht sich auf die Position des Modells für die hochgradig Kurzsichtigen nach Korrektur des Bildvergrößerungs-Unterschieds im Verhältnis zu den Probanden der Kontrollgruppe.<sup>3</sup>

schwach noch zu stark sein. Zu diesem Zweck hat er nur die Sehschwellen bei Dunkelheit und bei Blendung gemessen. Bei der Messung der Sehschwellen bei Dunkelheit (Lichtintensität, die das funktionale Sehen ermöglicht) verringerte er die Beleuchtung so weit, bis die Testperson angab, kein Zielobjekt mehr zu erkennen. Auf die gleiche Weise fügte er für die Bestimmung der Sehschwellen bei Blendung einfach eine Blendquelle hinzu. Diese Tests ergaben bei Kurzsichtigen höhere Sehschwellen als bei Weitsichtigen (Abbildung 3), was auf **eine relative Schwäche bei der Adaptation dieser Testpersonen an verschiedene Lichtstärken** schließen lässt.

1.4. Verlängerung der Erholungszeit nach Blendung

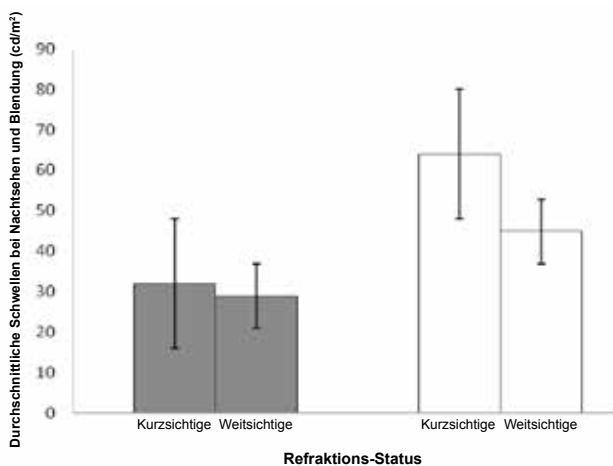


ABB. 3| Durchschnittsgrenzen beim Nachtsehen (graue Balken) und Sehen bei Blendung (helle Balken) von kurz- und weitsichtigen Augen.<sup>4</sup>

Außerdem ist die Erholungszeit nach Blendung, die definiert wird als die Zeit, die für die Wiedererlangung der ursprünglichen, durch Blendung beeinträchtigten Sehleistung erforderlich ist, bei Kurzsichtigen länger als bei Weitsichtigen (Abbildung 4), und zwar umso länger, je kurzsichtiger die Testperson ist. Dies zeigt sich beispielsweise an **den Adaptationsschwierigkeiten dieser Fehlsichtigen beim Herausfahren aus einem Tunnel**.

1.5. Weniger Lebensqualität und soziale Auswirkungen

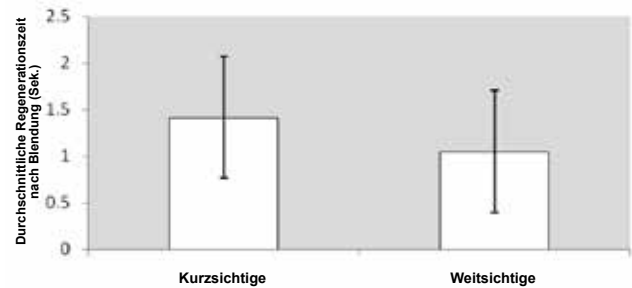


ABB. 4| Durchschnittliche Erholungszeit nach Blendung von kurz- und weitsichtigen Augen.<sup>4</sup>

Der VF-14 (Ergebnis zwischen 0 und 100) und der VQOL (0-5) sind zwei Fragebögen über die „Lebensqualität“, die von Testpersonen mit unterschiedlichem Myopiegrad ausgefüllt wurden.<sup>2</sup> Die Ergebnisse haben gezeigt, dass die höchsten Myopiegrade direkt mit **mit einer generell geringeren Zufriedenheit** bei der Erledigung der Alltagstätigkeiten **aufgrund von Sehproblemen, insbesondere beim Autofahren**, verbunden sind. Bei der Auswertung dieser Fragebögen stellte sich heraus, dass die Probleme nicht nur visueller, sondern auch **ästhetischer, praktischer und finanzieller** Art sind. Dieser Verlust an Lebensqualität wurde hauptsächlich bei hochgradig Kurzsichtigen (<-10,00 dpt) ermittelt. Infolgedessen sind bei diesem Personenkreis auch **die Angst vor Sehverlust sowie die sozialen und psychologischen Auswirkungen**<sup>5</sup> nicht zu unterschätzen.

2. Visuelle Risiken bei starker Myopie

2.1. Pathologische Myopie (Retinopathie und Makulopathie)

Starke Kurzsichtigkeit birgt ein **sehr hohes Risiko für Augenkrankheiten**, die bisweilen schwere Netzhautschädigungen verursachen können,<sup>5</sup> die wiederum zu diversen Komplikationen im Augenbereich und damit zu Einschränkungen des Blickfelds führen. In der Tat kann ein übermäßiges axiales Wachstum des hochgradig myopen Auges eine mechanische Dehnung der äußeren Schichten des Augapfels bewirken, die zu verschiedenen pathologischen



ABB. 5| Die Aufnahmen zeigen pathologische Veränderungen des Augenhintergrunds bei vier hochgradig kurzsichtigen Augen – (a) Myopische choroidale Neovaskularisation; (b) Myopische Makuladegeneration; (c) Myopische Makuladegeneration mit Staphylom; (d) Geografische myopisch-atrophische Degeneration mit vorderem Staphylom.

Veränderungen führt, namentlich Staphylomen, atrophische Läsionen oder chorioretinale Risse, choroidaler Neovaskularisation usw. (Abbildung 5).<sup>6</sup> Die choroidale, peripapilläre, subfoveale und sklerale Verdünnung sowie unregelmäßige Verformungen des Augapfels wurden mit verschiedenen Schädigungen bei starker Kurzsichtigkeit in Verbindung gebracht.<sup>5</sup> Angesichts der zunehmenden Prävalenz hochgradiger Kurzsichtigkeit **wird die pathologische Myopie (Retinopathie und Makulopathie) in den nächsten Jahrzehnten wahrscheinlich sprunghaft** zunehmen. Aus diesem Grund sind frühzeitig erkannte pathologische Veränderungen zu bewerten. Durch den Einsatz innovativer Bildgebungsverfahren könnten Risikopatienten identifiziert und die Behandlung sowie Nachsorge bei hochgradiger Kurzsichtigkeit unterstützt werden.

Neben choroidaler Neovaskularisation und Makuladegeneration wurden in Verbindung mit hochgradiger Kurzsichtigkeit auch andere Augenpathologien wie Glaukome festgestellt.<sup>8</sup> Was den Grauen Star und seinen eventuellen Zusammenhang mit hochgradiger Kurzsichtigkeit betrifft, kommen die Studien zu keinem eindeutigen Ergebnis.<sup>9</sup> Insgesamt ist hochgradige Myopie weltweit eine wesentliche Ursache für visuelle Beeinträchtigung.<sup>10,11</sup>

## 2.2. Visuelle Beeinträchtigung: Behandlungsmöglichkeiten

Hochgradige Myopie, ob pathologisch oder nicht, zieht stets erhebliche Sehbeeinträchtigungen nach sich. Dadurch

entsteht ein stärkeres **Bedürfnis nach Bildvergrößerung**. Sehr oft nehmen stark Kurzsichtige ihre Brille für das Nahsehen ab. Dadurch vermeiden sie die durch ihre Brille induzierte Verkleinerung der Objekte und können Schriftstücke sehr nahe an ihre Augen heranführen, um sie größer zu sehen. Bei stärkerem Bedürfnis nach Bildvergrößerung wäre für diese Patienten **eine Hellfeldlupe** interessant. Dies ist ein optisches System, das direkt auf das Lesezug aufgesetzt wird, wodurch der Text vergrößert und der sichtbare Kontrast durch die Lichtkonzentration erhöht wird. Dabei ist unbedingt auf die „Höhe“ der Lupe in Bezug auf die Fokussierentfernung des stark Kurzsichtigen zu achten, wenn dieser seine Brille abnimmt.

**Elektronische Sehhilfen** können in derselben Weise das Bedürfnis nach noch stärkerer Bildvergrößerung erfüllen. Nur solche Systeme bieten eine Farbbildbearbeitung und Kontrastumkehr zur Optimierung der Sehleistung hochgradig Kurzsichtiger.

Aufgrund der von hochgradig Kurzsichtigen geschilderten hohen Lichtempfindlichkeit und der dadurch bedingten Sehbeeinträchtigungen ist ein Test mit **Farbfiltren** durchzuführen, die ein besseres Sehen ermöglichen und Blendungsrisiken mindern können. Die Analyse der Lichtumgebungen am Arbeitsplatz und zu Hause, die Beseitigung von Blendungsquellen und zusätzliche punktuelle Lichtquellen können diesen Fehlsichtigen bei der Erledigung ihrer täglichen Aufgaben helfen.

## 3. Besonderheiten der Refraktion bei stark Kurzsichtigen

Bei hochgradiger Myopie müssen **komplette Messungen der Sehfunktionen** (vor allem derjenigen, die am stärksten betroffenen sind) durchgeführt werden (z.B.: Sehschärfe, Kontrastempfindlichkeit, Blendung usw.). Besonderes Augenmerk muss repräsentativen Alltagssituationen gelten, in denen die Patienten Missempfindungen verspüren (geringe und hohe Lichtintensität, Nachtsehen usw.) **Die Refraktion stark Kurzsichtiger erfordert ein spezielles Vorgehen**,<sup>12</sup> insbesondere die vollständige Kontrolle des Abstands zwischen Brillenglas und Auge (Abbildung 6). Dabei wird die Refraktionsbestimmung vorzugsweise mit einer Testbrille, deren Gläser dicht ans Auge gesetzt werden – am besten hinter die Testbrillenfassung – durchgeführt oder zumindest finalisiert, sodass man den tatsächlichen Tragebedingungen der Gläser in der Brillenfassung sehr nahe kommt. Wenn sehr hohe Korrektionswerte verschrieben werden, die die Messkapazitäten des Refraktometers oder des

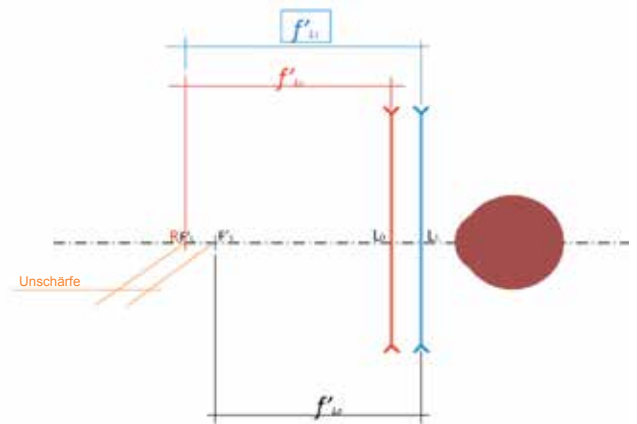
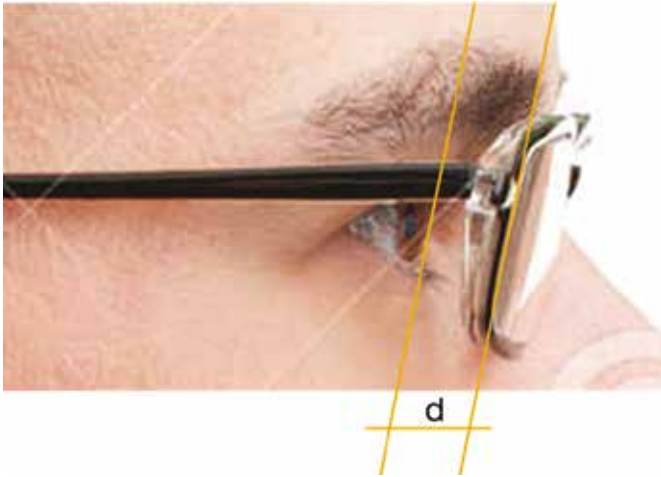


ABB. 6 | Korrektionsunterschiede Kurzsichtiger entsprechend dem Hornhautscheitelabstand (HSA = d). Die Verschiebung des Glases von L0 nach L1 bewirkt eine Unschärfe. Die Brennweite des Korrekturglases wird  $f^*L1 > f^*L0$ . Bei der Kompensierung einer Myopie muss die Stärke abnehmen, wenn sich das Glas näher am Auge befindet.

Messglaskastens überschreiten, kann die Refraktionsbestimmung über den bisherigen Brillengläsern des Patienten (Technik des Überrefraktionierens) mit einem zusätzlichen Testglashalter, der auf die Brillenfassung des Patienten gesetzt wird. Da stark Kurzsichtige häufig eine relativ geringe Sehschärfe aufweisen, nehmen sie geringe Sphären- und Zylinderabweichungen von 0,25 dpt kaum wahr; daher sind Schritte von 0,50 dpt bei der Untersuchung zu empfehlen. Wie bei jeder klassischen Refraktionsbestimmung<sup>13</sup> kann als Ausgangspunkt eine objektive Refraktionsmessung mit einem Autorefraktometer oder ein früheres Brillenrezept des Patienten zugrunde gelegt werden. Die Sphärenbestimmung erfolgt mit der Nebelungsmethode mit einer starken Nebelung (in einer Größenordnung von +2,50 dpt) und Entnebelungsschritten von 0,50 dpt. Zur Ermittlung des Achswertes und der Stärke des Astigmatismus wird ein Kreuzzylinder von  $\pm 0,50$  dpt anstatt ein Kreuzzylinder von  $\pm 0,25$  dpt verwendet.

Ein wichtiger Aspekt der Refraktion stark Kurzsichtiger ist die **Berücksichtigung des Hornhautscheitelabstands (HSA)**: Er kann die Brillenrezeptwerte in erheblichem Maße beeinflussen. Je näher das Brillenglas vor das kurzsichtige Auge gebracht wird, desto weniger konkav braucht es zu sein, denn der bildseitige Brennpunkt des Glases muss mit dem Fernpunkt des zu korrigierenden Auges zusammenfallen (Abbildung 6). So benötigt ein Kurzsichtiger mit -20,00 dpt, dessen Korrektur für einen HSA von 12 mm ermittelt wurde, eine Korrektur von -19,25 dpt, wenn das Glas 10 mm vom Auge entfernt ist, und von -20,75 dpt bei einem Abstand von 14 mm. Umgekehrt ist festzuhalten, dass sich stark Presbyope bei der Nahsicht dadurch helfen können, dass sie durch das bloße Wegrücken ihrer Gläser vom Auge einen

#### Zur Erinnerung

Bei einer Änderung des HSA um 4 mm muss das Brillenrezept den Werten in der untenstehenden Tabelle angepasst werden. Daher sind kleine Veränderungen des HSA bei Korrekturwerten ab 10,00 dpt unbedingt zu berücksichtigen. Ohne präzise Messung wird davon ausgegangen, dass die Korrektur für ein 12 mm vom Auge entferntes Brillenglas bestimmt wird. Idealerweise gibt der verschreibende Augenarzt auf dem Brillenrezept den Abstand an, für den es ausgestellt wurde.

| Korrektionswirkung | Abweichung HSA | Auswirkung auf die Korrektionswirkung |
|--------------------|----------------|---------------------------------------|
| 10,00 dpt          | 4 mm           | 0,50 dpt                              |
| 15,00 dpt          | 4 mm           | 1,00 dpt                              |
| 20,00 dpt          | 4 mm           | 1,50 dpt                              |

„Additionseffekt“ erzeugen: Ein Kurzsichtiger mit -20,00 dpt beispielsweise, der seine Gläser um 4 mm wegrückt, verschafft sich eine Addition von ca. 1,50 dpt.

#### 4. Bedeutung der Fassungs Wahl

Der Wahl der Brillenfassung kommt bei der Versorgung hochgradig Kurzsichtiger eine besondere Bedeutung zu. Die Brillenfassung sollte immer klein sein, damit sie möglichst nahe vor den Augen des Patienten sitzt. Sie sollte nach Möglichkeit abgesetzte Backen haben, die kleinere Gläser ermöglichen und ein gutes Blickfeld rund um die Augen gewährleisten. Sie sollten vom Optiker so angepasst werden,

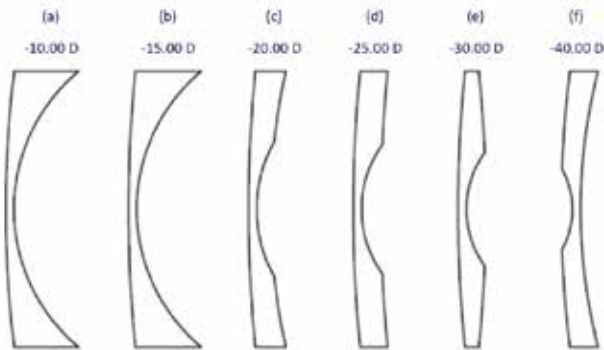


ABB. 7 | „Spezialgläser“ für hochgradig Kurzsichtige.

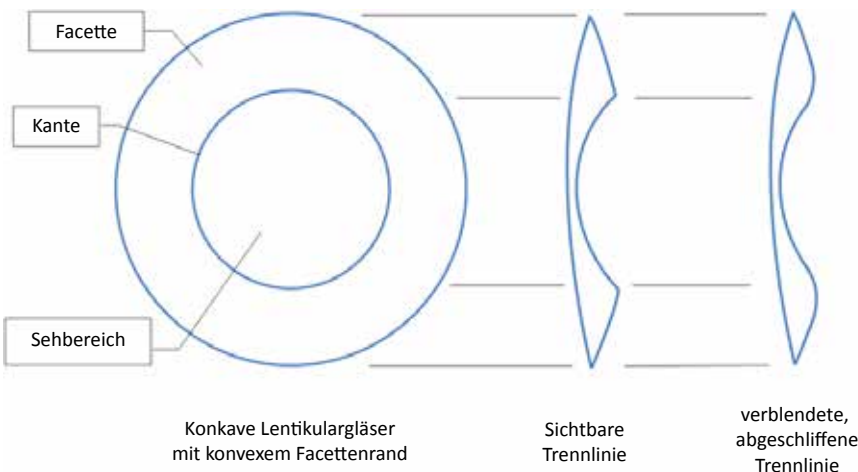
dass sich das Brillenglas vorzugsweise senkrecht zur Blickrichtung des Auges in seiner Primärstellung befindet. Bei der Auswahl der Brillenfassung sollten auch die Höhe der vorn angesetzten Bügel, die Auflagefläche auf dem Nasenrücken und der Ohransatz des Patienten berücksichtigt und die Bügelprofile entsprechend angepasst werden. Vor jeder Zentriermessung – Pupillenabstand und -höhe – muss die endgültige Brillenfassung am Gesicht des Patienten perfekt ausgerichtet sein. Zur Bestätigung der Refraktion muss der HSA systematisch gemessen werden.

### 5. „Spezialgläser“ für hochgradig Kurzsichtige

Um den Bedürfnissen stark Kurzsichtiger Rechnung zu tragen, bieten die Hersteller speziell auf solche Patienten zugeschnittene Brillengläser an. Diese Gläser sind auf eine Reduzierung ihrer Randdicke ausgerichtet und decken meist einen Wirkungsbereich bis zu -40,00 dpt bei Einstärkengläsern und bis zu -25,00 dpt bei Gleitsichtgläsern ab. Verschiedene Techniken werden sukzessive oder simultan zur Reduzierung der Randdicke des Brillenglases eingesetzt (Abbildung 7): - **ein höherer Brechungsindex** bewirkt die Abflachung der zwei

Glasflächen, wodurch der Glasrand dünner gestaltet und ein Brillenglas mit -15,00 dpt beispielsweise mit einem Materialindex  $n = 1,67$  in einer Dicke angefertigt werden kann, die einer Glasstärke von -10,00 dpt mit herkömmlichem Materialindex  $n = 1,50$  gleichkommt (Abbildung 7 a und b); - **eine geringere optische Öffnung** bzw. die Anfertigung eines „Lentikularglases“ ermöglichen eine noch stärkere Reduzierung der Randdicke. Bei einem solchen Glas wird am Glasrand und an der Rückseite eine „Facette“ geschliffen, die das Glas in zwei Teile unterteilt – einen zentralen „optisch wirksamen“ Bereich und eine periphere „Facette“ – und dadurch die Glas-Ästhetik deutlich verbessert (Abbildung 7 c bis e). Besagte Facette kann optisch konkav (Minusglas), plan (Nullglas) oder konvex (Plusglas) beschaffen sein, je nachdem, wie dünn der Glasrand sein soll (Abbildung c, d, e). Außerdem sind die Gläser durch das Verblenden vdes Glasrands ästhetischer und die Bildverdoppelungseffekte am Rand des optisch wirksamen Bereichs fast restlos beseitigt. Dennoch entsteht ein unscharfer Sehbereich, der allerdings meist so peripher verortet ist, dass der Sehkomfort des Brillenträgers, dessen Gläser so dicht wie möglich vor das Auge gebracht werden, dadurch nicht beeinträchtigt wird.

Je höher der Rezeptwert, desto dünner wird der zentrale optisch wirksame Bereich gewählt (30, 25 und 20 mm), damit auch Gläser mit Korrektionswerten bis zu -40,00 dpt (Abbildung 7f) angefertigt werden können. Bei solchen



Konkave Lentikulargläser mit konkavem Facettenrand und verblendeter Trennlinie

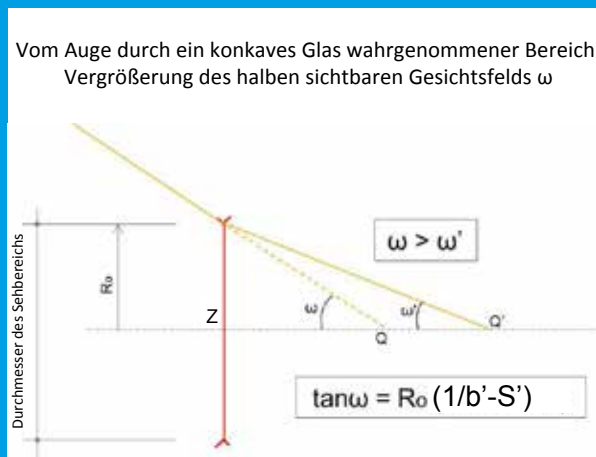
ABB. 8 | Konkaves Lentikularglas

## Optimaler Durchmesser des optisch wirksamen Bereichs

Mit Lentikulargläsern soll die Glasdicke reduziert werden, ohne den Sehkombfort des Brillenträgers einzuschränken. Eine zu kleine Öffnung beeinträchtigt den Sehkombfort. Umgekehrt erhöht ein zu großer optisch wirksamer Bereich die Glasdicke unnötig. Für diesen Kompromiss ist es sinnvoll, den optimalen Durchmesser des optisch wirksamen Bereichs zu bestimmen.

Der betreffende Sehkombfort bezieht sich hier auf den hinter dem Glas zugänglichen, objektseitig im Blickfeld liegenden Bereich. Bei der zentralen Fixierung muss das Blickfeld normalerweise  $\pm 30^\circ$  betragen. Es muss eine Kombfortmarge hinzugerechnet werden, die individuell unterschiedlich ist und von den Sehgewohnheiten abhängt. Nach Ermittlung des halben Zielobjekt-Blickfelds kann der Durchmesser des nutzbaren, optisch wirksamen Bereichs berechnet werden. Er richtet sich nach dem Abstand des Glases zum Augendrehpunkt ( $b'$ ) und nach der Korrektionswirkung des Glases  $S'$ . Die Ergebnisse sind in Tabelle I aufgeführt.

Das temporale Blickfeld ist das Anspruchsvollste: Bei Astigmatismus ist die für die Berechnung zu verwendende Stärke  $S'$  die Stärke des Meridians  $0^\circ$ - $180^\circ$ .



| Korrektionswirkung des Glases        | -10,00 | -15,00 | -20,00 | -25,00 | -30,00 | -40,0 |
|--------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|
| $\emptyset$ ZO bei $\omega=30^\circ$ | 23     | 21     | 19     | 18     | 16,5   | 14,5  |
| $\emptyset$ ZO bei $\omega=40^\circ$ | 33,5   | 30,5   | 28     | 26     | 24     | 21    |
| $\emptyset$ ZO bei $\omega=45^\circ$ | 40     | 36     | 36     | 31     | 28,5   | 25    |
| $\emptyset$ ZO bei $\omega=50^\circ$ | 48     | 43     | 40     | 36,5   | 34     | 30    |

Tabelle I. Durchmesser der Öffnung des optisch wirksamen Bereichs ZO je nach Korrektionswirkung des Glases  $S'$ , um ein halbes Zielobjekt-Blickfeld  $\omega$  zu erhalten.

Glaswirkungen kann man bikonkave Gläser mit Minusstärken auf beiden Seiten wählen, womit extrem hohe Korrektionswerte - sogar bis über - 100 dpt - mit **bikonkaven** und bilentikularen Gläsern<sup>14</sup> realisiert werden können!

Dabei ist auch zu berücksichtigen, dass die Vorderseiten dieser Gläser besonders flach sind und dadurch große, deutlich sichtbare Lichtreflexe erzeugen. Soweit dies technisch umsetzbar ist, sind diese Gläser unbedingt zu entspiegeln.

### 5.1. Konkave Lentikulargläser

Um hohe Korrektionswerte und ein ästhetisches Glasdesign miteinander in Einklang zu bringen, bieten die Hersteller so genannte „Lentikulargläser“ an. Sie bestehen aus einem zentralen optisch wirksamen Bereich und einem peripheren, nicht korrigierenden Randbereich, der Facette. Diese beiden Bereiche können entweder durch eine sichtbare Trennkante geteilt sein oder durch Verblendung dieser Kante unsichtbar ineinander übergehen (Abbildung 8).

## 6. Korrektion hochgradiger Kurzsichtigkeit mit Brillengläsern

Bei der Brillenkorrektion stark Kurzsichtiger treten mehrere optische Phänomene auf.<sup>15,16</sup> Sie lassen sich folgendermaßen zusammenfassen:

### 6.1. Geringere Akkommodation und Konvergenz

Ein stark Kurzsichtiger akkommodiert und konvergiert durch sein Brillenglas in geringerem Maße als ein Normal- oder Weitsichtiger und weniger als mit Kontaktlinsen. In der Tat spielt der HSA eine sehr wichtige Rolle. Die Auswirkungen des HSA verstärken sich mit zunehmender Glasstärke und größer werdendem HSA. So akkommodiert beispielsweise ein Kurzsichtiger mit einer Korrektion von -20,00 dpt, dem Anschein nach um 5,00 dpt, um einen 20 cm von seinen Brillengläsern entfernten Gegenstand

$$V = \frac{1}{1 - e \times S'}$$



ABB. 9 | Berechnung der von einem Glas bewirkten Vergrößerung: Verkleinerungseffekt der Bilder bei einem Korrektionsglas eines Kurzsichtigen.

zu betrachten. In Wirklichkeit akkommodiert er nur um 3,10 dpt, wenn der Abstand zwischen Brillenglas und Auge 12 mm beträgt. Desgleichen ist sein anscheinend hoher Konvergenzaufwand beim Sehen auf 20 cm Entfernung in Wirklichkeit aufgrund der von seinen Gläsern bei Nahsicht hervorgerufenen prismatischen Wirkung (Basis innen) wesentlich geringer.

### 6.2. Verminderte Sehschärfe

Bei stark Kurzsichtigen bewirkt der HSA eine Verkleinerung der durch die Brille wahrgenommenen Bilder (und auch umgekehrt der durch die Gläser wahrgenommenen Augen des Patienten!). Aufgrund dieser Verkleinerung haben stark Kurzsichtige in der Regel eine deutlich geringere Sehschärfe mit Brillengläsern als mit Kontaktlinsen. Diese Verkleinerung wird hauptsächlich durch den HSA hervorgerufen. **Sie wird mit folgender Vergrößerungsformel errechnet :**

$$V = 1 / (1 - e \times S')$$

(wobei e = Hornhautscheitelabstand und S' = Scheitelbrechwert des Glases) (Abbildung 9).

#### Zur Erinnerung

- Der Vergrößerungseffekt ändert sich mit dem Hornhautscheitelabstand
- Je näher das Glas am Auge, desto geringer der Verkleinerungseffekt
- Auswirkung auf die Sehschärfe: Bei Kurzsichtigen ist die Sehschärfe mit einer Brille geringer als mit Kontaktlinsen.

| Vergrößerungseffekt bei einem Glas mit -10,00 dpt | Hornhautscheitelabstand (mm) | Vergrößerung bei einem Glas mit -20,00 dpt |
|---|------------------------------|--|
| 0,909/-9,3 %                                      | 10 mm                        | 0,833/-16,7 %                              |
| <b>0,893/-10,7 %</b>                              | <b>12 mm</b>                 | <b>0,806/-19,4 %</b>                       |
| 0,877/-12,3 %                                     | 14 mm                        | 0,781/-21,9 %                              |
| 0,762/-13,8 %                                     | 16 mm                        | 0,757/-24,3 %                              |

Bei einem Glas Abstand von 12 mm vor dem Auge mit der Stärke -20,00 dpt beträgt die Verkleinerung beispielsweise ca. 20 %. Beträgt die maximale Sehschärfe des Patienten mit seinen Kontaktlinsen 10/10, braucht sie mit seinen Brillengläsern aufgrund des einfachen optischen Effekts demzufolge nur 8/10 zu sein. Dies ist einer der Gründe, weshalb der Augenoptiker immer eine Brillenfassung wählen sollte, die möglichst dicht an den Augen des Patienten sitzt, damit dieser Effekt so weit wie möglich minimiert wird. Wir möchten nochmals darauf hinweisen, dass die Refraktion genau für diesen HSA bestätigt werden muss.

### 6.3. Bildverdoppelung in der Peripherie

Im Randbereich von starken Minusgläsern tritt ein besonderes optisches Phänomen, eine Bildverdoppelung, auf. Der letzte Lichtstrahl, der das Glas durchquert, wird nach außen abgelenkt, während der erste Lichtstrahl, der seitlich des Glases auftrifft, keine Ablenkung erfährt. Damit wird ein und derselbe Gegenstand zweimal wahrgenommen, einmal scharf innerhalb des Glases und einmal unscharf außerhalb des Glases. Für den Brillenträger bedeutet dies, dass er im Randbereich der Brille (oder im zentralen Sehbereich) die Bilder doppelt sieht oder wahrnimmt, insbesondere dann, wenn der Fassungsrand dünn ist oder gänzlich fehlt (randlose Fassungen oder Nylon-Fassungen).

### 6.4. Phänomen der Ringbildung bei stark Kurzsichtigen

Eine der Besonderheiten der mit Brillengläsern korrigierten hochgradig Kurzsichtigen ist das Auftreten störender Ringe im Randbereich des Glases, die deutlicher sichtbar sind, wenn man den Patienten von vorn im Halbprofil betrachtet. Diese Ringe sind die Bilder, die sich am Glasrand auf der Vorder- und Rückseite des Glases mehrfach spiegeln. Durch Polieren des Glasrands und/oder die Reduzierung der optischen Öffnung können sie deutlich verringert werden.

### 7. Der Nutzen von „Spezialgläsern“ für stark Kurzsichtige

Chirurgische Eingriffe oder Kontaktlinsen sind nicht bei allen Patienten möglich, so dass eine Sehhilfe in Form



einer Brille für stark Kurzsichtige eine immer noch zeitgemäße Lösung darstellt. Dementsprechend ist ein breites Sortiment an Spezialgläsern mit Stärken bis zu -40,00 dpt bei Einstärkengläsern und -25,00 dpt bei Gleitsichtgläsern erhältlich. Das technische Know-how der augenoptischen Industrie ist damit aber noch nicht ausgeschöpft. Unlängst stellte ein französisch-slowakisches Expertenteam einen Rekord auf: Es korrigierte eine Kurzsichtigkeit von -108.00 dpt mit Brillengläsern.<sup>17</sup> Dank sorgfältiger und präziser Umsetzung seitens des Augenoptikers bieten die angefertigten Sehhilfen den Trägern einen guten Sehkomfort. Diese „Spezialgläser“ für extrem Kurzsichtige sind bei Augenoptikern noch weitgehend unbekannt und werden zu selten eingesetzt, wenngleich sie stark Fehlsichtigen, deren Zahl ständig zunimmt, gute Dienste erweisen können.

## 8. Fazit

Die Zahl hochgradig kurzsichtiger Menschen wird in Zukunft steigen. Für die Versorgung sind präzise Messungen mehrerer Sehfunktionen unter unterschiedlichen Bedingungen erforderlich, um den Ursprung ihrer Sehbeeinträchtigung zu verstehen. Darüber hinaus müssen all jene Parameter genauestens überprüft werden, die einen Einfluss auf die endgültige Refraktion haben, und zwar von der Augenuntersuchung bis zur Anfertigung der Brille. Außerdem scheint eine Analyse ihrer alltäglichen Sehprobleme unabdingbar, wenn man ihnen eine umfassende und interdisziplinäre Behandlung bieten möchte. •



## KERNINFORMATIONEN

- Die spezifischen Bedürfnisse hochgradig Kurzsichtiger erfordern die besondere Aufmerksamkeit der Spezialisten für Augengesundheit.
- Hochgradige Kurzsichtigkeit äußert sich primär durch folgende Beeinträchtigungen:
  - Verminderte Sehschärfe
  - Herabgesetzte Kontrastempfindlichkeit
  - Beeinträchtigte Sehschwellen bei geringer und hoher Lichtintensität
  - Längere Erholungszeit nach Blendung
  - Weniger Lebensqualität und soziale Auswirkungen.
- Hochgradige Myopie ist oft mit dem Risiko schwerer Sehbeeinträchtigungen und Augenpathologien verbunden wie Retinopathien und Makulopathien (Staphylome, atrophische Läsionen, chorioretinale Risse, chorioidale Neovaskularisation, Makuladegeneration, Glaukom usw.).
- Die Refraktionsbestimmung bei hochgradiger Myopie erfordert ein spezielles Vorgehen, wie z.B. die umfassende Messung der Sehfunktionen und die Berücksichtigung des Hornhautscheitelabstands.
- Sehhilfen für hochgradig Kurzsichtige müssen auf deren Bedürfnisse abgestimmt sein. Der Augenoptiker sollte eine passende Brillenfassung wählen und sich für „Spezialgläser“ aus einem Sortiment für hochgradig Kurzsichtige entscheiden.

## QUELENNACHWEISE

1. Holden B, Fricke T, Wilson D, et al. Global Prevalence of Myopia and High Myopia and Temporal Trends from 2000 through 2050; *Ophthalmology*, 2016.
2. Rose K, Harper R, Tromans C. Quality of life in myopia, *Br. J. Ophthalmol*, 2000.
3. Jaworski A, A Gentle, AJ Zele, AJ Vingrys, NA McBrien. Altered Visual Sensitivity in Axial High Myopia: A Local Postreceptor Phenomenon?, *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 2006.
4. Mashige K. Night vision and glare vision thresholds and recovery time in myopic and hyperopic eyes; *African Vision and Eye Health* 2010 S Afr Optom
5. Verkicharla PL, Ohno-Matsui K, Saw SM. Current and predicted demographics of high myopia and an update of its associated pathological changes, *Ophthalmology & physiological optics*. 2015
6. Wong TY et al. Epidemiology and disease burden of pathologic myopia and myopic choroidal neovascularization: an evidence-based systematic review. *J. Ophthalmol*, 2014.
7. Ohno-Matsui, K, Kawasaki R, Jonas JB et al. International photographic classification and grading system for myopic maculopathy. *Am J Ophthalmol*, 2015
8. Morgan IG1, Ohno-Matsui K, Saw SM. Myopia. *Lancet*. 2012 May 5;379(9827):1739-48.
9. Pan CW1, Cheng CY, Saw SM, Wang JJ, Wong TY. Myopia and age-related cataract: a systematic review and meta-analysis. *Am J Ophthalmol*. 2013 Nov;156(5):1021-1033.
10. Iwase A, Araie M, Tomidokoro A, Yamamoto T, Shimizu H, Kitazawa Y; Tajimi Study Group. Prevalence and causes of low vision & blindness in a Japanese adult population: the Tajimi Study. *Ophthalmology*. 2006 Aug;113(8):1354-62.
11. Wu L, Sun X, Zhou X, Weng C. Causes and 3-year-incidence of blindness in Jing-An District, Shanghai, China 2001-2009. *BMC Ophthalmol*. 2011 May 5;11:10.
12. Franchi Ch, Meslin D. L'équipement optique du fort myope en verres optalmiques, *Les Cahier d'Ophthalmologie*, n° 199, Avril 2016.
13. Réfraction pratique, *Cahiers d'optique oculaire*, Essilor Academy, 2008.
14. Un record pour Essilor: une prescription de -104 dioptries. *Les Cahiers d'Ophthalmologie*, n°188, 2015.
15. C. Corbé JP, Menu G, Chainé, *Traité d'optique physiologique et clinique*. Kapitel 8.2. Vision de l'amétrope corrigé par verres de lunettes, Paris, Doin, 1993.
16. Roth A, Gomez A, Pêchereau A, *La réfraction de l'œil : du diagnostic à l'équipement optique*, Paris, Elsevier-Masson, 2007.
17. Chrien S et al., Record-high myopia solved by an alliance of experts: -108.00 D, *Points de Vue*, International Review of Ophthalmic Optics, www.pointsdevue.com, 2016