

Bild 1: Aufbau eines Gleitsichtglases

# Herstellung von Freiform-Brillengläsern durch Einsatz von Lasern

Andrea Sedlak, Augenoptiker- und Kontaktlinsenmeister, QMB, Wiener Neudorf, Österreich

**Im Bereich der Augenoptik sind Gleitsichtgläser die komplexesten Produkte. Aktuell werden die berechneten Freiformflächen im spannabhebenden Verfahren hergestellt. Die Prozessumstellung auf eine Laserbearbeitung wäre wünschenswert. Dieser Artikel beschreibt Vorteile, die eine lasergestützte Herstellung von Gleitsichtgläsern bieten könnte und welcher Nutzen sich dadurch für die Endverbraucher ergibt.**

Nicht nur die Anforderung an das Brillenglas hat sich in den letzten 50 Jahren drastisch gewandelt, sondern auch die Erwartungshaltung der Träger. War das Brillenglas noch im vorigen Jahrhundert ausschließlich ein Sehbehelf – in Form eines Einstärkenglases – so ist es heute nicht nur ein Modeaccessoire sondern es ermöglicht uns im Zeitalter der PCs, Tablets und Smartphones bis ins hohe Alter individuell optimierte Sicht in verschiedenen Entfernungen – gelöst in Form eines einzigen Brillenglases, dem Gleitsichtglas.

## Das Gleitsichtglas und seine Aberrationen

Die einfachste Form eines Brillenglases ist das Einstärkenglas. Es vereint eine Stär-

ke in sphäro-zylindrischer Kombination (z.B. sph.- 2,00 zyl +1,00). Einstärkenbrillengläser kommen als Fernbrille (für Kurzsichtigkeit, Weitsichtigkeit, Astigmatismen) oder aber als Lesebrillen für die Nähe zum Einsatz. Beide Varianten zielen nur auf einen Einsatzbereich ab: Die Korrektur der Fehlsichtigkeit in der Ferne oder Nähe.

Gleitsichtgläser oder stärkenvariable Brillengläser zeichnen sich insbesondere dadurch aus, dass sie verschiedenen Stärken in sich vereinen mit dem Vorteil, nur ein einziges Brillenglas für verschiedene Sichtentfernungen oder Bedürfnisse (Sicht in der Ferne, Nähe und Zwischenentfernungen) zu haben. Das charakteristische Merkmal von Gleitsichtgläsern ist somit ihre Wirkungsänderung vom oberen zum unteren Bereich des Brill-

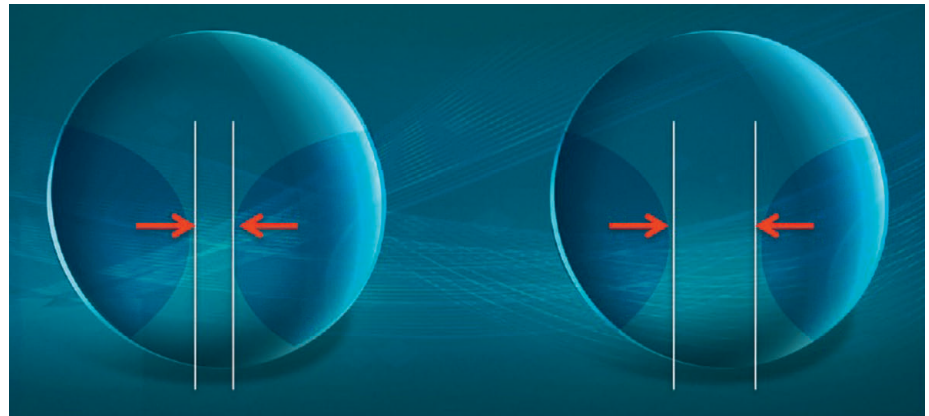
lenglases. Dieser Wirkungsverlauf wird durch die unterschiedlichen Krümmungsradien erreicht, d.h. die Stärkenänderung kommt durch die Glaskrümmung zustande.

Trotz ihrer zahlreichen Vorteile stoßen diese Brillengläser bedingt durch ihre Oberflächengeometrie und die damit verbundene Stärkenänderungen an bestimmte Grenzen in Form von Abbildungsfehlern. Diese Abbildungsfehler sind den Brillenträger als Schwimm- und Schaukeleffekte oder als Bereiche in denen man nicht gut oder nur verschwommen sieht bekannt (**Bild 1**). Dadurch ist vor allem eine Einschränkung der peripheren Wahrnehmung gegeben (Raumwahrnehmung, Orientierung). Je nach Design- bzw. Produktphilosophie können diese Abbildungsfehler optimiert

bzw. schwerpunktmäßig verteilt werden. So lässt sich derselbe Anteil an Aberrationen über eine größere Fläche verteilen, mit dem Ergebnis eines anderen Designs als bei einer Aufteilung auf eine kleinere Fläche. Kennzeichnend für die unterschiedlichen Designs sind die Bereiche, in denen die physiologisch Wahrnehmung der Abbildungsfehler unter dem Auflösungsvermögen der Brillenträger liegt. Über die Gesetzmäßigkeiten der Abbildungsfehler hinaus spielt die Anzahl der Berechnungspunkte, die zur Optimierung und Herstellung herangezogen werden, eine Rolle. Auch die individuellen Parameter wie Fassungsdaten und Kundenparameter – also jene Parameter, die einen Einfluss auf die Wirkung des Brillenglases haben, fließen in diese Berechnung ein. So individuell die Physiologie des Sehens jedes einzelnen Menschen ist, so unterschiedlich gestalten sich auch die verschiedenen Brillenglas-Designs, um den Anforderungen des heutigen Zeitalters gerecht zu werden. Die große Kunst, so komplexe und vielfältige Brillengläser erfolgreich herzustellen, liegt einerseits in den Händen des Glasdesigners, der die Aberrationen bestmöglich unter Kontrolle zu bringen versucht, als auch bei den Möglichkeiten der Fertigungstechnologie Brillengläser mit Messabweichungen herzustellen, deren Genauigkeit dem Berechnungsergebnis des Linsen-Designers bestmöglich nahe kommt.

## Herstellung durch Einsatz von Lasern

Die klassische Brillenglasherstellung beginnt üblicherweise mit einem Halbfertigprodukt. Dabei ist die konvexe Seite soweit fertig, dass diese nicht mehr weiter bearbeitet werden muss. Die Oberflächendaten (Krümmungsradien) dieser Flächen fließen in die Optimierungsrechnung des gesamten Brillenglases ein. Die Herstellung des Gleitsichtglas-Designs und deren Optimierung in Bezug auf Aberrationen und allen anderen für den



**Bild 3: Gleitsichtglaszonen im Vergleich**

Träger relevanten Daten wird dann auf der „Innenseite“ durch Fräsen/Drehen mit anschließendem Soft-Tool-Polieren umgesetzt.

Lasern kommen im Bereich der Herstellung von Brillengläsern für die dauerhafte Kennzeichnung der notwendigen Markierungen bereits zum Einsatz. Es ist somit naheliegend, diesen Einsatzbereich in Hinblick einer Prozessoptimierung und Qualitätssteigerung zu erweitern. Dem Herstellungsverfahren mittels Lasertechnologie liegt demnach die Aufgabe zugrunde, die nach heutigem Stand der Technik bedingten Fertigungsabweichungen zu verbessern.

Wie eingangs erwähnt, besteht die Kunst darin, die Daten des Linsen-Designers bestmöglich in der Fertigung umzusetzen, mit dem Ziel Geometrieänderungen während der Fertigung bzw. durch Folgeprozesse auszuschließen.

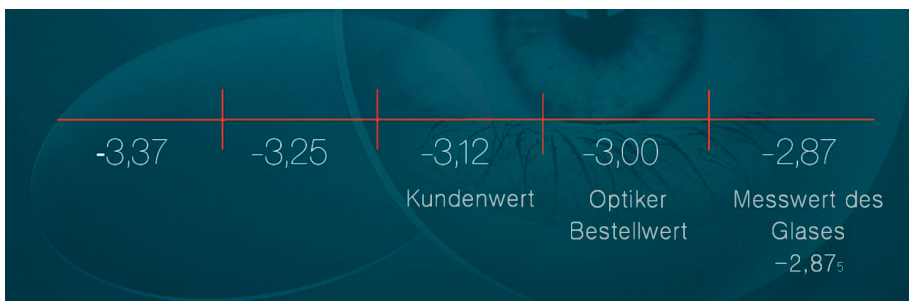
Konkret ergeben sich folgende Vorschläge zu Prozessoptimierungen und Qualitätsverbesserungen:

Betrachtet man die rein mathematische Möglichkeit der Brillenglasberechnung, Optimierung und Designgestaltung, ist der Wunsch naheliegend, die aktuelle Oberflächenrauheit deutlich zu reduzieren, sodass weitere Polierprozesse – mit einer verbundenen Oberflächenverände-

rung (Geometrieänderung) – ausgeschlossen werden können. Dies kann möglicherweise durch den Einsatz eines Lasers erreicht werden, der die mechanische Formgebung mittels Fräsen/Drehen oder Polieren ersetzt. Für die Umsetzung müsste als erstes geklärt werden, welche Laser für welche Brillenmaterialien geeignet erscheinen.

Brillengläser unterliegen gewissen Anforderungen, die unter der ISO 8980 zusammengefasst sind. Diese Norm, die unter Beteiligung deutscher Experten ausgearbeitet worden ist, benennt die grundlegenden Anforderungen an rohkantige fertige Brillengläser, wie z.B. die Grenzabweichungen der dioptrischen und prisma-tischen Wirkung, des Glasdurchmessers und der Glasdicke bzw. der Oberflächenqualität. Darüber hinaus sind in dieser Norm die Prüf- und Messmethoden festgelegt. Werden nur die Brillenglasflächen und deren Oberflächenfehler bedingt durch das aktuelle Herstellungsverfahren beurteilt, trifft man immer wieder Fehlerbilder an, die – wenn auch in der ISO 8980 nicht im Detail definiert – sehr wohl einen direkten Einfluss auf die visuelle Wahrnehmung des Trägers haben. Dabei handelt es sich vor allem um spiralförmige Flächenfehler oder Spitzfehler (punktuelle Fehler in der Glasmitte) deren Ursache in Fräs- und Drehprozesse zu suchen sind oder aber konzentrische Kreise die auf Polierrückstände hinweisen. Hier gilt es solche Fehler durch Präzisionssteigerung zu verbessern und auszuschließen.

Ein weiterer wesentlicher Punkt ist die Reduzierung der Messwertabweichungen nach ISO 8980, die aktuell bei mind. 0,12 dpt liegen. Endverbraucher können bei einer subjektiven Refraktion (Brillenglasbestimmung) 0,12 dpt wahrnehmen und unterscheiden. Üblicherweise findet die Refraktion bzw. die Bestellung der



**Bild 2: Gesamt-Messwertabweichung**

Brillengläser in 0,25dpt-Schritten statt. Ziel ist nicht nur, dem Optiker eine Bestellmöglichkeit von  $\leq 0,12$ dpt-Schritten zu bieten, sondern auch entsprechend die Gesamtabweichung (Brillenglasbestimmung + Messwertabweichung) auf einen Wert von  $\leq 0,12$  dpt zu bringen. Aktuell liegt dieser Wert im schlechtesten Fall bei mind. 0,25 dpt (**Bild 2**), wobei sich bei Gleitsichtglasunverträglichkeiten gezeigt hat, dass eine Reduzierung auf 0,12 dpt eine subjektive Verbesserung des Sehens mit sich bringt.

Werden die Messwertabweichungen signifikant reduziert, gilt der Umkehrschluss, dass auch die Abbildungseigenschaften bezogen auf Astigmatismen, sphärische Aberration, etc. in den Übergangsbereichen und den Randzonen verbessert werden. Das bedeutet, dass die Progressionszonen (Übergangsbereich von Fernbereich zum Lesebereich = die Schlüsselstelle) von den Brillenglasträgern als größer/breiter wahrgenommen werden (**Bild 3**).

Schwimm- und Schaukeleffekte werden ebenfalls reduziert. Der Einsatz von Lasern bei der Fertigung soll somit zum Ziel haben, eine präzise Herstellung der Brillengläser zu ermöglichen, die nahe an den individuell bestimmten Werten des Endverbrauchers liegen (Abweichungen  $\leq 0,12$  dpt). Mit Hilfe des Lasers soll eine höhere Fertigungsgenauigkeit als bei konventionelle Fräs-, Dreh- und Polierprozessen erreicht werden. Dazu ist es zudem notwendig, die Messwertabweichung zu reduzieren, um die gelieferten Kundendaten in einem präziseren Fertigungsprozess umzusetzen.

### Fazit

Lasereinsatz haben sich in vielen Bereichen aufgrund ihrer Präzision etabliert: Laserschneiden, Laserschweißen oder aber in der refraktiven Hornhautchirurgie ist der Laser ein wesentlicher Bestandteil geworden. Das Gleitsichtglas ist das komplexeste Pro-

dukt im Bereich der Augenoptik. Ihre Verträglichkeit bzw. deren Optimierungsmöglichkeiten betreffend Aberrationen liegen im direkten Zusammenhang zum Herstellungsverfahren. Der Einsatz von Lasern könnte eine zentrale Rolle einnehmen, um die in diesem Artikel vorgeschlagenen Verbesserungen bei der Herstellung von Gleitsichtbrillengläsern zu realisieren.

### Ansprechpartner:

Andrea Sedlak  
Augenoptiker- und  
Kontaktlinsenmeister,  
QMB  
Mühlgasse 3/9  
2351 Wiener Neudorf  
Österreich  
Tel. +43/680/1193304  
eMail: andrea.sedlak@  
lasereyelens.com



[www.photonik.de](http://www.photonik.de)

► Webcode 5002