

New Edging Technology – Neue Wege Glas und Fassung zu verbinden

Jörg Luderich, Christian Pöpperl, David Frings

Die Randbearbeitung von Brillengläsern mittels Formwerkzeugen (Schleifscheibe, Fräser) ist seit vielen Jahrzehnten der bekannte und übliche Weg. Dabei basiert die Anwendung dieser Verfahren weniger auf den Anforderungen der Verbindung Glas–Fassung, sondern auf den fertigungstechnischen Möglichkeiten früherer Zeiten. Es standen nur zerspanende Verfahren (Schleifen mit Keramik- oder Diamantschleifscheiben) zur Verfügung, um die seinerzeit in der Brillenoptik vorherrschenden mineralischen Materialien zu bearbeiten. Mit den damit verbundenen Einschränkungen leben wir bis heute – häufig ohne uns dessen bewusst zu sein. Im Rahmen des vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderten Forschungsprojektes „New Edging Technology“ arbeitet an der Fachhochschule Köln (FH Köln) ein Team unter Leitung von Prof. Jörg Luderich an neuen Technologien, Glas und Fassung zu verbinden. Im Folgenden wird der bisher erreichte Stand der Forschungsarbeiten dargestellt und ein Ausblick auf zukünftig zu erwartenden Möglichkeiten gegeben.

Manche Dinge ändern sich nie

Zum Beispiel die grundlegende Konstruktion von Brillen, die ganz wesentlich durch die mechanische Verbindung zwischen Glas und Fassung definiert wird. Diese Verbindung wird hergestellt durch Spitzfacette, Bohrungen oder einer Rillnut, das sind geometrische Strukturen, die aus dem Material des Brillenglases herausgearbeitet werden.

Dementsprechend unterscheiden Fachleute heute Brillen in Vollrandfassungen, Bohrbrillen und Nylorbrillen. Daneben gibt es einige Sonderlösungen, die sich zum Beispiel durch eine Variation der Facettengeometrie, der Bohrungslage oder eine andere geometrische Gestaltung der Verbindungselemente unterscheiden. Das Prinzip bleibt aber immer gleich: Es werden Geometrien in das Brillenglas eingearbeitet und eine direkte Verbindung zwischen Glas und Fassung hergestellt.

Ob das wirklich immer so bleiben muss fragte sich ein Team an der FH Köln und untersuchte neue Möglichkeiten, Brillenglas und Fassung zu verbinden.

Geometrisch betrachtet, passen Glas und Fassung selten einhundertprozentig zueinander

Ausgangspunkt der Arbeiten waren Überlegungen, die schon vor fast 20 Jahren bei der Firma WECO in Düsseldorf angestellt wurden. Schon damals war den Entwicklern klar, dass die direkte Verbindung Glas–Fassung eine Reihe von Nachteilen besitzt

und keinesfalls die optimale Verbindungsform ist. Warum das so ist, soll an einem Beispiel erläutert werden (Abb. 1 und 2).

Beim Verglasen einer Metall-Vollrandfassung soll eine spielfreie, spannungsarme Verbindung zwischen zwei dreieckförmigen Profilen (Fassungsnut und Spitzfacette) hergestellt werden. Unglücklicherweise besitzen diese beiden Profile unterschiedliche Winkel. Fassungsdrähte werden mit Nutwinkeln im Bereich von ca. 90-130° hergestellt, die Spitzfacette hat je nach Schleifscheibe und Philosophie des Maschinenherstellers einen Winkel von ca. 110-120°. Je nach Kombination dieser beiden Winkel liegt daher die Spitzfacette entweder im Grund der Fassungsnut (Fassungsnutwinkel > Facettenwinkel) oder an den Flanken der Fassungsnut (Fassungsnutwinkel < Facettenwinkel) an. Passt also erst einmal nicht oder wenigstens nicht optimal.

Hinzu kommt, dass die auf dem Glas hergestellte Facette fertigungsbedingt auf einer Zylinderfläche ruht und daher überall die gleiche Ausrichtung hat. Von dieser idealen Ausrichtung kann man bei der Fassungsnut nicht ausgehen. Fertigungsbedingt, aber auch durch das häufig unvermeidliche Muscheln, verkippt der Draht und damit stimmt, neben dem Winkel, auch die Ausrichtung nicht. Komplettiert wird die Problematik durch teilweise unetliche Übergänge am Schließblock, dem bei starken Glaskurven und Formen mit langen Geraden auftretenden Verschleiß und Abweichungen zwischen der Facetten- und der Fassungskurve.

Kurzum: Geometrisch betrachtet passen Glas und Fassung nie zu 100 Prozent zueinander.

Natürlich können Metallfassungen trotzdem seit vielen Jahren erfolgreich verglast werden. Etwas Spiel zwischen Fassung und Glas an einigen Stellen (merkt man nicht bzw. nur, wenn man ganz genau prüft), dazu Fassung und Glas etwas elastisch verformen (Spannungen im Glas) und schon geht es. Allerdings nicht optimal.

An dieser Stelle soll nicht unerwähnt bleiben, dass der Fokus der Augenoptik bei der Brille aus guten Gründen auf zwei anderen Punkten liegt: Der optischen Qualität des Brillenglases sowie der Ästhetik der Brille. Oder mit anderen Worten – der Sehqualität und dem Aussehen des Brillenträgers.

Betrachtet man diese beiden essentiellen Komponenten der Brille einmal vor dem Hintergrund der mechanischen Verbindung Glas–Fassung, so werden weitere interessante Aspekte deutlich.

Das Brillenglas wird von den Glasherstellern hinsichtlich seiner optischen Eigenschaften optimiert. Es ist nicht dafür gedacht, geometrische Toleranzen zur Fassung auszugleichen, ist häufig spröde und wenig elastisch. Nur, wenn sein Rand präzise bearbeitet wird, passt es zufriedenstellend in die Fassung. Unter mechanischen Gesichtspunkten sind die heutigen Brillen-

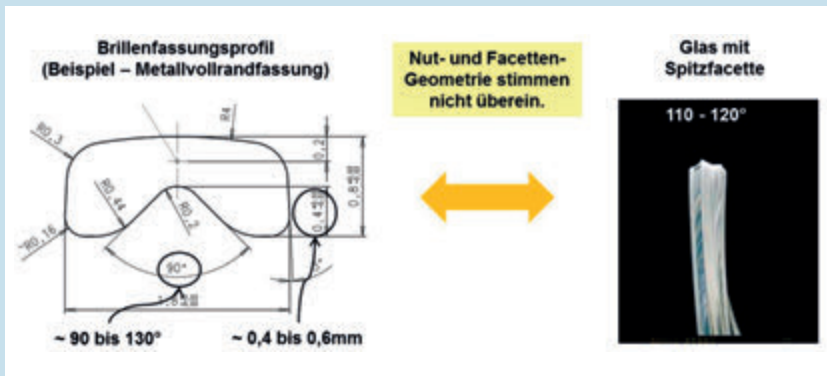


Abb. 1: Die Geometrie von Spitzfacette und Fassungsnut unterscheiden sich signifikant.



Abb. 2: Torsion des Fassungsdrahts, Unstetigkeiten am Schließblock und Verformungen beim Muscheln der Fassung führen zu Abweichungen.



Abb. 3: Spannungen in einer konventionell verglasten Brille.

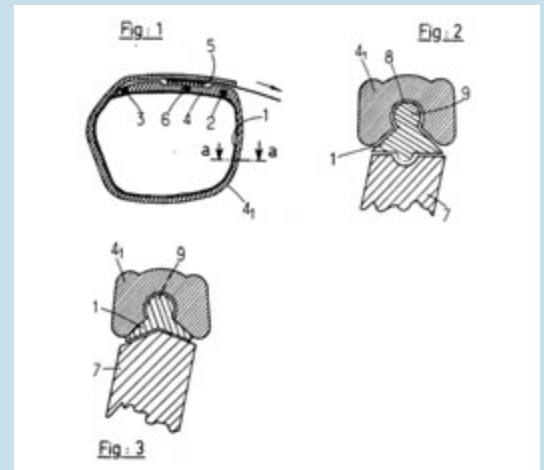


Abb. 4: Zeichnung aus dem Patent „Improvements in or relating to lens holders“ von 1969. [1]

glasmaterialien sicher nicht die optimale Lösung für eine mechanische Verbindung.

Hauptanforderungen an die Brillenfassung sind Design und Ästhetik. Begrenzt werden die Möglichkeiten der Designer aber durch die heutige Verbindungstechnik – de facto können sie nur zwischen Bohrbrille, Vollrand- und Nylorfassung wählen. Hier könnten neue Möglichkeiten neue Perspektiven eröffnen.

Abschließend noch ein letzter Aspekt. Die modernen Randbearbeitungsmaschinen und Tracer arbeiten heute mit Auflösungen im μm Bereich. Warum eigentlich? Für die Zentrierung des Glases vor dem Auge reichen doch einige $100 \mu\text{m}$ sicher aus.

Der Grund ist klar: Um die oben aufgezeigten grundlegenden Unzulänglichkeiten möglichst weit auszugleichen, wird die Präzision der Maschinen gesteigert und damit natürlich auch Kosten und Aufwand für die Bearbeitung.

Dass diese, heute weltweit praktizierte mechanische Verbindung zwischen Glas und Fassung nicht optimal ist, ist den Experten schon lange bekannt. Schon früh wurde über Lösungen nachgedacht. Abbildung 4 zeigt zum Beispiel eine Darstellung aus einer Patentschrift von 1969. [1] Durch die Verwendung eines elastischen Ringes zwischen Glas und Fassung sollte die Problematik gelöst werden. Auch bei WECO wurden schon früh neue Wege untersucht und Versuche durchgeführt – ohne durchschlagenden Erfolg. Die verfügbaren Materialien und Technologien waren noch nicht weit genug.

Heute ist das anders. Mit der rasant verlaufenden Entwicklung der additiven Fertigungsverfahren werden mehr und mehr Werkstoffe und Verfahren verfügbar, die auch für den Bereich der Augenoptik neue Perspektiven eröffnen.

Additive Fertigungsverfahren eröffnen neue Perspektiven

Bei einem additiven Fertigungsverfahren werden Formen nicht durch Materialabtrag, sondern durch Materialauftrag erzeugt. Sie unterscheiden sich so ganz grundlegend von den bekannten Herstellverfahren, wie Schleifen oder Fräsen. Einen hohen Bekanntheitsgrad haben additive Fertigungsverfahren insbesondere durch sogenannte „3D-Drucker“ erreicht, die in den letzten Jahren stärkere Verbreitung gefunden haben und in vielen Medien dem breiten Publikum vorgestellt wurden.

Neu motiviert durch die neuen technologischen Möglichkeiten wurde im Jahr 2011 an der FH Köln das Projekt „New Edging Technology“ gestartet. Ziel: Die Potenziale additiver Fertigungsverfahren für die Augenoptik zu untersuchen.

Ausgangspunkt der Arbeiten war die schon bei WECO erkannte Problematik der mechanischen Verbindung Glas-Fassung. Sehr bald wurde aber deutlich, dass diese neue Fertigungstechnologie langfristig sehr viel weitergehende Perspektiven für die Augenoptik eröffnen kann. Dazu später mehr.

Im Rahmen der bisherigen Arbeiten lag der Schwerpunkt auf der Fragestellung, ob sich die heutige, aus dem Brillenglasmaterial herausgearbeitete Facette durch eine additiv aufgetragene Struktur ersetzen lässt. Es entfällt dann die Bindung an die spezifischen Eigenschaften des Optikwerkstoffes und es kann ein für die Zentrierung optimaler Werkstoff ausgewählt und eine ideal geeignete Geometrie absolut wiederholbar (verschleißfrei) gefertigt werden. Das eigentliche Ziel, eine spielfreie, spannungsarme Verbindung kann so erreicht werden. ▶

Verfahrenstechnologie und Versuchsaufbau

3D-Drucker werden heute in schneller Folge in immer neuen Varianten auf den Markt gebracht. Sie sind die preiswerten Abkömmlinge der größeren und leistungsfähigeren Rapid Prototyping Maschinen, die für die Herstellung von Anschauungs- und Versuchsmustern seit Jahren genutzt werden. Grundprinzip dieser Systeme ist die direkte Herstellung von Strukturen aus CAD-Daten ohne den Umweg über ein Halbzeug oder eine Form. Es können so nahezu beliebig komplexe Bauteile gefertigt werden.

Auch wenn eine Vielzahl von sehr unterschiedlichen 3D-Druckverfahren entwickelt wurden, so haben sie doch eine Gemeinsamkeit: Sie bauen das zu fertigende Bauteil entweder aus Strängen oder Tropfen auf. NC-gesteuert geeignet platziert, entstehen so selbst komplexeste Gebilde.

Übertragen auf den Bereich der Optikbearbeitung, können die Randstrukturen in analoger Weise aufgebaut werden. Sie können aus einzelnen Tropfen oder Strängen entstehen, die aufeinander geschichtet Facetten oder Rillnuten ersetzen können. In Abbildung 5 sind diese Prinzipien vereinfacht dargestellt. Abbildung 6 zeigt einige Beispiele, von einem Facettenersatz bis hin zu Strukturen zur Aufnahme von Nylorfäden.

An der FH Köln wurden beide Wege, der Aufbau von Strukturen aus Strängen und aus Tropfen, näher untersucht. Nach einigen grundlegenden Versuchen wurde dann entschieden, sich zuerst auf ein strangauftragendes Verfahren zu konzentrieren. Abbildung 7 zeigt das Prinzip.

Mithilfe einer Dosiernadel wird die Facettengeometrie mittels feiner Stränge flüssigen Materials auf dem Glasrand auf-

gebaut. Als Material werden Photopolymere verwendet, die unter UV-Licht in Sekunden aushärten.

Die Herstellung des Brillenglases erfolgt in vier Schritten und ist vom Ablauf her vergleichbar mit den bekannten Randbearbeitungsprozessen.

- Herstellung der Formkontur, z. B. durch Schleifen, Fräsen, Laser, ...
- Trocknen des Glasrandes
- Polymerauftrag
- Aushärten der Struktur

Viel besser als die hier dargestellten Grafiken können bewegte Bilder einen Eindruck über den Druckvorgang geben. Wenn sie dem Link <http://youtu.be/Puxn5qGaNt4> folgen oder den nebenstehend abgedruckten QR-Code einscannen, können sie den Prozess als Video bei YouTube finden und betrachten.



Ein wichtiges Anliegen des Projektes ist es, die Einsetzbarkeit additiver Verfahren unter möglichst praxisnahen Bedingungen zu untersuchen. Es war also ganz wichtig, nicht nur Versuchsmuster herzustellen, sondern Gläser, die in Brillen eingesetzt und unter praxisnahen Bedingungen erprobt werden können. Hierzu wurde auf Basis eines kommerziell verfügbaren Randbearbeitungssystems ein Versuchsstand entwickelt, mit dem alle notwendigen Schritte praxisnah durchführbar sind – von der Abtastung der Fassung, über das Zentrieren der Gläser bis hin zur Bearbeitung der Gläser.

Abbildung 8 zeigt die für die Untersuchungen entwickelte Versuchsmaschine. Während für den Versuchsstand der elektromechanische Aufbau der Maschine weitgehend erhalten blieb, wurde die Steuerung komplett ausgebaut und durch eine Eigenentwicklung ersetzt. Erst hierdurch wurde es möglich, die

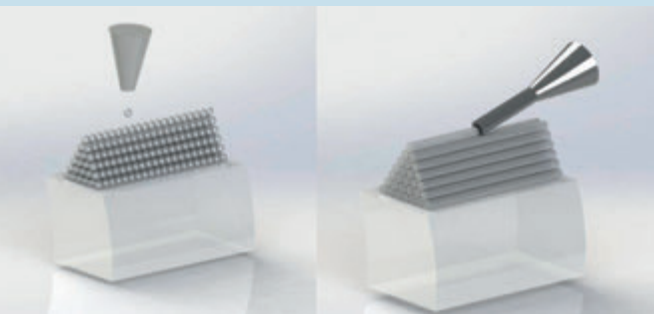


Abb. 5: Mittels additiver Verfahren kann eine Facette aus Tropfen oder Strängen aufgebaut werden.

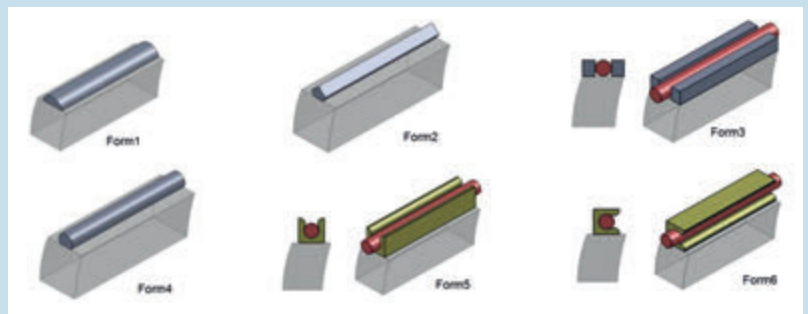


Abb. 6: Mögliche Facetten- und Rillnutgeometrien.

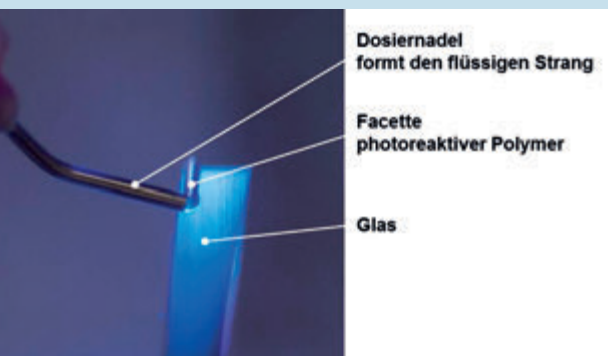


Abb. 7: Auftrag einer einfachen Facettengeometrie auf den Glasrand.

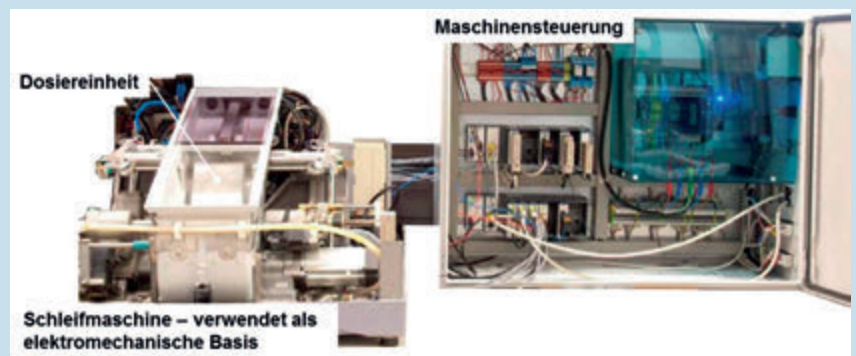


Abb. 8: Versuchsmaschine der FH Köln.

notwendigen zusätzlichen Bewegungen und Operationen auszuführen. Ergänzt wurden die für das additive Verfahren notwendigen Komponenten, wie Dosiereinrichtung und UV-Lichtquelle. Mit dem Versuchsstand ist es nun möglich, in Kombination mit dem dazugehörigen Tracer und Zentriergerät, eine Brille fachgerecht zu verglasen.

Einen Blick in das Innere der Maschine zeigt die Abbildung 9. Zu erkennen ist die Nadel der Dosiereinrichtung, die Trocknungseinheit sowie der zur Umlenkung der UV-Strahlung verwendete Spiegel. Alle diese Komponenten können aus dem Bearbeitungsraum zurückgezogen werden und sind durch eine Klappe (oben im Bild) während der konventionell durchgeführten Randbearbeitung geschützt.

Zur Ansteuerung des Auftragprozesses wurde eine eigene Software entwickelt. Abbildung 10 zeigt einen Blick auf den Bildschirm. Mithilfe der Software kann die Anzahl der aufzutragenden Polymerstränge festgelegt und ihre Lage auf dem Glas beliebig positioniert werden. Im Bild ist beispielhaft ein Versuch mit drei dreieckförmig angeordneten Strängen dargestellt.

Die Entwicklung dieser Versuchseinrichtung ermöglicht nun die Herstellung von Facetten aus unterschiedlichen Materialien und Geometrien sowie die anschließende Verglasung und Erprobung. Sie stellt somit einen ganz wesentlichen Schritt zur Erforschung dieses Bereiches dar.

Materialauswahl und -eigenschaften

Grundlegend für das hier dargestellte Verfahren ist die Verwendung von Photopolymeren – also Kunststoffen, die mittels Licht (meistens UV-Licht) ausgehärtet werden. Diese Materialien sind mit einer Vielzahl von Eigenschaften verfügbar und können auch

in recht großem Umfang anforderungsgerecht vom Materiallieferanten eingestellt werden. Sie finden ihren Einsatz heute nicht nur in der Industrie, sondern auch in medizintechnischen Anwendungen. Als Beispiel seien hier Polymere aus dem Bereich der Zahnmedizin genannt, die viele von uns in Form einer Zahnfüllung kennen.

Für unsere Anwendung sind die folgenden Eigenschaften von grundlegender Bedeutung:

- Hochbelastbare, dauerhafte Verbindung zum Brillenglas.
- Einstellbare Härte – von „gummiweich“ bis „glashart“.
- Transparenz – unauffällige Erscheinung. Auf Wunsch aber auch farbig – Designelement.
- Medizinische Unbedenklichkeit.

Die Materialauswahl für die ersten Versuche wurde im Hinblick auf die Erzeugung einer „elastischen Facette“ ausgerichtet. Mit dem Ziel, dass die Facette Toleranzen ausgleicht und eine spannungsarme Verbindung zwischen Glas und Fassung realisiert.

Elastische Facette

Die Idealvorstellung der mechanischen Verbindung Glas–Fassung ist eine spiel- und spannungsfreie Lösung. Hierzu müsste die Facette die unvermeidlichen Abweichungen auf der einen Seite elastisch ausgleichen, auf der anderen Seite das Glas aber auch sicher und fest halten. Für die Erprobung wurde eine halbkreisförmige Facettengeometrie erzeugt (Abb. 12).

Als Polymer wurde ein Material ausgewählt, von dem aus Vorversuchen bekannt war, dass es im ausgehärteten Zustand recht weich ist und ein interessantes viskoelastisches Verhalten zeigt. Als Viskoelastizität bezeichnet man ein teilweise elastisches, teilweise viskoses Materialverhalten. D. h. das Material ▶

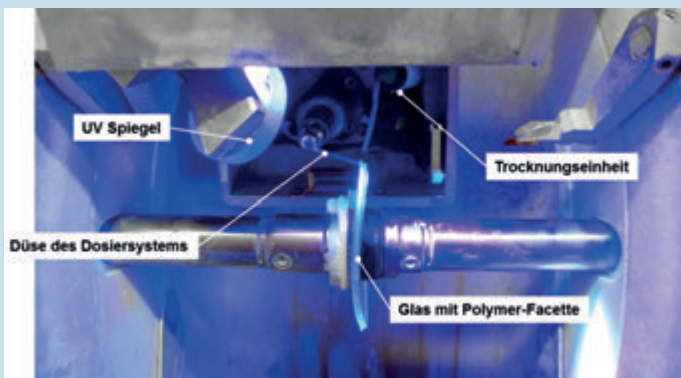


Abb. 9: Arbeitsraum der Versuchsmaschine.

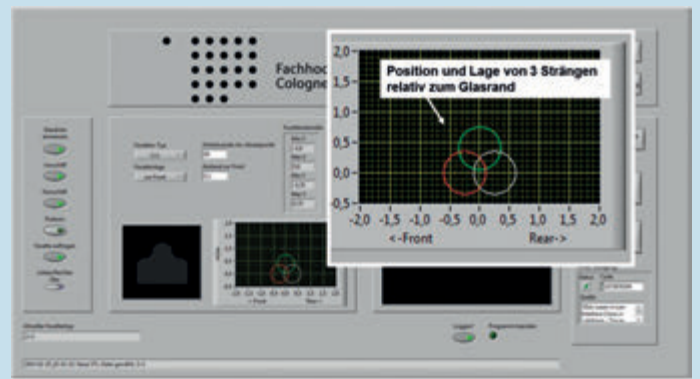


Abb. 10: Mittels NC-Steuerung kann Lage und Geometrie der Facette festgelegt werden.



Abb. 11: Materialuntersuchungen erfolgen mit Hilfe von Probedruckern.



Abb. 12: Elastische Facette mit halbkreisförmiger Kontur.

passt sich unter Last nicht nur elastisch an, sondern nimmt mit der Zeit in gewissem Umfang auch die Form der Fassungsnut an und baut so ggf. verbleibende Spannungen ab.

Das Ergebnis eines so durchgeführten Verglasungsversuchs zeigt Abbildung 13. Während die eine Brillenseite konventionell verglast wurde, wurde das Glas auf der anderen Seite mit einer elastischen Facette versehen. Beide Gläser sitzen spielfrei in der Fassung, der Schließblock ist vollständig geschlossen.

Bis auf kleine Spannungen im Bereich des Nasenstegs kann das Glas mit der elastischen Facette als spannungsfrei angesehen werden. Ein Grund für dieses sehr gute Ergebnis ist, neben der Elastizität der Facette, in der schon angesprochenen Viskoelastizität zu sehen. In Abbildung 14 ist die Abformung der Nutgeometrie in die Facettengeometrie gut zu erkennen. Das Material passt sich an und baut so Spannungen ab.

Die Elastizität führt auch dazu, dass Größentoleranzen ausgeglichen werden. Auf Basis der durchgeführten Versuche kann davon ausgegangen werden, dass Größenabweichungen von bis zu einem Millimeter im Umfang durch die Nachgiebigkeit der Facette ausgeglichen werden können. Die Auswirkungen auf die notwendige Präzision von Tracer und Maschine sind erheblich, bedenkt man, dass der genannte Wert um ca. eine Potenz über der normalerweise notwendigen Genauigkeit liegt.

Belastbarkeit der elastischen Facette

Eine häufig gestellte Frage zu Beginn der Arbeiten war: Hält die Facette auch sicher auf dem Glas? Es wurde daher für notwendig erachtet, diese Frage genauer zu untersuchen. Dafür wurde ein einfacher Versuch aufgebaut, mit dem die Belastbarkeit der Facette geprüft werden konnte (Abb. 15).

Bei dem Versuch wird ein Brillenglas in die dreieckförmige Nut eines Halters eingesetzt. Anschließend wird über einen Gummipuffer eine Kraft eingeleitet, die kontinuierlich erhöht wird, bis das Glas bricht oder aus der Halterung gedrückt wird. Die Versuche wurden vergleichend mit einem normal gerandeten Glas und einem Glas gleicher Stärke mit elastischer Facette durchgeführt. Glasmaterial war CR39.

Ergebnis: Während die konventionell gerandeten Gläser brachen, ertrug die elastische Facette eine erhebliche Kraft und wurde dann ohne Zerstörung aus der Halterung gedrückt (Abb. 16). Die Facette gab dabei elastisch nach, ohne dass sie sich vom Glas löste. Das Glas hätte danach wieder in die Fassung eingesetzt werden können.

Auch wenn diese Versuche nur stichpunktartig durchgeführt wurden, kann davon ausgegangen werden, dass eine hochbelastbare Verbindung zwischen Glas und Polymer erzeugt wer-



Abb. 13: Vergleich konventionelle Verglasung versus elastische Facette.

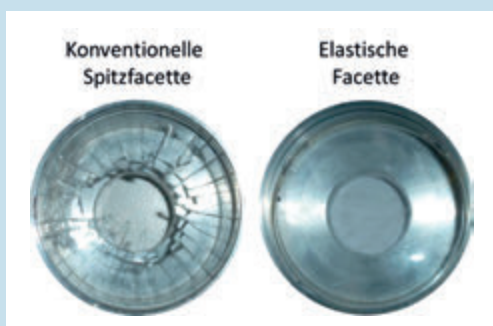


Abb. 16: Während das konventionell hergestellte Glas bei den Untersuchungen zerstört wurde, gab die elastische Facette bei einer entsprechend hohen Last nach und das Glas wurde ohne Bruch aus der Halterung gedrückt. Die Verbindung der elastischen Facette zum Glas blieb erhalten.

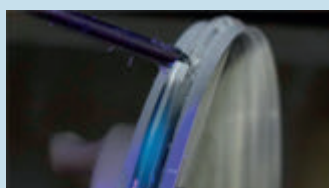


Abb. 17: Auftragen eines doppelten Polymerstrangs.

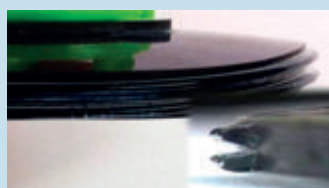


Abb. 18: Rand Nylonbrille.



Abb. 14: Durch eine entsprechende Materialauswahl kann ein viskoelastisches Verhalten der Facette erreicht werden.

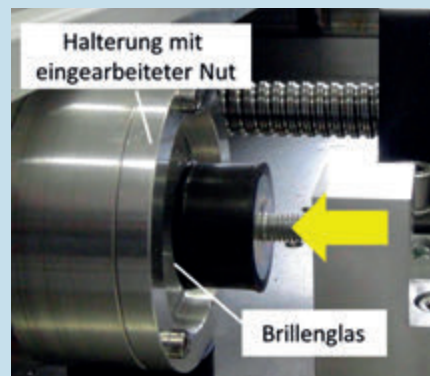


Abb. 15: Versuchsaufbau zur Überprüfung der Belastbarkeit der elastischen Facette.



Abb. 19: Zur Frontfläche des Glasrands überraschende Struktur.



Abb. 20: T-förmige Struktur auf der Glasfrontseite.

den kann, die die Anforderungen in der Augenoptik weit übersteigt. Ergänzend zeigte sich noch ein Sicherheitsaspekt, der zumindest bei langsam aufgebrachten Belastungen relevant ist.

Weitere Versuche

Die bisher gezeigte Facettengeometrie stellt nur einen ersten Schritt dar. In weiteren Versuchen wurden verschiedene andere Geometrien erzeugt und erprobt. Die folgenden Bilder zeigen einige Beispiele. In Abbildung 17 ist das Auftragen eines zweiten Polymerstrangs dargestellt.

Einen möglichen Ersatz für eine Rillnut zeigt Abbildung 18. Strukturen können auch in Richtung der Frontfläche erzeugt werden (Abb. 19). Interessant könnte es auch sein, Strukturen direkt auf der Glasfront aufzutragen. Einen Versuch mit einer T-förmigen Struktur zeigt Abbildung 20.

Zusammenfassung

Im Rahmen des Projektes „New Edging Technology“ wurden grundlegende Untersuchungen zu den Potenzialen additiver Fertigungsverfahren in der Augenoptik durchgeführt. Dabei lag der Schwerpunkt zuerst einmal auf Themen der Randbearbeitung.

Die Ergebnisse in diesem Bereich zeigen, dass der Einsatz additiver Verfahren möglich ist und eine Reihe von wichtigen Vorteilen besitzt. Vom Einsatz elastischer Facetten sind die folgenden Vorteile zu erwarten:

- einhundertprozentige Passrate
- Reduktion von Spannungen im Glas
- Einfachere und damit kostengünstigere Geräte und Maschinen
- Erhöhte Sicherheit gegen Glasbruch

Neben dem Ersatz der klassischen Spitzfacette können auch Nylorfassungen mit entsprechenden Gläsern ausgerüstet werden. Wichtiger Vorteil ist der Entfall der den Glasrand schwächenden, eingearbeiteten Nut. Die beim heutigen Rillen neben der Nut entstehenden Stege müssen eine gewisse Mindestdicke aufweisen, um das Risiko von Ausplatzern zu verringern. Zusammen mit der Nutbreite wird so die minimal mögliche Randdicke definiert.

Diese Restriktion kann bei der auftragenden Herstellung von Nuten entfallen, da eine Schwächung des Glasrandes durch die Nut nicht entsteht. Die Randdicke kann reduziert werden, insbesondere auch, weil die dämpfenden Materialien das Risiko von Ausplatzern wesentlich mindern. Plusgläser können so dünner und leichter ausgeführt werden. Es können daher die folgenden Vorteile für Nylorfassungen genannt werden:

- Reduktion Glasdicke und Glasgewicht möglich
- Schutz vor Ausplatzern bzw. Beschädigungen des Randes

Ausblick

Die bisher durchgeführten und hier dargestellten Arbeiten sind nur als erste Schritte in diesem neuen Technikbereich anzusehen. Sie zeigen nur einen Bruchteil des vorhandenen Potenzials und konzentrieren sich auf den Ersatz vorhandener Lösungen. In diesem Bezug interessant könnte der Ersatz der heutigen Bohrungen im Glas sein. Abbildung 21 zeigt das Prinzip.



Abb. 21: Bohrbrille.



Abb. 22: Brillenglas mit aufgedruckter Fassungsstruktur.

Mittels additiver Verfahren können Strukturen auf dem Glas erzeugt werden, deren Geometrie nicht an die Form der vorhandenen Werkzeuge gebunden ist und die nicht durch das Glas begrenzt wird. Die verbindende Struktur muss nicht mehr aus dem Glasmaterial herausgearbeitet werden, sie kann weitgehend frei definierbar vom Glasrand aus „wachsen“. Click- und andere Verbindungstechniken werden so realisierbar. Beispielfähig könnten Strukturen aufgebaut werden, mit denen die beiden Gläser direkt verbunden werden können (Abb. 22). Hierdurch könnte die PD präzise eingestellt und eine einfache Montage erreicht werden.

Wie schon durch diese wenigen Beispiele deutlich wird – es gibt viele neue Möglichkeiten, von denen die meisten noch zu entdecken sind. Die Forschung an der FH Köln wird das Thema weiter verfolgen.

Abschließend sei noch die Anmerkung erlaubt, dass sich die vorgestellte Technologie im Forschungsstadium befindet. Es gibt weltweit keine weitere bekannte Anlage. Von daher ist noch offen, wann erste marktfähige Anlagen oder Produkte in der Augenoptik eingeführt werden. Offen ist auch, ob diese Technologie beim Augenoptiker, in der Industrie oder in beiden Bereichen eingeführt wird. Potenzial gibt es für beide Bereiche – in der Industrie durch eine effizientere Fertigung und neue Designs, für den Augenoptiker durch die Herstellung von hochwertigen, individualisierten Brillen. ■

Autoren:

Prof. Dr. Ing. Jörg Luderich

joerg.luderich@fh-koeln.de

Christian Pöpperl, M.Eng.

christian.poepperl@fh-koeln.de

David Frings, B.Eng.

david.frings@fh-koeln.de

Alle: FH Köln,

Betzdorfer Straße 2, 50679 Köln



Literatur

[1] Patent GB 1237793; Improvements in or relating to lens holders.