



Bilder: Satisloh

Brillengläser: Die Kunst der Oberflächenbearbeitung

Technologische Herausforderungen

Klare Sicht – ein Muss bei der Arbeit wie auch in zahlreichen Aspekten unserer Freizeit. Geschätzte 4,6 Mrd. Menschen, gut 60% der Weltbevölkerung, haben eine Fehlsichtigkeit, sind kurz-, weit-, stab- oder alterssichtig. Für scharfen Durchblick sorgen die richtigen Brillengläser. Tut es kein Standardglas, wird nach Verschreibung gearbeitet: Sehtest beim Augenoptiker, individuelle Maßarbeit im Fachlabor. Was genau geschieht in diesen Laboren? Eine ganze Menge, wobei es über die vergangenen 15 bis 20 Jahre wichtige Neuerungen gegeben hat. Sehen wir genauer hin. [Von Mark Hollmann](#)



Gravieren



Arbeitskammer



Highspeed-Fräsen

Ausgangsmaterial

Brillenglas – der Name trägt. Bis zu den 1960er Jahren war Mineralglas die Norm, doch bei 85% bis 90% aller Brillen wird heute mit Kunststoff gearbeitet. Tragekomfort, Bruchsicherheit, Ästhetik, auch die flexiblere, schnellere Verarbeitung sprechen klar für dieses organische Material.

Gleitsichtgläser – alles in einem

Interessant ist auch die Technologie, die dahintersteht. Noch bis gegen die Jahrtausendwende entstand die gesamte Gleitsichtfläche auf der Glasvorderseite. Dies erforderte große Bestände an vorderseitig bearbeiteten Rohlingen, an denen dann noch die gewohnten rückseitigen Arbeiten vorgenommen wurden. Individualisierung? Fehlanzeige. Und dann kam die Freiformbearbeitung ins Spiel. Sämtliche Zonen – Nah-, Zwischen- und Fernbereich – können damit rückseitig herausgearbeitet werden. Beim Design wie auch der Fertigung kommen raffinierte digitale Verfahren zum Einsatz, die von der Gesichtsform über die Sehgewohnheiten hin zur Brillenfassung die unterschiedlichsten Faktoren berücksichtigen. Eine Brille, die sitzt wie ein Maßanzug. Doch was meinen wir genau, wenn wir von Fertigung sprechen? Vom Blocken über das Generieren, Polieren, Abblocken,

Reinigen und Beschichten hin zur Randbearbeitung müssen zahlreiche Abläufe ineinandergreifen. Das A und O ist das Generieren. Hier entsteht die präzise Form, die das jeweilige Auge wieder scharf sehen lässt.

Generieren – was und wie?

Nach dem Blocken, bei dem der Rohling mit einem Blockstück verbunden wird, geht es zur Oberflächenbearbeitungsmaschine, dem Generator. In zwei Schritten, Fräsen und Drehen, werden die gewünschten Brechwerte auf der Glasrückseite hergestellt – bis auf 1/100 Dioptrie genau. Komplex, aber blitzschnell: Je nach Maschine und Rezept dauert der Vorgang 35 bis 140 Sekunden.

Generieren: Fräsen

Eine Hochgeschwindigkeitsfräse leistet die vergleichsweise „gröbere“ Vorarbeit. Durch Abzentrieren auf Durchmesser und Facettieren wird der Großteil des Materials abgetragen, um die grundlegende Form herauszuarbeiten. Die schnellste auf dem Markt erhältliche Frässpindel erledigt dies bei 35.000 Umdrehungen pro Minute (min^{-1}) in 7 bis 10 Sekunden. Die nun noch etwas raue Oberfläche muss durch Drehen geglättet werden.



Generieren: Drehen

Nach dem Feindreihen ist die Rautiefe so gering, dass nur noch ganz leicht poliert werden muss. Die genauen Abläufe sind je nach Hersteller und Maschine unterschiedlich. Spezielle Drehmeißel in Kombination mit Hochgeschwindigkeitsregelsystemen ermöglichen Spitzengeschwindigkeit bei höchster Formgenauigkeit und Oberflächenglätte.

Als Schneide dient ein Diamant, der je nach Glasmaterial monokristallin (MKD) oder polykristallin (PKD) sein kann. Dieser fährt am Werkstück hin und her (Vorschubachse), das wiederum mit bis zu 4.500 min^{-1} um die eigene Achse rotiert (Rotationsachse). Eine dritte Achse, die Zustellachse, bestimmt die Schnitttiefe, d. h. den Eingriff der Schneide in das Werkstück.

Achsbeschleunigungen von bis zu 200 m/s^2 können dabei erzielt werden – das 20-Fache der Fallbeschleunigung (g) aufgrund der Erdbeschleunigung! Drei Achsen, so weit ganz überschaubar. Zumindest eine weitere Achse ist jedoch zur Freiformbearbeitung erforderlich. Die korrekte Achspositionierung, die perfekte Abstimmung all dieser simultanen Bewegungen, ist und bleibt eine technologische Herausforderung – zumal bei Toleranzen im μm -Bereich.

Die Technik hinter der Technik

Beide Vorgänge, Fräsen und Drehen, erfordern eine ausgeklügelte Maschinensteuerung. Von größter Bedeutung ist der

„Spiralabstand“: Je kleiner die Abstände zwischen den spiralförmig verlaufenden Schnittlinien, desto glatter die entstehende Oberfläche, desto einfacher das anschließende Polieren. Andererseits bedeuten kleinere Abstände natürlich auch längere Bearbeitungszeiten. Hier gilt es genau den richtigen Kompromiss zu finden.

Generieren: optionales Zubehör

Doch der Generator selbst ist erst der Anfang. Je nach den Anforderungen des Labors (oder seiner Kunden) können vielfältige Optionen hinzukommen.

Da wäre beispielsweise die automatische Kalibrierung. Abweichungen, die sich an den Achsen und dem Werkzeug nach und nach einschleichen, werden erkannt und kompensiert. Einige Generatoren ermöglichen auch eine integrierte Topografiemessung. Ein Sensor analysiert die bearbeitete Glasoberfläche anhand von rund 300 Bezugspunkten. Die so bestimmten Istwerte werden mit den spezifizierten Sollwerten verglichen. Der Bediener erhält einen QA-Bericht und kann schnell und sicher die nötigen Korrekturen an der Achskonfiguration und/oder Werkzeuggeometrie vornehmen – konstante Spitzenqualität vorprogrammiert.

Die Gläser sollen signiert werden – etwa mit dem Logo des Herstellers oder den Initialen des Endkunden, sichtbar oder nahezu unsichtbar? Manche Generatoren können dies direkt übernehmen. Zudem gibt es separate Lasergravierer, die nach der Politur ansetzen.

Eines ist sicher: Generator ist nicht gleich Generator. Durchsatz, Einsatzmöglichkeiten, Grad der Automatisierung – bei all diesen Faktoren gibt es erhebliche Abweichungen.

Generieren – die Königsdisziplin

Von welcher Warte auch immer, fertigungstechnisch, mathematisch, optisch: Das Generieren ist bei der Brillenglasfertigung die Königsdisziplin. Doch der Generator steht nicht für sich allein. Vom Blocken zur Randbearbeitung müssen alle Abläufe perfekt ineinandergreifen. Am besten, alle Maschinen werden aus einer Hand bezogen. Und dann heißt es am Ball bleiben: Bei dem hohen Innovationstempo gibt es steti-ge Fortschritte, die allen Beteiligten zugutekommen – Laboren, Augenoptikern und nicht zuletzt den Brillenträgern. ■

Mark Hollmann, Dipl. Mechatroniker, ist Produkt Manager für Beschichtungen und industrielle Weiterverarbeitung bei Satisloh in Wetzlar. Hollmann beendete sein Studium als Mechatroniker im Jahr 2004 bei Satisloh. Nach seinem Studium an der Technischen Hochschule Mittelhessen (THM) in Gießen/Friedberg arbeitete er als Servicetechniker bei Satisloh. Dann stieg er in den Bereich Anwendungstechnik ein, wo er für ca. vier Jahre weitere Erfahrungen sammelte. 2015 wurde er Manager des Bereiches Customer Engineering und zog nach Nordamerika um, wo er für Beschichtungen verantwortlich war. 2017 kam er zurück und arbeitet seitdem als Produkt Manager.

